10. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE İNOVASYON KONGRESİ

16-20 NİSAN 2025

DUBAİ - UAE

Editörler :

Doç. Dr. Hasan ÇİFTÇİ

Doç. Dr. Özlem KAYA

www.isarconference.org

KONGRE KİTABI

İKJAD Publishing House

INDEX

CONGRES ID		II-IV
PROGRAM		V-XL
GALLERY		XLI-L
ACADEMIC INCENTIVE		LI
NOTIFICATIONS		LII-LXVI

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

10. INTERNATIONAL DUBAİ SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

DATE AND PLACE

16-20 APRIL 2025, DUBAI

RADISSON BLU DUBAI DEIRA CREEK 5-Baniyas Road, Dubai, Birleşik Arap Emirlikleri

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

EDITOR

Assoc. Prof. Dr. Özlem KAYA

Assoc. Prof. Dr. Hasan ÇİFTÇİ

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Prof. Dr. Mehmet DEMİR
Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Prof. Dr. Serpil ÜNVER SARAYDIN
Prof. Dr. Tolga ULUSOY
Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Doç. Dr. Ahmet AKKÖSE
Doç. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Doç. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ
Doç. Dr. Erhan ERDEL
Doç. Dr. Filiz RANDA ZELYÜT
Doç. Dr. Gamze Ebru ÇİFTÇİ
Doç. Dr. Gönül HASANOVA
Doç. Dr. Kübra YAZİCİ
Doç. Dr. Malik YILMAZ
Doç. Dr. Nursen IŞIK
Doç. Dr. Özlem ÜLGER DANACI
Doç. Dr. Sancar BULUT
Doç. Dr. Seda BENGİ
Doç. Dr. Şükrü KALAYCI
Doç. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Doç. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN
Dr. Elvan CAFEROV
Dr. Fatma AZİZOĞLU
Dr. Gönül GÖKÇAY
Dr. Hayri YILDIRIM

ISBN: '978-625-378-232-0'

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Ahmet Niyazi ÖZKER
Bandırma Onyedi Eylül University
Prof. Dr. Ali AKİL
Saiyed Parul University
Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Atatürk University
Prof. Dr. Cengiz SARIKÜRKCÜ
Afyonkarahisar University
Prof. Dr. Emrullah FATİŞ
Kırşehir Ahi Evran University
Prof. Dr. Faiz Muhammad SHAİKH
Sindh Agriculture University Tando Jam
Prof. Dr. Aparna SRIVASTA
Noida International University
Prof. Dr. Aylin YALÇIN SARIBEY
Üsküdar University
Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Sakarya University
Prof. Dr. Gülçin YAHYA KAÇAR
Ankara Hacı Bayram Veli University
Prof. Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN
Selçuk University
Prof. Dr. Hazim Abd Mohammed ALJEWAREE
Alkıtab University
Prof. Dr. Halil BOLU
Dicle University
Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK
Selçuk University
Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK
Gaziantep University
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Azerbaycan Devlet Pedagoji University
Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Siirt University
Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet University
Assoc. Prof. Abdurahman KARAMAN
Uşak University
Assoc. Prof. Dr. Adil AKINCI
Bilecik Şeyh Edebali University
Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL
Iğdır University
Assoc. Prof. Dr. Fariz AHMADOV
Azerbaycan Devlet İktisat University
Assoc. Prof. Dr. Faruk KALAY
Yüzüncü Yıl University
Assoc. Prof. Dr. Gönül SAMEDOVA
Azerbaycan Devlet Pedagoji University
Assoc. Prof. Dr. İkramettin DAŞDEMİR
Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. İsa YILDIRIM
Atatürk University
Assoc. Prof. Dr. Kalsoom TARIQ
Khyber Girls Medical Collage
Assoc. Prof. Dr. Kübra YAZICI
Yozgat Bozok University
Assoc. Prof. Dr. Naseem AKHTER
Shaheed Benazir Bhutto Women University

Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Dicle University
Assoc. Prof. Dr. Özlem GÜNDOĞDU AYTAÇ
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Assoc. Prof. Dr. Özlem KAYA
Uşak University
Assoc. Prof. Dr. Reyhan DADAŞOVA
Azerbaycan Devlet Pedagoji University
Assoc. Prof. Dr. Rozina KHATTAK
Shaheed Benazir Bhutto Women University
Dr. Aygün MEHERREMOVA
Bakü Devlet University
Dr. Ali ARSHAD
University Utara
Dr. Bhavtosh AWASTHİ
Jecrc University India
Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI
University of Tizi Ouzou
Dr. Moses Adeolu AGOI
Lagos State University of Education
Dr. Muhammad IMRAN
Government College University Faisalabad

ISARC

10. INTERNATIONAL DUBAİ

SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION

CONGRESS

16-17-18-19-20 APRIL 2025

DUBAİ

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting:

Meeting ID: 892 2748 4757
Passcode: 608033
https://us02web.zoom.us/j/89227484757?pwd=dYGYnlHPF3rMFwAH37VHmGFKTZTfq3.1

PARTICIPATING COUNTRIES

Albenia/Algeria/Azerbaijan/Bangladesh/Benin/Cyprus/Ethiopia//France/Georgia/ Hong Kong/ Hungary/India/Indonesia/Iran/Japan/Korea/Lebanon/Macedonia/ Mexico/Morocco/Nigeria/Pakistan/Portugal/Romania/Rome/ Saudi Arabia/Serbia/Singapore/Spain/Tunisia/Ukraine/Vietnam

Önemli, Dikkatle Okuyunuz Lütfen

- ❖ Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır.
- ❖ Online sunum yapabilmek için **https://zoom.us/join**sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID orPersonal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz.
- ❖ Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur.
- ❖ Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir.
- ❖ Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor.
- ❖ Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden 5 dk öncesinde oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir.
- ❖ Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir.
- ❖ Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

DikkatEdilmesiGerekenler- TEKNİK BİLGİLER

- ♦ Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun.
- ♦ Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz.
- ♦ Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir
- ♦ Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- ❖ To be able to attend a meeting online, login via **https://zoom.us/join**site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- ❖ The Zoom application is free and no need to create an account.
- ❖ The Zoom application can be used without registration.
- ❖ The application works on tablets, phones and PCs.
- ❖ The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- ❖ All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- ❖ Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- ♦ Make sure your computer has a microphone and is working.
- ♦ You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- ♦ Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- ♦ Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

ÖNEMLİ NOT: SUNUMLARINIZI HEM TÜRKÇE HEM İNGİLİZCE HAZIRLAMANIZI RİCA EDERİZ

17.04.2025
THURSDAY/ 09:00-11:00

FACE TO FACE

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Mustafa Abdullah YILMAZ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Oğuz CAKIR Assoc. Prof. Dr. Mustafa Abdullah YILMAZ	Dicle University	Recent Developments In Anticancer Activities Of Coumarin Derivatives
Assoc. Prof. Dr. Oğuz CAKIR Assoc. Prof. Dr. Mustafa Abdullah YILMAZ	Dicle University	A Promising Core Component For Developing Anti-Inflammatory Agents: Coumarin
Assoc. Prof. Dr. Mustafa Abdullah YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Oğuz CAKIR	Dicle University	Antidiabetic Potential Of Coumarin And Its Derivatives
Assoc. Prof. Dr. Mustafa Abdullah YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Oğuz CAKIR	Dicle University	Exploring The Medicinal Potential Of Fungal Metabolites: A Focus On Coumarins
Assist. Prof. Dr. Süleyman ŞENYURT Assoc. Prof. Dr. Filiz ERTEM KAYA	Ordu University, Niğde Ömer Halisdemir University	Pedal Curve Obtained From The Darboux Vector Of The Frenet- Like Frame (FLC) Of A Polynomial Curve And Its Applications
Assist. Prof. Dr. Süleyman ŞENYURT İsmail Gökhan GÜRSOY	Ordu University	Pedal Curves Obtained From The Darboux Vector According To The Frenet Frame And The Smarandache Curves Of These Curves
Ismail YENER Abdulselam ERTAŞ	Dicle University	Phytochemical Content Analysis Of Ethanol Extracts Of Leaves Of Rubus Sanctus Species By LC-MS/MS
Mehtapnur BAYRAK Prof. Dr. Müjgan KARATOSUN	Ministry of Culture and Tourism, 9 Eylül University	Examination Of Industrial Areas In Terms Of Their Meaning And Functionalization

17.04.2025
THURSDAY/ 11:00-13:00

FACE TO FACE
MODERATOR: Prof. Dr. Arzu ÖZYÜREK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Huriye ÇELİKCAN Assoc. Prof. Dr. Nimet ERSİN	Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar University, İstanbul Yeni Yüzyıl University	Tabii As A Digital Platform: A Semiotic Analysis Of Logo And Visual Identity Design
Assoc. Prof. Dr. Yener Lütfü MERT		Catching Global Trends In Digital Communication Leadership
Assoc. Prof. Dr. Cihan YÜKSEL	Mersin University	Measuring Income Tax Justice For Wage Earners: The Case Of Türkiye (2006–2023)
Assist. Prof. Dr. Sevil ÖZCAN Assist. Prof. Dr. Şengül ŞENTÜRK	Aydın Adnan Menderes University	Comparing Item Analyses Of Different Groups In A Biology Test Consisting Of The Same Items
Prof. Dr. Aybala ÇAYIR	Aksaray University	The New Field Of Violence: Digital Violence
Prof. Dr. Aybala ÇAYIR	Aksaray University	A New Concept: The Home Youth
Prof. Dr. Arzu ÖZYÜREK Yasemin AYDOĞAN	Karabuk University, Gazi University	The Relationship Between Mothers' Parenting Attitudes And Injury Behavior Of Preschool Children
Prof. Dr. Yasemin AYDOĞAN Prof. Dr. Arzu ÖZYÜREK	Gazi University, Karabuk University	Investigation Of Early Mathematics Skills In Terms Of Some Variables

16.04.2025
WEDNESDAY / 10:00-12:00

SESSION-1 HALL-1
MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Selma AKÇAY

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Kerem Ali TAŞ Mehmet Can KARABIYIK Assist. Prof. Dr. Kürşat TANRIVER Assist. Prof. Dr. Mine AK	İstanbul Sağlık ve Teknoloji University	Electronic Circuit Design And Case Studies In Autonomous Vehicles
Murat ONAY Assoc. Prof. Dr. Selma AKÇAY	Çankırı Karatekin University	Comparison Of Turbulent Flow And Heat Transfer In Cross Flow Over Two Different Tube Bundles
Türker AKKOYUNLU Assist. Prof. Dr. Hüsamettin TAN	Kırıkkale University	Numerical Investigation Of The Effect Of The Performance Of A Centrifugal Pump On Different Viscosity And Load Values
Cem Tolga MÜNYAS	Tofaş Türk Otomobil Fab. A.Ş, R&D İzmir Branch	Real-Time Gps And Imu Data Processing For Autonomous Vehicle Localization In Ros Framework
Sibel DEMIR	Tofaş Türk Otomobil Fab. A.Ş, R&D İzmir Branch	Robust Obstacle Avoidance For Logistics Robots Using Deep Reinforcement Learning In Ros-Based Systems
Gazi Berkem EKER Abdulkadir ÇEBİ	Samsun University	Recent Efforts On Electrochemical Grooving
Elanur ÇÖRTÜK Özge GÖKDEMİR Abdulkadir ÇEBİ	Samsun University	Potential Of Recycled Filamnets In Fused Deposition Modelling: A Review
Arslan KAPTAN Fuat KARTAL	Sivas Cumhuriyet University, Kastamonu University	Performance Evaluation Of Different Filaments Across Multiple FDM 3D Printers

16.04.2025
WEDNESDAY / 10:00-12:00

SESSION-1 HALL-2
MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Özlem KAYA

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nesli Meriç SANİOĞLU	Kocaeli University	The Remake And Poststructural Analysis Of Robert Wilson's 'Leonce And Lena'
Nesli Meriç SANİOĞLU Ali Ömür ULUSOY	Kocaeli University	Postdramatic Directing Practices: Thomas Ostermeier's Strategies For Fragmenting Dramatic Structure
Ömer AKCA Özgül SU ÖZENİR	Toroslar Bilim ve Sanat Merkezi	Investigation The Movie Choices Of Turkish Viewers With Sentiment Analysis
Okan KOÇ Umut GÜNEŞ	Balikesir University	Evolution of the History of Balıkesir: A Multidimensional Analysis of Settlement Dynamics, Ancient Traces, and Future-Oriented Strategic Hypotheses
Lect. Dr. Gabriela IVANOVSKA	Istanbul University, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, North Macedonia	Blurring Lines Between Truth And Truthiness In Self-Narrations, Autobiographis And Autofictions -The Case Of Naomi Clein's "Doppelganger"
Assoc. Prof. Dr. Özlem KAYA Petra ÁCS	Usak University, Budapest Metropolitan- Hungary	Recycled Fashion: Example Of Hungarian Brands
Assoc. Prof. Dr. Özlem KAYA Petra ÁCS	Usak University, Budapest Metropolitan- Hungary	Comparative Study On Costume Design: Example Of Colleen Atwood And Sandy Powell
Defne SEZEN Mehmet Emin TATLICI	Toroslar Bilim ve Sanat Merkezi	Examination Of Parents' Digital Parenting Attitudes According To Their Screen Addiction Levels

16.04.2025
WEDNESDAY / 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-3
MODERATOR: Prof. Dr. Arif GÖK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Resc. Assist. Dr. Hüseyin KÖSE Prof. Dr. Osman Nuri ÇELİK	Konya Technical University	Determination Of Modification Parameters Of Bitumen Using Pyrolysis Products From Polypropylene Type Plastic Waste
Assist. Prof. Dr. Kübra GÜLLÜ	Hasan Kalyoncu University	Proposal For A Master's Degree Program In Creative Industries At Gaziantep Hasan Kalyoncu University
Sercan KAYTANCI Dr. Didem YASİN	Eskişehir Osmangazi University	Hydrogeochemical Investigation Of Water Resources In Inonu Plain(Eskisehir)
Mohanad R. M. ALDERBİ Prof. Dr. Arif GÖK	Kütahya Dumlupınar University	Desıgn And Productıon Of Materıals Inspıred By Nature
Mohanad R. M. ALDERBİ Prof. Dr. Arif GÖK	Kütahya Dumlupınar University	Innovation In Next Generation Materials With Biomimicry
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Suha AKSOY Resc. Assist. Damla KÜÇÜKAY KAYAALP	Fırat University, Yüzüncü Yıl University	Effect Of Relative Density And Stress Level On The Bearing Capacity Of Footings On Sand
Resc. Assist. Damla KÜÇÜKAY KAYAALP Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Suha AKSOY	Yüzüncü Yıl University, Fırat University	Investigation Of The Improvement Possibility Of Filled Soils With Waste GFRP (Glass Fıber Reinforced Thermoset Matrix Polymer)
Wahabou ATCHADE Kemal ARMAĞAN	Karamanoğlu Mehmetbey University	Sustainable Transportation In Smart Cities: Current Technologies And Management Practices

16.04.2025
WEDNESDAY / 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-4
MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Enes DALMANOĞLU

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Lect. Dr. Gözde ÖZTAN	Istanbul University	Determination Of Genes And Mirnas Associated With Cystic Fibrosis By Silico Methods
Assist. Prof. Dr. Enes DALMANOĞLU	Balıkesir University	MRSA-Associated Necrotizing Fasciitis And Concurrent Osteomyelitis: A Severe Infection Case In A Diabetic Patient
Assist. Prof. Dr. Müge KARAKAYALI Assoc. Prof. Dr. Erdoğan KOCAMAZ Prof. Dr. İbrahimTUĞLU	Izmir Democracy University, Manisa Celal Bayar University	Effect Of Probiotics On Stress In Diabetic Testicular Damage
Başak NİKSARLI Lect. Serkan BENTLİ	Malatya Turgut Özal University	Gut Microbiota And Cancer
Gizem KAYGUSUZOĞLU Lect. Serkan BENTLİ	Malatya Turgut Özal University	The Relationship Between Mediterranean Diet And Metabolic Syndrome
Sultan BAL Lect. Serkan BENTLİ	Malatya Turgut Özal University	Importance Of Macro And Micronutrients In Diabetes
Buse Nur POLAT Lect. Serkan BENTLİ	Malatya Turgut Özal University	Ketogenic Diet And Its Effects On Health

16.04.2025
WEDNESDAY / 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-5
MODERATOR: Prof. Dr. Nilgün ULUTAŞDEMİR

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Shahana GURBANOVA Arzu IBISHOVA Shabnam GANBAEVA Nagi ZEYNALOV	Azerbaijan Medical University, Referans Clinical Laboratory Center	Characteristics And Medical Significance Of Stem Cells In The Human Placenta
Kaan KOÇALİ Efe ERİN Emine ÖZTÜRK KOÇALİ	Istanbul Gelisim University	Analysis Of Work Accidents In Shipyards And Preventive Strategies: An Evaluation With Ahp Method
Nil SAZLI Deniz KARATAŞ	Manisa Celal Bayar University	Interaction Of Saffron Components With Wild-Type And Mutant Variants Of The Egfr Receptor: A Computational Study On New Alternatives In Lung Cancer
Zeynep İrem ZEYREK Ferah ÇALIŞIR Nejla ÇİNİ	Istanbul Technical University	Drug Releasing From pH Sensitive Chitosan/Guar Gum Based Polyelectrolyte Complex Films
Prof. Dr. Nilgün ULUTAŞDEMİR Assoc. Prof. Dr. Hasan ÇİFTÇİ	Ordu University, Harran University	Authentic Leadership Dimensions
Prof. Dr. Nilgün ULUTAŞDEMİR Assoc. Prof. Dr. Hasan ÇİFTÇİ	Ordu University, Harran University	Premises Of Authentic Leadership

16.04.2025
WEDNESDAY / 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-6
MODERATOR: Prof. Dr. Kaan GÜNDÜZ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Resc. Assist. Dr. Cevriye OCAKTAN TETİKÇOK Prof. Dr. Sevil İNAL	Selçuk University İstanbul University	Daily Iron Supplementation During Pregnancy: Prevention Of Anemia And Its Effects On Maternal And Fetal Health
Resc. Assist. Dr. Cevriye OCAKTAN TETİKÇOK Prof. Dr. Sevil İNAL	Selçuk University İstanbul University	The Importance Of Sleep Patterns And Sleep Hygiene In Newborns
Kübra ÇAM Prof. Dr. Kaan GÜNDÜZ	Ondokuz Mayıs University	Stafne Bone Cavity Seen With Nasopalatine Canal Cyst: A Case Report
Kübra ÇAM Prof. Dr. Kaan GÜNDÜZ	Ondokuz Mayıs University	Calcified Odontogenic Cyst In The Mandible: A Case Report
Elisa MACCARI, Marta CINAFRIGLIA, Arianna ANTONELLI, Nicholas PROSPERI, Andrea LUZI, Andrea MORGANTE, Giuseppe FERRI, Luca TESTARELLI, Gualtiero GHERARDI, Gabriele MICCOLI, Rodolfo REDA, Dario Di NANDO	Sapienza University of Rome	Implant Survival Rate and Prosthetic Complications of Full-arch Implant-supported Fixed Prostheses In Edentulous Upper Jaws: A Cohort Study
Muhammet Abdurrahim GENCER Çiğdem AYDIN ACAR	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	The Potential Role Of Green-Synthesized Zinc Oxide Nanoparticles In Wound Healing
Muhammet Abdurrahim GENCER Çiğdem AYDIN ACAR	Burdur Mehmet Akif Ersoy University	The Role Of Zinc In Diabetes Management: Bioavailability Challenges And Future Perspectives

17.04.2025
THURSDAY/ 10:00-12:00

SESSION-1 HALL-1
MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Fatih BUDAK

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ayşedudu AVŞAR Prof. Dr. Hatice KALKAN YILDIRIM	Ege University	Aunthentication Of White Wines By Some Aromatic Compounds
Merve KAYA Prof. Dr. Hatice KALKAN YILDIRIM	Ege University	Application Of Ultrasound Technology In Vinegar Production Stages
Ayça ÇAY Fatmanur HAZAN PhD. Ayşe Semra AKSOY	Bezmialem University	Nutrigenomics
Assist. Prof. Dr. Özlem ÖZER ALTUNDAĞ Fatih KOCABAŞ	Karabuk University	Special Needs In Gastronomy: Being Celiac And Vegan
Assist. Prof. Dr. Özlem ÖZER ALTUNDAĞ Muhammed HASAN	Karabuk University	The Role Of Nutrition Habits In The Cultural Adaptation Process Of International Students
Assoc. Prof. Dr. Fatih BUDAK Sehernur UZUN	Karamanoğlu Mehmetbey University	Chemtrail In Terms Of Health Status: Conspiracy Or Reality?
Assoc. Prof. Dr. Fatih BUDAK Sehernur UZUN	Karamanoğlu Mehmetbey University	An Evaluation Of Lab-Grown Meat In The Context Of Well-Being

17.04.2025
THURSDAY/ 10:00-12:00

SESSION-1 HALL-2
MODERATOR: Prof. Dr. Deniz DEMİRARSLAN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Alaa Aldın ALOMAR Pelin Çağım TOKAT BİRGİN	Kütahya Dumlupınar University	Development and Characterization of Al-Cu-Ti Hybrid Matrix Composites Reinforced Y_2O_3
Aylin KUŞEN	Agaoglu Textile R&D Center	Development Of 100% Cotton Woven Fabrics With Cosmetic Effect Containing Vitamin Complex
Nigar AHMEDOVA Nazrin ZEYNALLI PhD Gulnar ATAKISHIYEVA PhD Sevinç MUHTAROVA Assoc. Prof. Shukufa EYVAZOVA Assoc. Prof. Naila VEYSOVA Prof. Namiq SHIKHALIYEV	Baku State University, Azerbaijan Technical University, Baku Engineering University, Baku, Azerbaijan	Synthesis Of 2,6-Bis(Di¬Bromo-Methyl)-4,4-Dimethyl-1,4-Dihydro-1,3,5-Triazine
Fatmanur HAZAN Ayça ÇAY PhD. Ayşe Semra AKSOY	Bezmialem University	Tea, Its Chemical Composition And Health
Muhammet Yusuf ARAS Lect. Dr. Beyza MENDEŞ	Bezmialem Vakıf University	The Role Of Bitter Melon In Medical Nutrition Therapy
Sare EROL Prof. Dr. Deniz DEMİRARSLAN	Kocaeli University	The Importance Of Visual Perception Criteria In The Showcase Designs Of Textile And Clothing Stores
Hatice ÇOŞKUN Cemre Nur DOĞAN	Agaoglu Textile R&D Center	Colouration Of 100% Cotton Fabrics By Printing Process Using Reactive Dyestuffs And Investigation Of Water And Energy Efficiency With The Developed Formulation
Gamze AĞIRTAŞ Assist. Prof. Dr. Serap ÇAKAR KAMAN	Sakarya University	Classification Of Recyclable Wastes With Deep Learning Models: A Comparison On The Effect Of Dataset Size

17.04.2025
THURSDAY/ 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-3
MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Kemal YAMAN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Kemal YAMAN Andre Emmanuel BİTJİCK	Karabük University	Plastik Ürünlerin Çevreye Ve İnsan Sağlığına Etkileri
Assoc. Prof. Dr. Kemal YAMAN	Karabük University	Elektronik Atıklar Ve Çevresel Etkileri
Sari DAMEN Prof. Dr. Jale Y. SÜNGÜ	Kocaeli University	Analysis Of Mass And Decay Parameters: Tetraquark Containing Heavy-Light Quark Pair
Volkan UNCU Beyza SARIKAVAK LİŞESİVDİN Sefer Bora LİŞESİVDİN	Gazi University	Evaluation Of Exchange-Correlation Functionals For Accurate Bandgap Estimation In Bulk GaN: A DFT+U Study
Volkan UNCU Beyza SARIKAVAK LİŞESİVDİN Sefer Bora LİŞESİVDİN	Gazi University	First-Principles Investigation Of Heavy Metal Doping Effects On The Electronic Properties Of 2D GaN Nanosheets
Subhayan MAITY Parna PATRA	Jadavpur University, P.K. College, Contai, India	May Our Universe Be An Open Quantum System ?
Akın YAŞAR Dr. Yüksel YURTAY	Sakarya University	Quality Assessment Of Real Estate Photographs: A Deep Learning-Based Approach

17.04.2025
THURSDAY/ 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-4
MODERATOR: Prof. Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mine Tulin ZATEROGLU H. Mustafa KANDIRMAZ	Cukurova University	Artificial Precipitation
Mine Tulin ZATEROGLU H. Mustafa KANDIRMAZ	Cukurova University	Atmospheric Rivers
Hatice KAÇUŞ	Ardahan University	The Electrical Characteristics Of The Co/n-Si Schottky Diode Depending On Giemsa Dye And Giemsa:Au Nanoparticle Interlayers Under The Illumination And Dark Conditions
Prof. Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL Prof. Dr. Necmi Serkan TEZEL	Karabük University	Cross-Linking Methods For Graphene Aerogel Supercapacitor Electrodes Synthesis
Prof. Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL Prof. Dr. Necmi Serkan TEZEL	Karabük University	Applications Of Cellulose Based Composite Foams And Aerogels For Batteries

17.04.2025
THURSDAY/ 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-5
MODERATOR: Prof. Dr. Ramazan KATIRCI

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Prof. Dr. Ramazan KATIRCI Resc. Assist. Hilal ÇELİK	Sivas University of Science and Technology	Evaluating The Impact Of Activation Functions On Transformer Architecture Performance
Muzaffer EYLENCE Assoc. Prof. Dr. Bekir AKSOY	Applied Sciences University of Isparta	Smart Tool Box Tracking System Against Fod Risk In Air Vehicles
Muzaffer EYLENCE Assoc. Prof. Dr. Bekir AKSOY	Applied Sciences University of Isparta	Artificial Intelligence-Supported On-Runway Fod Detection System
Fırat TEMEL Sevil DURSUN M.Tarık SAVRANLI	Oyak Renault Otomobil Fabrikaları, Bursa	Application And Potential Of Hydrogen Technology In Electric Vehicles: A Review
Fırat TEMEL Sevil DURSUN M.Tarık SAVRANLI	Oyak Renault Otomobil Fabrikaları, Bursa	Application And Potential Of Battery In Electric Vehicles: A Review

17.04.2025
THURSDAY/ 10:30-12:30

SESSION-2 HALL -6
MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Yahya BALCI

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Yahya BALCI	Artvin Çoruh University	A Concept That Sheds Light On Creation "Fıtrat"
Rüveyda YILMAZ Sevim ŞİMŞEK Selin HAZIR Dr. Barış KALENDER	Gaziantep University	Pre-service Primary School Teachers' Self-efficacy in Teaching Multigrade Classrooms and Their Classroom Management Competencies: A Correlational Study
Assist. Prof. Dr. Mustafa ŞAT	Kırıkkale University	The Impact Of Generative Ai Integration In Project Development Courses On Pre-Service Teachers' Individual Innovativeness, Ai Anxiety, Attitudes, And Acceptance
Mehmet Garip TARÇIN	Igdır University	Winning Or Losing The Game: An Examination Of Children's Emotional Experiences In Terms Of Independent Variables
Muhammet ÇUBUK Nilgün DÜLGER	Ministry of National Education	Relationship Between Social Media Addiction Levels Of High School Students And Some Variables
Spec. Selenay GÜLER Prof. Dr. S. Sunay YILDIRIM DOĞRU	Dokuz Eylül University	Evaluation Of Technology Use Among Elementary School Students Continuing Their Education At Science And Art Centers

17.04.2025
THURSDAY/ 10:30-12:30

SESSION-2 HAL -7
MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Servet SAY

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Emel GELMEZ Merve BALCI KARAKOÇ Gülnur KÜÇÜK ORTAÇAY	Selçuk University	Evaluation Of The Productive Capacities Of The Black Sea Economic Cooperation Organization Member Countries
Assoc. Prof. Dr. Servet SAY	Selçuk University	A Study On The Kaizen Costing Method And Its Implementation Examples
Assist. Prof. Dr. Fatih İbrahim KURŞUNMADEN	Selçuk University	Organizational Silence: A Study On Its Causes, Consequences, And Institutional Dynamics
Eşanu OXANA	University of Political and Economic Studies "Constantin Stere" Chişinău Moldova	Specifics Of Lease Contract Application In Dubai: Comparative Aspects With The Republic Of Moldova
dos. Məmmədov Aydın Bayram	Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti(UNEC)	Postkonflikt İqtisadi İnkisafin Əhəmiyyəti Və Çətinlikləri
Lect. Sándor FÖLDVÁRI	Debrecen University, Hungary	Turkish Minarets In Hungary, As An Integrated Part Of The Cultural Heritage

17.04.2025
THURSDAY/ 10:30-12:30

SESSION-2 HALL-8
MODERATOR: Prof. Dr. Dilek PANDIR

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Süreyya Betül RUFAIOGLU Murat TUNC	Harran University	Innovative Solutions In Fertilization Management Through Plant Nutrition Models
Murat TUNC Süreyya Betül RUFAIOGLU	Harran University	Integration Of Cultivated And Wild Legume Genotypes Into Breeding Programs
Abdullah ALDİYAB H. Yıldız DAŞGAN	Çukurova University	Effects of Two Different Photoperiods and LED Spectra on the Morphological Characteristics of Lettuce Grown in Aeroponic and Ebb-and-Flow Systems
Abdullah ALDİYAB H. Yıldız DAŞGAN	Çukurova University	Effects Of Different Parameters On The Morphological Measurements Of Lettuce Grown In Aeroponic And Ebb-And-Flow Systems
Khalil Ben SLIMEN Nabil AMOR	FST- UTM Tunisia	First Insights into the Genetic Diversity of Bats in Saudi Arabia: New Record of *Asellia arabica*
Nabil AMOR	FST- UTM Tunisia	A leopard never changes its spots: first record of Arabian leopard (*Panthera pardus nimr*) from a fecal sample in Saudi Arabia
İlayda ÜNAL Prof. Dr. Dilek PANDIR	Yozgat Bozok University	Evaluation Of Anticancer Potential Of *Flavoparmelia Caperata* On Some Cancer Cell Lines By Comet Method
İlayda ÜNAL Prof. Dr. Dilek PANDIR Assist. Prof. Dr. Mehmet Ünsal BARAK	Yozgat Bozok University	Investigation Of Cytotoxic Effects Of Ramalina *Farinacea Lichen* On Cancer Cell Lines By Apoptosis-Necrosis Method

19.04.2025
SATURDAY /11:00-13:00

SESSION-1 HALL-1
MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Ahmet ESER

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mehmet Emin ÇETİNKAYA Hülya ARAM	Dicle University	The Impact Of Agriculture On Economic Development: The Case Of Turkey
Resc. Assist. Taner ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Mümin Gökhan ŞENOCAK	Atatürk University	The Importance And Effectiveness Of Ointment Use In Veterinary Surgery
Resc. Assist. Taner ARSLAN Assoc. Prof. Dr. Sıtkıcan OKUR	Atatürk University	Wobbler Syndrome In Dogs: Causes, Clinical Symptoms, And Treatment Options
Academician Prof Dr Ivan PAVLOVIC DVM Vlada ANTIĆ DVM Nikola NEDELJKOVIC DVM Igor UCAJEV DVM Bojana UCAJEV DVM Danijel SAVIC DVM Dragana PETKOVIC	Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Veterinary Abulance ''Djole and Prle'', Veterinary Abulance '' Šapa'', Veterinary Abulance Doktor Dača, Veterinary Abulance ''Pet Wellness EVA'', Belgrade, Serbia	Protozoan Parasites Of Pet Dogs In Central Belgrade Municipial In Period 2021 - 2023
Assist. Prof. Dr. Ahmet ESER	Siirt University	Using Genome-Wide Association Studies (GWAS) In The Identification Of Effective Genetic Factors On Spermatological Parameters

19.04.2025
SATURDAY /11:00-13:00

SESSION-1 HALL -2
MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Abdülazim İBRAHİM

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mustafa Berkan URHAN	Karabük University	The Principle Of The Rule Of Law In Light Of Council Of State Decisions
Muttalip HANÇER	Karabük University	State Of Emergency And Fundamental Rights: Legal And Financial Reflections After The 06 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes
Hakan ÇEBİ Monther ALHOSHAN	Kocaeli University	The Method Of Recognition Of Turkish Judicial Decisions Before Syrian Courts
Assist. Prof. Dr. Abdülazim İBRAHİM	Karabük University	Anayasaların Hukuki Üstünlüğü Ve Ön Sözlerinin Bağlayıcılığı
Md. Ashraful AMIN Mst Amena KHATUN Abdul Kader JELANE Mehedi HASAN Fahim Azizur RAHMAN	Tokyo international University, Japan, University of Rajshahi	South China Sea Disputes: Impact on Trade, Shipping, and International Maritime Law
Cihat KAHRAMAN	Karabük University	Right to Apply Individually: The Constitutional Court and Legal Protection Against Human Rights Violations
Babur HAYA	Kırşehir Ahi Evran University	The Reasons For The U.S. Withdrawal From Afghanistan
Bəbirova Sürəyya Həsən qızı	Azərbyacan Dövlət Pedagoji Universiteti	Aktual tibbi-sosial problemlər. Narkomaniya
Prof. Dr. Süreyya YİĞİT	New Vision University, Tbilisi, Georgia	Transcaucasia: Developments and Challenges

19.04.2025
SATURDAY /11:00-13:00

SESSION-1 HALL -3
MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Defne ÖCAL KAPLAN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Zafer KADIRHAN	Ankara University	Investigating The Impact Of Ai-Enhanced Learning In Programming Education
Assoc. Prof. Dr. Defne ÖCAL KAPLAN	Kastamonu University	Determining The Relationship Between Anthropometric Hand Measurements And Performance In Table Tennis Players
Dr. Ferhat ÖZDEMİR	MEB, Malatya	Reliability Generalization Meta-Analysis Of Mathematics Literacy Self-Efficacy Scale
Dr. Ferhat ÖZDEMİR	MEB, Malatya	A Bibliometric Analysis Of Studies On Apos Theory
Gönül TEKKURŞUN DEMİR Mehmet Emin OSMANAĞAOĞLU Batuhan BATU	Gazi University, Kafkas University	The Relationship Between Emotional Intelligence And Mental Training: A Study On Athletes With Physical Disabilities
Özge GÜRLEYÜK KOÇ Dr. Barış KALENDER	MEB Saruhanlı, Manisa, Gaziantep University	Effects Of Reading Circle Method On Reading Comprehension Achievements, Reading Motivations And Reading Attitudes Of Primary School Third Grade Students
Erdin GÜLEÇ Dr. Barış KALENDER	Gaziantep University	Hayat Bilgisi Dersinde Çocuklar İçin Felsefe (P4c) Uygulamasının Yaratıcı Düşünme Becerilerine Etkisi

19.04.2025
SATURDAY /12:00-14:00

SESSION-2 HALL-3
MODERATOR: Prof. Dr. María Cruz CUEVAS ÁLVAREZ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Ghita BENKIRANE, Laila MANNI, Emilie DUMAS, Adem GHARSALLAOUI, Samir ANANOU	Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Morocco.	Investigation of the biopreservative potential of bacteriocin F21 against pathogenic and spoilage bacteria on various food matrices
Ghita BENKIRANE, Laila MANNI, Emilie DUMAS, Adem GHARSALLAOUI, Samir ANANOU	Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Morocco.	Evaluation of microencapsulated probiotic *Enterococcus durans* F21 against pathogenic and spoilage microorganisms in foods
Habib Shehu JIBRIN, Muhammad Kabir IDRIS, Aminu Adamu AHMED, Usman Yahya IBRAHIM	Gombe State University, Nigeria, Abubakar Tafawa Balewa University, Bauchi	Smart Contracts and Supply Chains: A Review of Leveraging Blockchain for Transparency and Efficiency
Assist. Prof. Dr. Ishwar MITTAL Assist. Prof. Dr. AARTI Assist. Prof. Dr. Rosy DHALL Assist. Prof. Dr. MIKUL	Maharshi Dayanand University, Gandhinagar University, Maharishi Markandeshwar University,	Workplace Bullying in Indian Higher Education Institutions
Ms. Tran Thi Thanh HANG, Nguyen Thi Khanh LY	Thu Dau Mot University, Vietnam	Internalizing The International Standards On The Rights Of Persons With Disabilities In Vietnam
Asmat Ullah YAHYA, Muhammad FARMAN, Sohaib ABDAL, Ali AKGUL, Nadeem SALAMAT, Sajjad HUSSAIN	Khwaja Fareed University, Pakistan, Near East University, Cyprus, Lebanese American University, Lebanon Hanyang University, Korea, Siirt University, Nanyang Technological University, Singapore	Modeling of micropolar hybrid nanofluids flow across porous medium between permeable parallel plates with non-linear thermal radiative in MHD
Muhammad Tauqeer JABBAR, Asmat Ullah YAHYA, Sohaib ABDAL, Sajjad HUSSAIN, Zaheer ABBAS	Khwaja Fareed University, Pakistan, Lebanese American University, Lebanon, Nanyang Technological University, Singapore	Magnetohydrodynamic Stagnation Point Flow Of Nano Fluids Towards A Tretching/Sharinking Vertical Sheet
Prof. Dr. María Cruz CUEVAS ÁLVAREZ Prof. Dr. Marcos PÉREZ MENDOZA Student Alex PÉREZ CUEVAS	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Mexico, Universidad Olmeca, Faculty of Psychology, Tabasco, Mexico	Internationalization Of The Curriculum: Development Of Research Competences In Students From The Professor's Teaching Experience
Prof. Dr. Marcos PÉREZ MENDOZA Prof. Dr. María Cruz CUEVAS ÁLVAREZ Student Alex PÉREZ CUEVAS	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Mexico, Universidad Olmeca, Faculty of Psychology, Tabasco, Mexico	Strategy Of The Internationalization Of The Curriculum: Artificial Intelligence For The Development Of Specialized Skills On Students Of The Administrative Economic Area

19.04.2025
SATURDAY /12:00-14:00

SESSION-2 HALL-4
MODERATOR: Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
EZIN Richard, AISSI Jean-Roitinos, SODJI Jean, AKOGBETO Nadine, AZIAN Donatien, ASSOGBA Sylvestre, GOUTHON Gilchrist, FASSINOU Jonas, DOHAMI Amaleck, HOUNDONOUGBO Pierrette, ADONON Brice, GBESSO Florence, TECHOU Roland, MONTCHO Bruno, ABDOULAYE Djafarou	University of Abomey-Calavi (UAC), Benin,University of Abomey-Calavi (UAC),Benin	Impact Of Climate Variability On Food Security In The Commune Of Ouesse, Benin
Maham MARY, Aqsa FIAZ, Amna REHMAN, Ihsan ASHRAF, Talha JAVAID, Zulfiqar KHALID, Dr. Mah Ru Nisa ATIF	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	A Survey of Telepharmacy technologies in Punjab , Pakistan
Inaam-Ul-WAHEED, Muhammad SAQIB, Zafar ABBAS, Sara JAWAD, Rubab RAIS, Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	To Assess the impact of Isotretinoin-Induced Psychiatric Disorders among patients in Lahore, Pakistan
Research Scholar, Saloni SHARMA MSc. Clinical Research Student, Suhani SHARMA	Jamia Hamdard University (Deemed to be University), India	The Future of Work: Will Humans Compete with AI?
Houcine MILOUDI Abdelber BENDAOUD Mohammed Hamza BERMAKI	Djillali Liabes University Sidi-Bel-Abbes, ALGERIA	Modeling Of EMC Filters For Hih-Frequency Electromagnetic Compatibility
Samuel TANVEER, M. Zeeshan TAJ, Muhammad Tanzeel ANJUM, Atiqa MESHI, Umme-HABIBA, Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF, Dr. Nabiha IQBAL	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Comparing Novel Drug Therapies To Current Treatment Of Osteoarthritis
Muhammad Faraz AWAN, Syeda Fiza KAZMI, Bushra ASLAM, Raza Ul MUSTAFA, Abdul RAHMAN, Dr. NABIHA, Dr. Mah Ru Nisa ATIF	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	To evaluate ‘’From consultation to follow up how virtual medical assistance helps?’’
M. Aliyan SADDIQUE, Kiran NASIR, Noor FATIMA, Haider ALI, Junaid JAVED, Dr. Mah Ru Nisa ATIF	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Beyond The Label: Exploring The Benefits & Risks Of Off-Label Drugs Use In Hospital’s

19.04.2025
SATURDAY /12:00-14:00

SESSION-2 HALL-5
MODERATOR: Dr. Nabiha IQBAL

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF, Kamran SHEHZAD, Muhammad Affaq ALI, Muhammad GHILMAN, Muhammad Haris SHAH, Arbaab HUSSAIN	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Clinical Knowledge Assessment of Dermatologist Providers for Laser Therapy in Treating Dermal & Epidermal Hyperpigmentation:
Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF, Dr. NABIHA, M. Zohaib Bin ZAFAR, M. ABUBAKAR Umar MAQSOOD, Adnan NAWAZ Aqsa HAMID	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Analyzing The Impact Of Knowledge And Behavioral Modificational Strategies For Effective Smoking Cessation
Sana AMJAD, Sana FATIMA, Shehzad FAREED, Qudrat KHAN, Talha ZAHID, Dr. Mah Ru Nisa ATIF, Dr. Nabiha IQBAL	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Uplifting Quality of life in IBS (irritable bowel syndrome). A health oriented perspective
Sana RASHEED, Abdullah ZAFAR, Habiba TAYYABA, Muhammad HAMZA, Amna WAQAR, Zonia MEHMOOD, Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF, Dr. Nabiha IQBAL	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Assessing The Link Between Air Pollution And Acne Prevalence Among Young Adults In Lahore: A Study On The Effects Of Environmental Stressors
M. Abu BAKR, Muhammad ZAID, Muhammad UMAIR, Irsa QASIM, Ayesha ASGHAR, Dr. Mah Ru Nisa ATIF, Dr. NABIHA	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Managing acne induced post inflammatory hyperpigmentation by using dermocosmetics
Mudassir HAFEEZ, HASHAAM, Kashif ZUBAIR, Aamir SOHAIL, Sumaira YOUNUS, Dr. Nabiha IQBAL, Dr. Mah Ru Nisa ATIF	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Assessing osteoporosis and its aggravating pharmaceutical associated adverse effects in Lahore Punjab, Pakistan
Dr. Mah Ru Nisa ATIF, Dr. Nabiha IQBAL, Kamran SHEHZAD, Muhammad Affaq ALI, Muhammad GHILMAN, Muhammad Haris SHAH, Arbaab HUSSAIN	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Assessment Of Clinical Knowledge Dermatologist About Laser Therapy To Treat Hyperpigmentation
Asad ULLAH, Muhammad SHAKEEL, Farwa SANA, Abdul QAYYUM, Fizza SHOUKAT, Dr. Nabiha IQBAL, Dr. Mah Ru Nisa ATIF	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Evaluating The Intensity of Dysthymia and Their Clinical Manifestation on Clinical Practitioners During Research-Based Studies

19.04.2025
SATURDAY /12:00-14:00

SESSION-2 HALL-6
MODERATOR: Zouhir BOUMOUS

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Dr. Mah Ru Nisa ATIF, Abubakar SYED, Osama BAIG, Akash QASIM, Mishal JAVID, Shahbaz JUTT	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Investigation of the Impact of Gastrointestinal Diseases and Dietary Factors on the Occurrence, Prevalence, and Severity of Mouth Ulcers
Muhammad RAFAY, Faizan AHMED, Fiza NOOR, H. M. Umer SALEEM, Dr. Nabiha IQBAL, Dr. Mah Ru Nisa ATIF	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Clinical study to evaluate the treatment of vitiligo by using aesthetic methods
Taskeen FATIMA, Mahna FATIMA, Areeba ARIF, Mehran MAJEED, Raheela MUQADUS	Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan	Formulation And Evaluation Of Otf Of Cetirizine For Rapid Systemic Action
Zouhir BOUMOUS, Hadia BELHOUCHET, Med Mounir ABBAS, Rayane Yasmine MAHFOUDI, Med Abd Errezak GHELLOUCI	University of Souk Ahras, Algeria	AI-Based Fault Detection and Diagnosis in Hybrid Wind-PV Energy Systems
Samira BOUMOUS, Zouhir BOUMOUS, Hadia BELHOUCHET, Sabrine MOURAKEB, Med Abd Errezak GHELLOUCI	University of Souk Ahras, Algeria	AI-Driven Aging Analysis of Photovoltaic Panel Materials for Enhanced Durability
Toumi MERIEM, Abdelli Islem SAFIA, Abdelmalek FATIHA, Addou AHMED	Abdelhamid Ibn-Badis University, Mostaganem, Algeria	Production of biogas in Algeria: methods and challenges
S. Sheron KEVIN, M. K. VIJAYALAKSHMI, V. SELVAKUMAR, S. VENKATESHWARAN, E. Hamsini EISHA, A. ASHWINI	Bharath Institute of Higher Education and Research	Pharmacological Activity Of Blackcurrants' (*Ribes Nigrum* L.)

19.04.2025
SATURDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-7
MODERATOR: Dr. M. K. VIJAYALAKSHMI

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Rabar Mohammed Hussein	Medical Laboratory Technician Department, Noble Technical Institute	Biotic Drivers of Seasonal and Spatial Variability in Riverine Phytoplankton Communities
Babani Abdullahi UMAR, Zaharaddini Haruna MUSA, Muttaka Aminu SHITU, Abubakar ISAH, Abdullahi ABBAS, Rabi'u MUHAMMAD	Bauchi State University, Jigawa State College of Remedial and Advanced Studies, Nigeria	An Inventory Model For Delayed Deteriorating Items With Lead Time And Quadratic Time Dependent Holding Cost
Hassan ABDULMUMINI	Federal Polytechnic Bali, Taraba State	The Impact Of Crop Rotation And Diversification On Soil Fertility
Christian Putra SIMANJUNTAK, April AMBARITA	Universitas Kristen Indonesia	Transformational Leadership in Schools: Fostering a Culture of Continuous Improvement
Maryam HASSAN	Ahlul bayt international university of Iran	Women and Family: The Interplay of Roles and Dynamics
Zakriya PARVEEN, Umm Eman SYED, Warda ZAINAB, Neelam BIBI, Dr. Anam KHAN	Rawalpindi Women University, Rawalpindi	Moderating Role of Parental Favoritism in Relationship Between Siblings Rivalry and Quality of Life among Young Adults
K. POOJA Dr. M. K. VIJAYALAKSHMI	Bharath Institute of Higher Education and Research	Review on Medication error
Senior Lecturer, Pooja SHUKLA	Hong Kong Metropolitan University, Hong Kong	Board Composition and Boardroom Dynamics: A Comparative Analysis Across Different Governance Structures
Mohammed OUINTEN, Riyadh ROUABHI, Abdelghafour HERIZI	Mohamed Boudiaf University of M'sila (28000), Algeria	Robust non-linear control of a doubly-fed induction generator

19.04.2025
SATURDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-8
MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Mehwash KASHIF

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mohd Arsh KHAN Saimah KHAN	Integral University, Lucknow, India	Advanced Strategies for the Removal of Pharmaceuticals from Wastewater
Sanae HANINE	Hassan I University – Settat – Morocco	Geopolitics of Energy: How is Morocco Reshuffling the Cards?
Bratislav PEŠIĆ Nikola STOLIC	Toplička Academy of Vocational Studies, Prokuplje, Serbia	Photo Hunting The Green Side Of Hunting Tourism
Faisal NAZIR	The University Of Agriculture, Pakistan	Production And Characterization Of Carbon Nanotubes From Biochar Under Microwave Irradiation
Mohd Danish KHAN, Shirin Mahapara KHAN, Mohd Arsh KHAN, SHAIZEE	University of Lucknow, India	Antibacterial potential of methanolic extract of *Moringa oleifera* fruit
Assoc. Prof. Dr. Mehwash KASHIF, Anusha AHMED, Asma Bint-e-ADIL	Karachi Metropolitan University, Pakistan	Microbial Modulation Therapy For Cancer Patients- A Systematic Review
Wazeeha Zubair ANSARI, Mohd Arsh KHAN, Rizwan HUSSAIN	Aligarh Muslim University, Integral University, India	Advanced Oxidation Processes (AOPs) for Sustainable Pollution Control: Emerging Trends and Challenges
Izuogu, C.U., Okonwe, P.N., Njoku, L.C., Ibrahim-Olesin, S., Umeh, N.E., Agou, G.D., Iroegbu, S.C	----------	Access and Use of Information and Communication Technology Among Rice Farmers in Ishielu, Ebonyi State, Nigeria

19.04.2025
SATURDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-9
MODERATOR: Dr. Chandani SHARMA

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Favour C. Uroko (Ph.D)	University of Nigeria, Nsukka	Increasing Murders in Hotels in Nigeria in Light of Judges 4:17-19
Rubia JALAL Gopinathan. R.	University of Jammu, India	Dynamic relationship between energy prices and macro-policy variables in BICS: Evidence from Multiple Threshold Model
Sufia Anis KHAN Mohd Arsh KHAN	University of Lucknow, India	AOPs for a Greener Tomorrow: Emerging Trends in Pollution Control
Research Scholar, Amritha L. J. Dr.A. Alex Assoc. Prof. Dr. Stalin Panneer SELVAM	Annamalai University, University Padur, Chennai, India	Influence Of Occupational Stress Management Strategies On Employee Productivity"
Assist. Prof. Amritha L. J. Sreejith J.	SRM University Delhi-NCR	The Governance of International Finance
Olaomi A. A., Olakunle D. E., Adeyemi, T. A., Olubenshe, C. T.	Federal University Lokoja, Nigeria	Antifungal Properties Of *Vernonia amygdalina* (Bitter Leaf) Extracts Against *Rhizopus stolonifer* Associated With Sweet Potato Spoilage
Dr. Chandani SHARMA	MMICTBM (MCA) Maharishi Markandeshwar (Deemed to be University) India	Tree-Plot Algorithm for Interactive Visualization of Large Datasets Using H_2O's In-Memory Node Technique
Rashna MIRZA, Mohsin FAWAD, Amjad Ali SHAH, Kifayat Ullah SHAH, Atif Ullah KHAN, Naveed AHMED, Muhammad AMER	Quaid-i-Azam University, Abasyn University Islamabad; Pakistan	Pectin based Stimuli Responsive Nanovesicles: A Promising Strategy for Sustained Release, and Augmenting Bioavailability of Gemcitabine

19.04.2025
SATURDAY /12:30-14:30

SESSION-3 HALL-10
MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Priya CHOUDHARY

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Rayan Ikram ADDOUN	University M'hamed Bougara of Boumerdes, Algeria	Decay Rates And Eigenvalue Asymptotics For Abstract Strongly Coupled Hyperbolic Equations With Infinite Memory
Erion SUKAJ, Eldores SULA, Valbona ALIKO	Western Balkans University, University of Tirana, Albania	Insights from Human Erythrocyte "in vitro" Model of ZnONPs Cytotoxicity Testing
Gedam, TOLA Abaineh, MUNSHEA Sissay, MENKIR	Bahir Dar University P. O., Debark University, Ethiopia	Knowledge, Attitudes, And Practice Of Farmers Towards Ticks And TBD In Selected Districts Of West Gojam Zone, ANRS , Ethiopia
Gedam, TOLA Abaineh, MUNSHEA Sissay, MENKIR	Bahir Dar University P. O., Debark University, Ethiopia	Epidemiology and species diversity of tick infesting cattle in Ethiopia: Systematic review and meta-analysis
Assist. Prof. Dr. Priya CHOUDHARY	MIER College of education Jammu	Impact of Music Therapy on Emotional Well-Being Among Elderly People in India: A Review
Afaf BENHOUDA Djahida BENHOUDA Soumia BENHOUDA Mourad HANFER	University of Mustapha Ben Boulaid, Hospital center Fesdis, University of Mentouri Brothers, Algeria.	Investigation of the impact of pregnancy-induced hypertension on expectant mothers at the Batna Maternity Center in Algeria
Olatunji Temilade AFOLASADE Omisakin Adeyemi MATHEW	The Federal Polytechnic, India	The Objectification of Women in Nigerian and American Music Videos: A Critical Analysis
R. VIDHYALAKSHMI K. RAJAGANAPATHY	Bharath Institute Of Higher Education And Research,India	Investigation of the Degradation Pathways of a Pharmaceutical Compound using LC-MS/MS and NMR Spectroscopy

19.04.2025
SATURDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-11
MODERATOR: Abbas Eghbal MEHRAN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Taskeen FATIMA, Mehran MAJEED Mahna FATIMA, Raheela MUQADUS, Areeba ARIF, Dr. Nabiha IQBAL, Mah-ru-nisa ATIF	Hajvery University	Correlation Study On Etiological Factors Of Heart Disease In Diabetic Patients In Lahore, Pakistan
Sergey PUKHLİK, Alexander ANDREEV, Irina TAGUNOVA, Alexander PLAKIDA, Nataliya IVCHENKO	Odessa National Medical University, Ukraine	Application Of Squalene For Long-Term Remission In Chronic Dermatosis Of The External Auditory Canal
Ana-Lucia BLENDEA, Alin CIOBICA, Ioan GOTCA, Andreea GHERASIM, Ionut RATA	University of Medicine and Pharmacy, Alexandru Ioan Cuza University, Socola Psychiatry Institute, Romania	Clinical Evaluation of Ozempic: A Systematic Review of Its Role in Type 2 Diabetes and Weight Management
Prema Siva Naga Teja ALAPATI Baljeet Singh SAHARAN Meena SINDHU Ankush DHANDA Tejashree MUSINI	Chaudhary Charan Singh Haryana Agricultural University, India	Identification and Analysis of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria from Sorghum Plants
Chaymae GHAFFOULI, Khaoula FAIZ, Adil ROUKBANI, Bouchra LOUASTE	Dhar El Mahraz, Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Morocco	Valorization of Essential Oils and Plant Extracts: Biological Properties and Applications in Food Safety and Preservation
Abbas Eghbal MEHRAN Kosar ADIBANKHAH	Shahid Chamran University of Ahvaz, Payam Noor University of South Tehran, Iran	Investigating The Role Of Wrestling And Its Relationship With The Government And People During The Qajar Period
IDRIS, Ibrahim YUNISA, Yahaya EDOKA, Romanus OTORI, Emmanuel Adeiza OLORUNTOBA, Olatunbosun Halleluya MOSES, Sunday Adeyemo	Kogi State College of Education Technical, Nigeria	Re-imagine Technology Education Through Innovative And Creativity Amongst Junior Secondary School Students In Kogi State, Nigeria
Dr. Mah-ru-nisa ATIF, Abubakar SYED, Dr. NABIHA, Mishal JAVED, Osama BAIG, Akash QASIM, Shahbaz JUTT	The Hajvery University Euro Campus, Pakistan	Investigation of the Impact of Gastrointestinal Diseases and Dietary Factors on the Occurrence, Prevalence, and Severity of Mouth Ulcers

19.04.2025
SATURDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-12
MODERATOR: Assoc. Prof. Hemlata SHARMA

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Hemlata SHARMA	Kurukshetra University	Breaking The Glass Ceiling: An Examination Of Women's Participation In Leadership Positions In India's Government, Judiciary, And Startup Ecosystem
Mohammad Reza ALAM Abbas Eghbal MEHRAN	Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran	Studying the impact of the Iran-Russia wars on the social and economic situation of Iranian Armenians during the Qajar period
Pooja RASAL Gaurav KASAR	JES's SND College of Pharmacy, India	Application Of Phytosome In Wound Healing
Wefa BOUGHRARA, Amina LAKMECHE, Fatma BELHOUCINE, Amel ALIOUA BERREBBAH	LATES, University of science and technology of Oran Mohamed Boudiaf, Algeria	Risk Stratification and Consequences of Taxane-Induced Adverse Events in Lung Cancer Therapy
Nesrine BENKHAIRA, Saad Ibnsouda-KORAICHI, Kawtar Fikri-BENBRAHIM	Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fes, Morocco	Exploring the Therapeutic Potential and Phytochemical Composition of a Northern Moroccan Medicinal Plant
Dr Abdelmalek Farouk TEDJARI Dr Leila Rahmani-KELKOUL	Ferhat Abbas University, Sétif 1, Algeria	Gate, Tracking, And Field Survey Methods For The Assessment Of Two Public Spaces In Setif (Algeria)
Dejan SREDOJEVIĆ Miloš DRAGOSAVAC Slobodan POPOVIĆ	High School of Modern Business, Faculty of Economics and Industrial Management, Serbia	Frameworks For Introducing Internal Control And Financial Management And Control In The Business Of Enterprises With The Participation Of The It Sector Regarding It Systems
Dejan SREDOJEVIĆ Miloš DRAGOSAVAC Slobodan POPOVIĆ	High School of Modern Business, Faculty of Economics and Industrial Management, Serbia	Modeling The Impact Of The Basic Framework Of Internal Audit And The Impact Of The It System On The Improvement Of The Overall Business

19.04.2025
SATURDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-13
MODERATOR: Assist. Prof. Aashish DHIMAN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Yusuf Kolapo IBRAHIM Samuel Seun SALAKO	Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State	Evaluating the Effectiveness of Public-Private Partnerships in Urban Transportation Systems: A Business Model Perspective
Snehal SALUNKHE, Darshan MALI Bhagyashri GONDKAR, Pradnya SAWAT, Prof. Jyoti YADAV	------	Agro tourism as a business model- Explore how farmers can generate additional revenue through tourism
Sakineh SOJOODI Shaghayegh NARIMANJAHAN	University of Tabriz, Iran	Investigating the Role of Institutional and Supportive Aspects on Innovative Entrepreneurship in Developing Countries
Yimesgen Mehari KEBEDE Awoke Andargie TIRUNEH Endalew Getnet TSEGA	Bahir Dar University, Ethiopia	Fitted Operator Method for Singularly Perturbed Delay Parabolic Problems with Boundary Turning Points
Assist. Prof. Aashish DHIMAN	Uttaranchal University, India	Gig Economy: The Transformation Of Traditional Employment
Dr. Irfan BASHIR, Dr. Afshan NASEEM, Dr. Fariha GUL, Dr. Aisha SAMI, Dr. Almas SHOAIB, Arfa MUNIR, Farzana IQBAL	University of Management and Technology, Air University, Kinnaird College for Women, (A Charted University), Pakistan	Effect of Domestic Philosophy on Undergraduate Student's Communication Skills
Ph. D Scholar, GUNASEKAR G.	Tamil Nadu Agricultural University	Insect-Borne Zoonotic Diseases: Transmission, Impact and Prevention
Najira Agasa NUHU, Rachael Kunaba TAGWAI, Caleb LUKA	Kaduna State College of Education, Nigeria	Impact Of High Inflation On Savings And Defensive Strategies To Adopt In Nigeria

19.04.2025
SATURDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-14
MODERATOR: Dr. Khanh Giang LE

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Saeed Ahmad ZAMAN, Dr. Naima NAWAZ, Dr. Zain NAWAZ, Dr. Ijaz ASHRAF, Dr. Muhammad IDREES, Nadia IDREES, Lubna ANJUM, Dr. SHAHZAD, Ayesha RIAZ, Abdul RAHMAN	The University of Lahore, University of Agriculture Government College University, Pakistan	Role of Tradtional and social Media in Democracies
Saeed Ahmad ZAMAN, Dr. Naima NAWAZ, Dr. Zain NAWAZ, Dr. Ijaz ASHRAF, Dr. Muhammad IDREES, Nadia IDREES, Lubna ANJUM, Dr. SHAHZAD, Ayesha RIAZ, Abdul RAHMAN	The University of Lahore, University of Agriculture Government College University, Pakistan	The Impact of Migration on Pakistan's Economy and Society
Saeed Ahmad ZAMAN, Dr. Naima NAWAZ, Dr. Zain NAWAZ, Dr. Ijaz ASHRAF, Dr. Muhammad IDREES, Nadia IDREES, Lubna ANJUM, Dr. SHAHZAD, Ayesha RIAZ, Abdul RAHMAN	The University of Lahore, University of Agriculture Government College University, Pakistan	The Effects of Immigration on the Pakistan's Economy
Saeed Ahmad ZAMAN, Dr. Naima NAWAZ, Dr. Zain NAWAZ, Dr. Ijaz ASHRAF, Dr. Muhammad IDREES, Nadia IDREES, Lubna ANJUM, Dr. SHAHZAD, Ayesha RIAZ, Abdul RAHMAN	The University of Lahore, University of Agriculture Government College University, Pakistan	The Contribution of Workers' Remittances to Economic Growth in Pakistan
Agbata Benedict CELESTINE, Agbebaku Dennis FERDINAND, Collins Obiora CORNELIUS, Raimonda DERVISHI, Ezeafulukwe Uzoamaka AZUKA, Zhifka Muka MECO, Mbah Godwin Christopher EZIKE	Confluence University of Science and Technology, Osara, University of, Nigeria, Polytechnic University of Tirana, Albania	Mathematical Modelling and Analysis of Tuberculosis Vaccination Model with Impact of Environmental Interventions
Dr. Khanh Giang LE	University of Transport and Communications, Hanoi, Vietnam	Spatial Analysis To Improve Urban Traffic Management
José FERNANDES Prof. Nuno BAPTISTA, PhD. Marianys FERNÁNDEZ	Polytechnic Institute of Leiria, Portugal, Universidad de Sevilla, Spain	How Does Digital Transformation Enable Open Strategy?
Mary NARANJO Prof. Nuno BAPTISTA, PhD. Marianys FERNÁNDEZ	Polytechnic Institute of Leiria, Portugal, Universidad de Sevilla, Spain	Computer-generated influencers vs human influencers in digital marketing: A Literature Review

19.04.2025
SATURDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-15
MODERATOR: Prof. Dr. Jyoti S. YADAV

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Md. Mizanur RAHMAN	Gopalganj Science and Technology University, Bangladesh	Determinants of Bangladesh's Low Tax-to-GDP Ratio: An Empirical Assessment
Abhijeet MALI, Sanket MHETRE, Pratik DAFALE, Raj KAKADE Prof. Dr. Jyoti S. YADAV	SDGI Global University, Ghaziabad, India	Study on Pet handling Equipment during medical treatment
Rushikesh JADHAV, Vaishanavi PATIL Sanika YADAV, Pranoti JADHAV, Prof. Dr. Jyoti S. YADAV	SDGI Global University, Ghaziabad, India	Climate change and its effects on Polar Wildlife
Soukaina EL KHALKI, Abdellatif LAMHAMDI, Rachida ELBARGHMI	Abdelmalek Essaadi University, Tanger, Morocco.	Evaluation of the Microbiological and Physical-Chemical Quality of Water Supply in the Oujda Region
Lamiae OULBAZ, Meriem KASBAJI Zineb KASSAB, Abdelwahed CHARI Jones ALAMI, Mouad DAHBI ,Mounir EL ACHABY	Mohammed VI Polytechnic University, Morocco	Innovative Hard Carbon Anodes Derived from Lignocellulosic Biomass for High-Performance Sodium-Ion Batteries
Manal EL BAZ, Taher ZAKI Hassan DOUZI	International University of Agadir, Ibn Zohr University, Morocco	Detection Of Red Traffic Signs Under Variable Lighting And Weather Conditions
Fatima Abdou-ALLAH, Fouzia HMIMID, Meryem SOUIDEK, Lamiaa AIT SI, Ismail GUENAOU, Fatima Ez-zahraa OUSAID, Imane Nait IRAHAL, Kabine MOSTAFAA, Noureddine BOURHIMA	Hassan II University, University Chouaîb Doukkali, Hassan II University of Casablanca, Morocco	Integrated Analysis of the Phytochemical Profile, Antioxidant and Antimicrobial Activities, and Safety of Ephedra fragilis Infused Extract
Meryem SOUIDEK, Fouzia HMIMID Fatima Abdou-ALLAH, Lamiaa AIT SI, Fatima Ez-Zahra OUSAID, Faiza CHBEL, Houssine AZEDDOUG	Hassan II University of Casablanca, Morocco, University Chouaïb Doukkali, Morocco	Phytochemical composition, antioxidant potential, and pharmacological activities of the aqueous extract of *Cynara cardunculus* L. (Asteraceae) from Morocco
Yassine ELJAOUHARY Abdelghani QADEM Sebastien LEBAUT Najat ITOBI	Sultan Moulay Slimane University, Morocco, University of Lorraine, France	Vegetation Cover Dynamics in the Central High Atlas: The Case of the SIB Boutferda Forest

19.04.2025
SATURDAY /13:30-15:30

SESSION-4 HALL-16
MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Vasanthi MUNIASAMY

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Vasanthi MUNIASAMY	King Khalid University, Abha, Saudi Arabia	The Impact of AGI on Future Humanity
Saloua FILALI, Abdelkader NASSER Abdellah Azougay	Mohammed Premier University, Morocco	Innovative Use of Recycled Marble Waste in Concrete: Mechanical and Environmental Insights
Margaret Toluwalope OMOLEYE, Fiyinfoluwa Tijesunimi LAOYE, Bobinihi Maria OLUFUNKE, Yetunde O. OLADIGBOLU, Samuel Abiodun AYANWOLE, Amos ADEGBALA	Cocoa Research Institute of Nigeria	Precision Agriculture: A Possible Bedrock On Which Nigeria Past Glory In Cashew Production Can Be Rebuilt/Restored
OMISAKIN, Adeyemi Mathew ADESIYAN, Oyinade Funke	Osun State Polytechnic, Nigeria	Linguistic Representation of Change: The Stylistic Evolution of Kambili's Narrative Voice in Chimamanda Adichie's *Purple Hibiscus*
Hafsa SAF, Hicham CHARIFI, Khalid BOUABID, Haytam MOUHIB, Mariam BOUFRIOUA	Ibn Zohr University, Morocco	Advancing Thin-Film Material Engineering for Enhanced Efficiency in Solar Energy Devices
Full-Professor PhD. Habil. Cristina Raluca Gh. POPESCU	Romania and The Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania	Intellectual Capital-Driien Innovation, Performance, And Technology Towards The Sustainable Development Goals
Zineb ELABOUDI, Samira EL AOUIDI, Radouan SAADI, Azzouz BENKDAD, Zineb EL Mouridi, Abdelmourhit LAISSAOUI, Abdelaziz MADINZI, Salah SOUABI	University of Hassan II Casablanca, Morocco	Transfer factors of radionuclides from soil to plants in semi-arid region in Morocco
Fouzia BENOUDJIT Yasmine CHAFAI	M'hamed Bougara University, Boumerdès, Algeria	Quality Evaluation Of Perfumed Body Lotion: Physico-Chemical Properties And Rheological Behaviour

16-20.04.2025

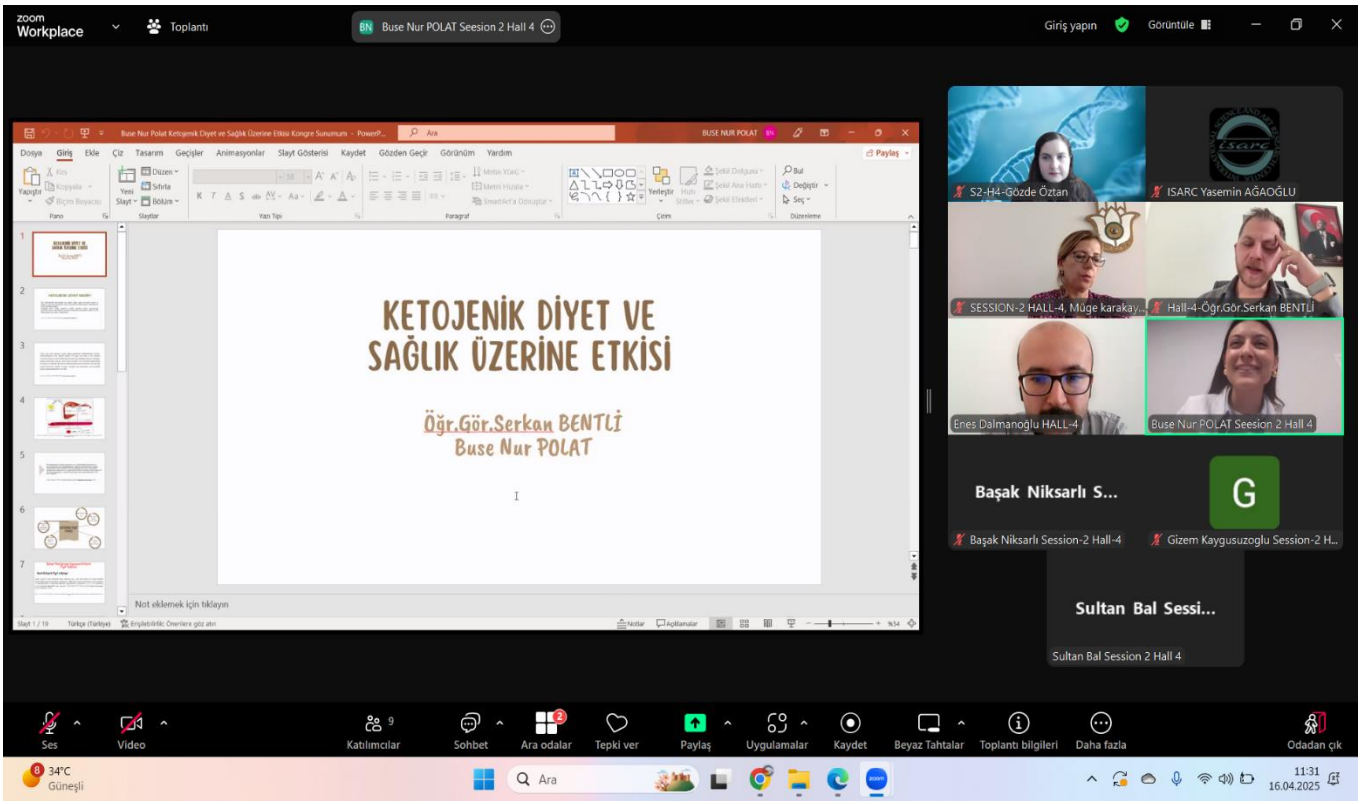
ONLINE EXHIBITION

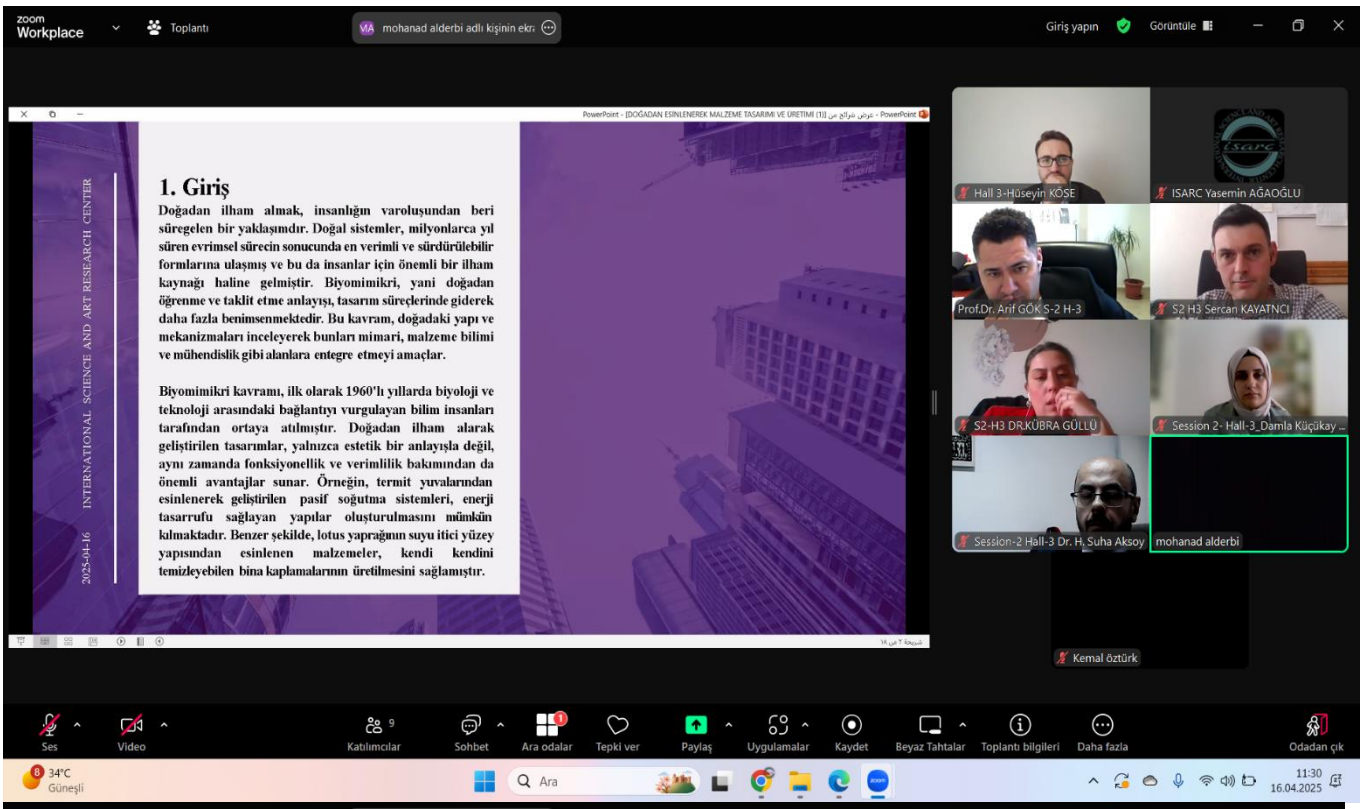
AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc. Prof. Dr. Haldun ŞEKERCİ	**Kütahya Dumlupınar University**	**ANADOLUNUN MOTİFİ TAKININ SÜSÜ**

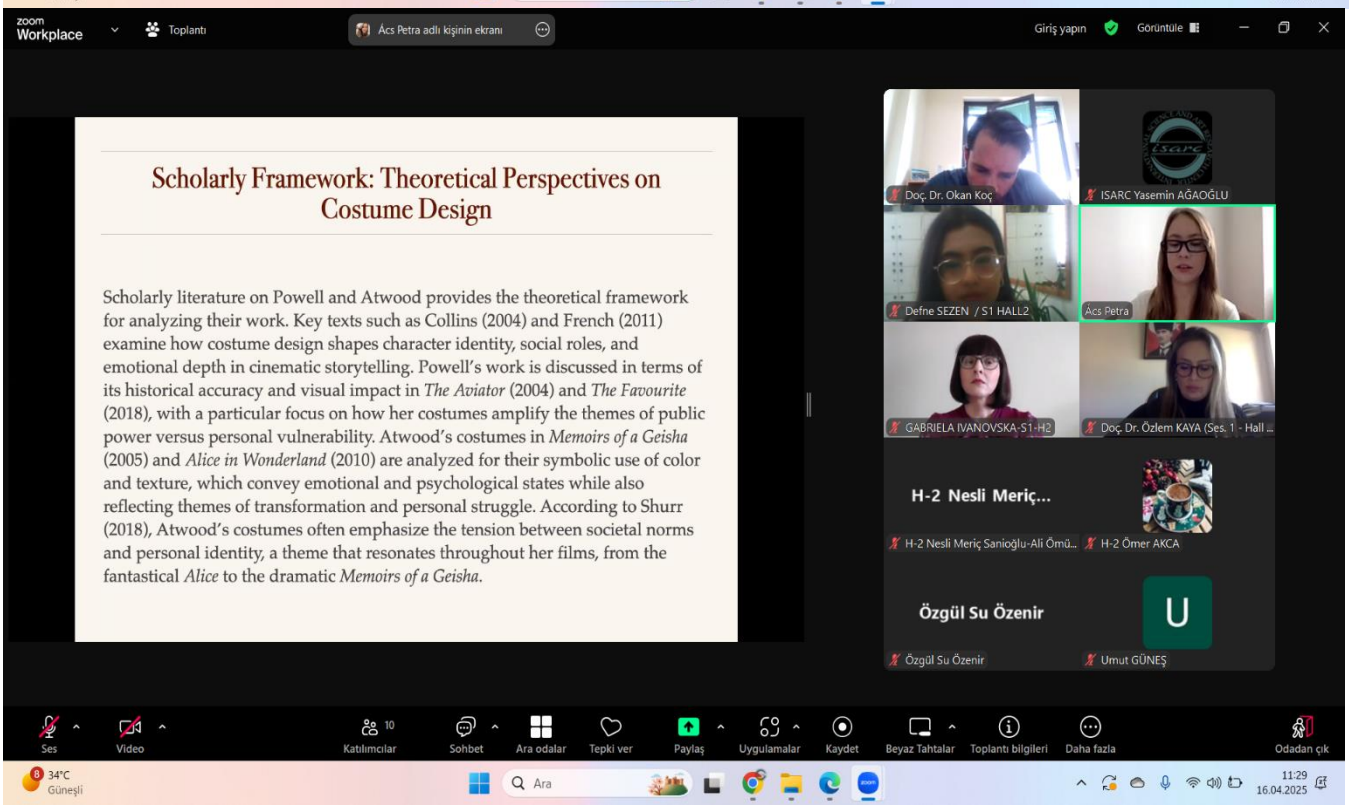
PHOTO GALERY

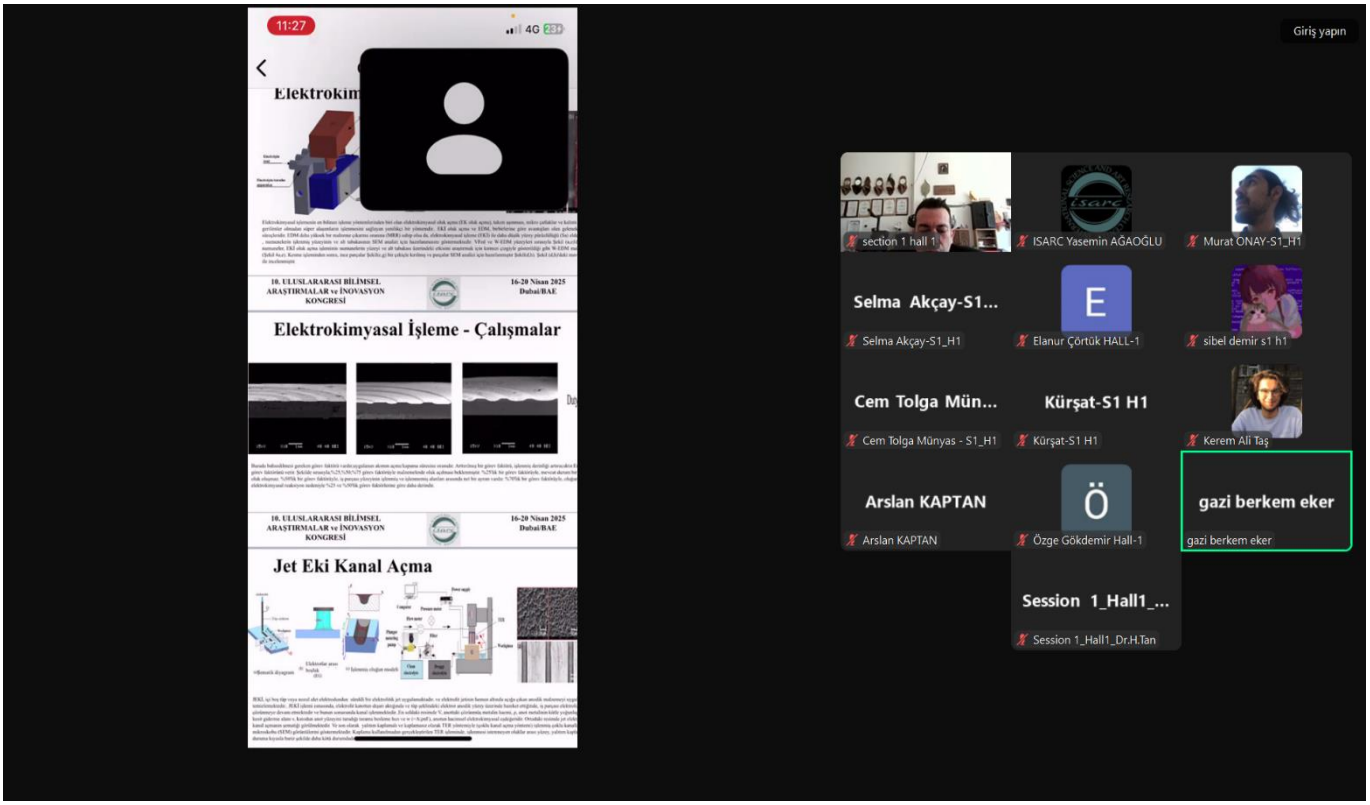
ISARC DUBAI
April 16-25, 2025

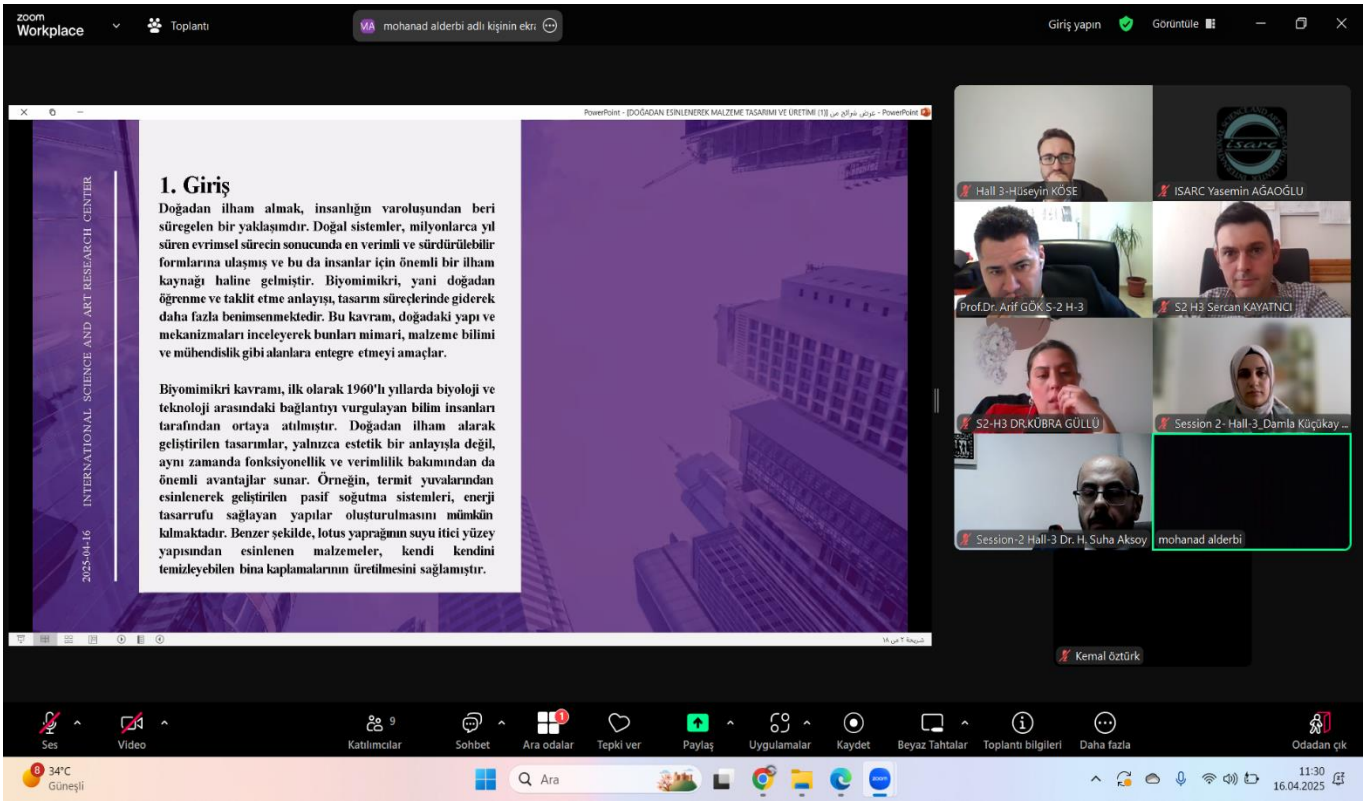
ISARC DUBAI
April 16-25, 2025
isarc

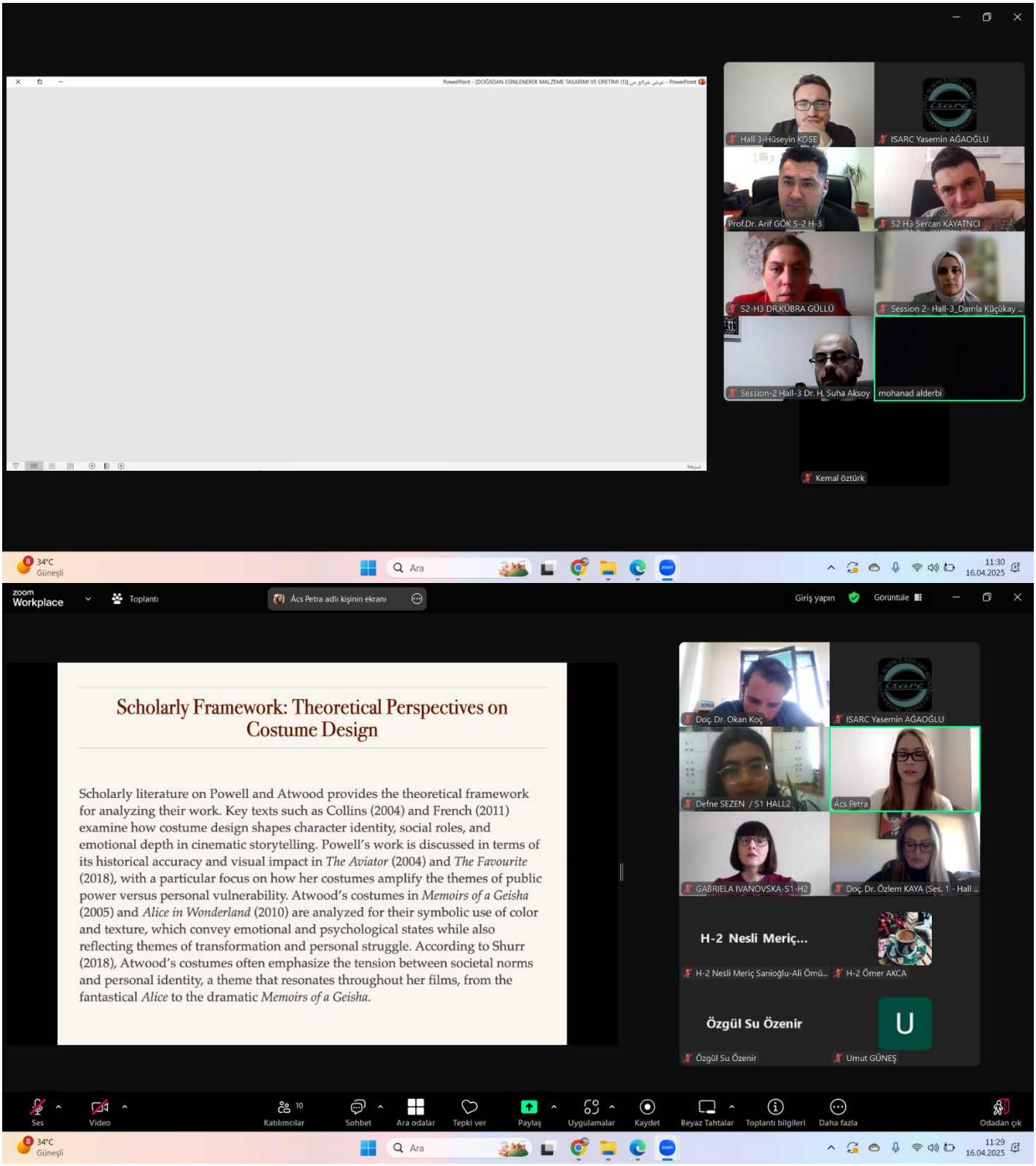

zoom Workplace
Toplantı
Buse Nur POLAT Seesion 2 Hall 4
Giriş yapın
Görüntüle
KETOJENİK DİYET VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ
Öğr.Gör.Serkan BENTLİ
Buse Nur POLAT
S2-H4-Gözde Öztan
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
SESSION-2 HALL-4, Müge karakay...
Hall-4-Öğr.Gör.Serkan BENTLİ
Enes Dalmanoğlu HALL-4
Buse Nur POLAT Seesion 2 Hall 4
Başak Niksarlı S...
Başak Niksarlı Session-2 Hall-4
Gizem Kaygusuzoglu Session-2 H...
Sultan Bal Sessi...
Sultan Bal Session 2 Hall 4
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
34°C
Güneşli
Ara
11:31
16.04.2025

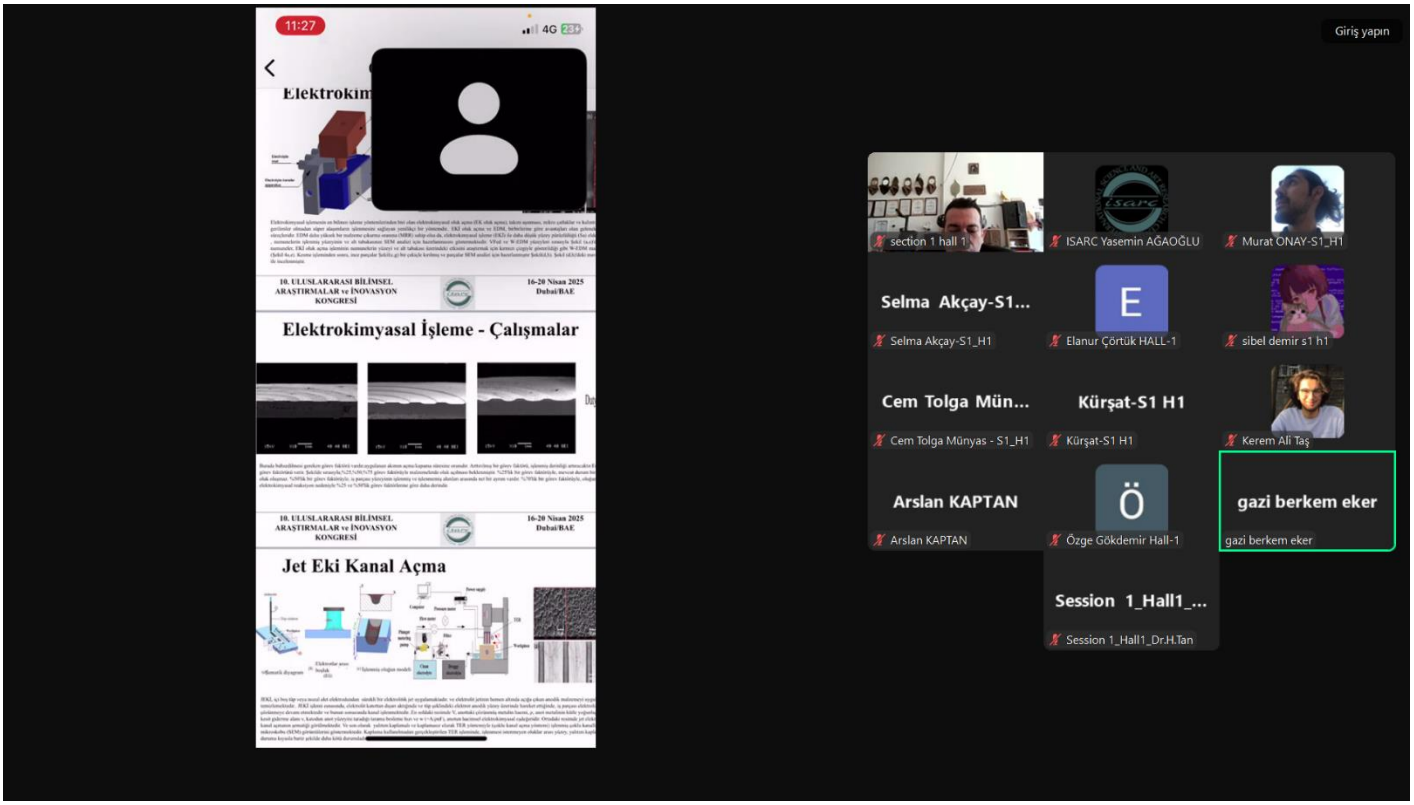

zoom Workplace
Toplantı
mohanad alderbi adlı kişinin ekra
Giriş yapın
Görüntüle
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER
2025-04-16
1. Giriş
Doğadan ilham almak, insanlığın varoluşundan beri süregelen bir yaklaşımdır. Doğal sistemler, milyonlarca yıl süren evrimsel sürecin sonucunda en verimli ve sürdürülebilir formlarına ulaşmış ve bu da insanlar için önemli bir ilham kaynağı haline gelmiştir. Biyomimikri, yani doğadan öğrenme ve taklit etme anlayışı, tasarım süreçlerinde giderek daha fazla benimsenmektedir. Bu kavram, doğadaki yapı ve mekanizmaları inceleyerek bunları mimari, malzeme bilimi ve mühendislik gibi alanlara entegre etmeyi amaçlar.
Biyomimikri kavramı, ilk olarak 1960'lı yıllarda biyoloji ve teknoloji arasındaki bağlantıyı vurgulayan bilim insanları tarafından ortaya atılmıştır. Doğadan ilham alarak geliştirilen tasarımlar, yalnızca estetik bir anlayışla değil, aynı zamanda fonksiyonellik ve verimlilik bakımından da önemli avantajlar sunar. Örneğin, termit yuvalarından esinlenerek geliştirilen pasif soğutma sistemleri, enerji tasarrufu sağlayan yapılar oluşturulmasını mümkün kılmaktadır. Benzer şekilde, lotus yaprağının suyu itici yüzey yapısından esinlenen malzemeler, kendi kendini temizleyebilen bina kaplamalarının üretilmesini sağlamıştır.
Hall 3-Hüseyin KÖSE
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Prof.Dr. Arif GÖK S-2 H-3
S2 H3 Sercan KAYATNCI
S2-H3 DR.KÜBRA GÜLLÜ
Session 2- Hall-3_Damla Küçükay ...
Session-2 Hall-3 Dr. H. Suha Aksoy
mohanad alderbi
Kemal öztürk
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
34°C Güneşli
Ara
11:30 16.04.2025

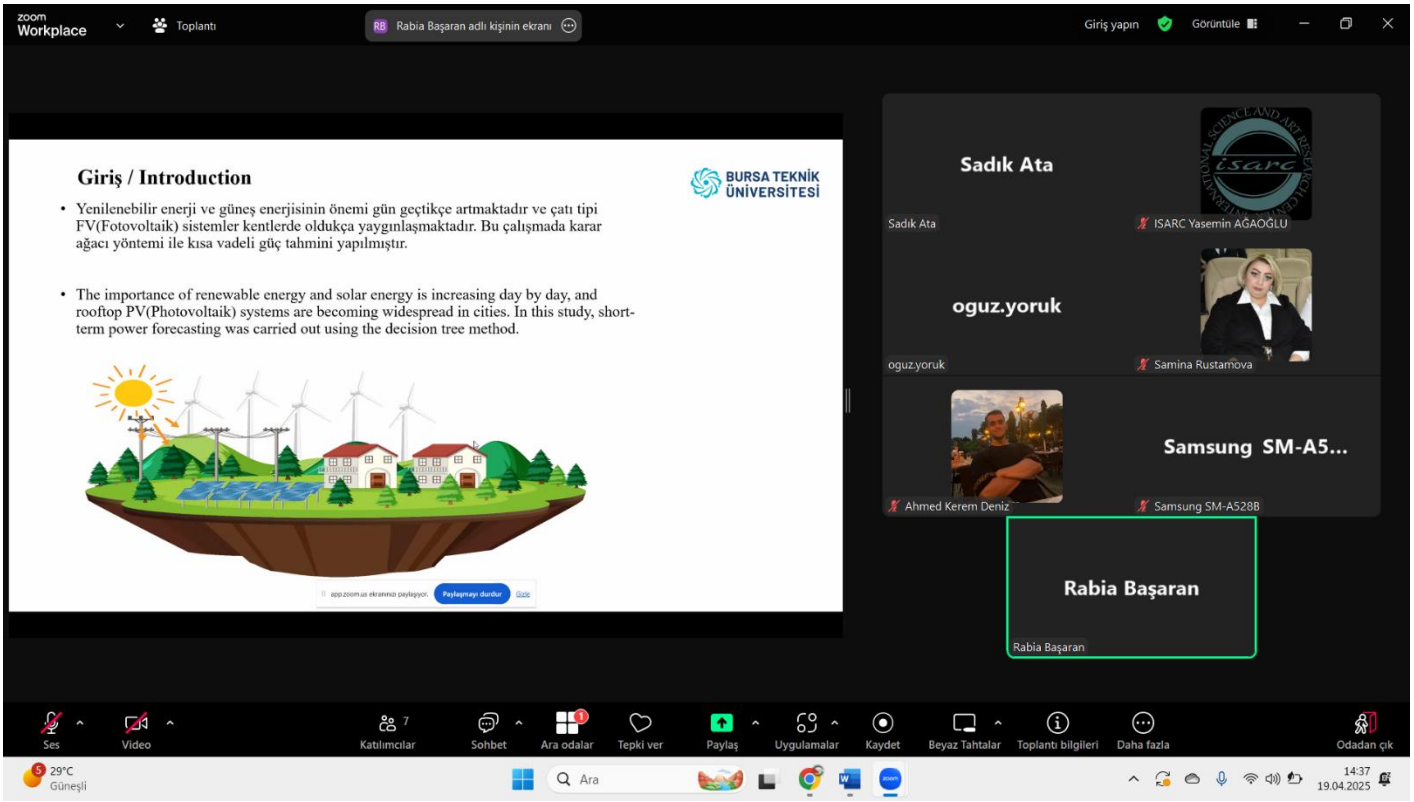

zoom Workplace
Toplantı
Ács Petra adlı kişinin ekranı
Giriş yapın
Görüntüle
Scholarly Framework: Theoretical Perspectives on Costume Design
Scholarly literature on Powell and Atwood provides the theoretical framework for analyzing their work. Key texts such as Collins (2004) and French (2011) examine how costume design shapes character identity, social roles, and emotional depth in cinematic storytelling. Powell's work is discussed in terms of its historical accuracy and visual impact in *The Aviator* (2004) and *The Favourite* (2018), with a particular focus on how her costumes amplify the themes of public power versus personal vulnerability. Atwood's costumes in *Memoirs of a Geisha* (2005) and *Alice in Wonderland* (2010) are analyzed for their symbolic use of color and texture, which convey emotional and psychological states while also reflecting themes of transformation and personal struggle. According to Shurr (2018), Atwood's costumes often emphasize the tension between societal norms and personal identity, a theme that resonates throughout her films, from the fantastical *Alice* to the dramatic *Memoirs of a Geisha*.
Doç. Dr. Okan Koç
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Defne SEZEN / S1 HALL2
Ács Petra
GABRIELA IVANOVSKA-S1-H2
Doç. Dr. Özlem KAYA (Ses. 1 - Hall ...
H-2 Nesli Meriç...
H-2 Nesli Meriç Sanioğlu-Ali Ömü...
H-2 Ömer AKCA
Özgül Su Özenir
U
Özgül Su Özenir
Umut GÜNEŞ
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
34°C Güneşli
Ara
11:29 16.04.2025

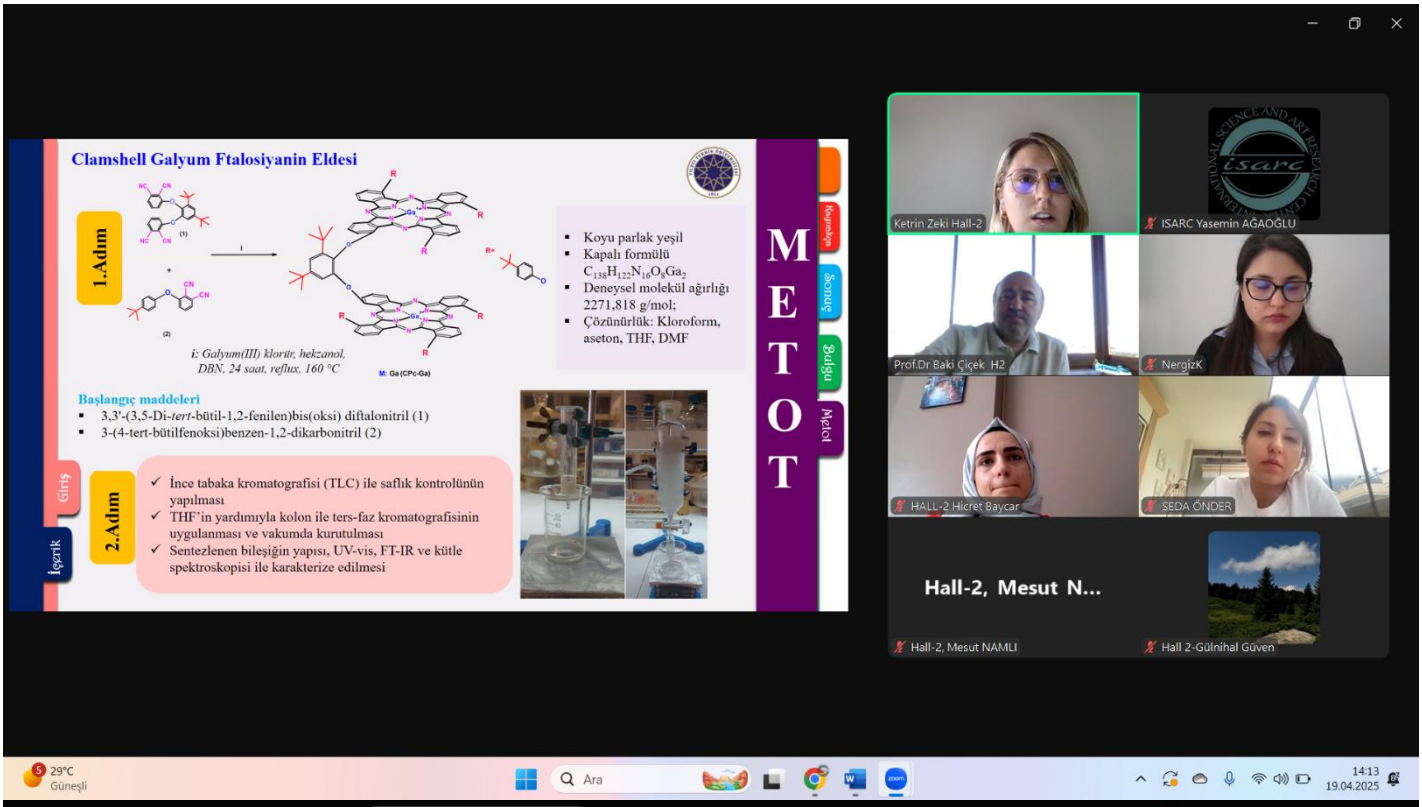

11:27
Elektrokim
10. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ve İNOVASYON KONGRESİ
16-20 Nisan 2025 Dubai/BAE
Elektrokimyasal İşleme - Çalışmalar
10. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ve İNOVASYON KONGRESİ
16-20 Nisan 2025 Dubai/BAE
Jet Eki Kanal Açma
Giriş yapın
section 1 hall 1
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Murat ONAY-S1_H1
Selma Akçay-S1...
Selma Akçay-S1_H1
Elanur Çörtük HALL-1
sibel demir s1 h1
Cem Tolga Mün...
Cem Tolga Münyas - S1_H1
Kürşat-S1 H1
Kürşat-S1 H1
Kerem Ali Taş
Arslan KAPTAN
Arslan KAPTAN
Özge Gökdemir Hall-1
gazi berkem eker
gazi berkem eker
Session 1_Hall1_...
Session 1_Hall1_Dr.H.Tan

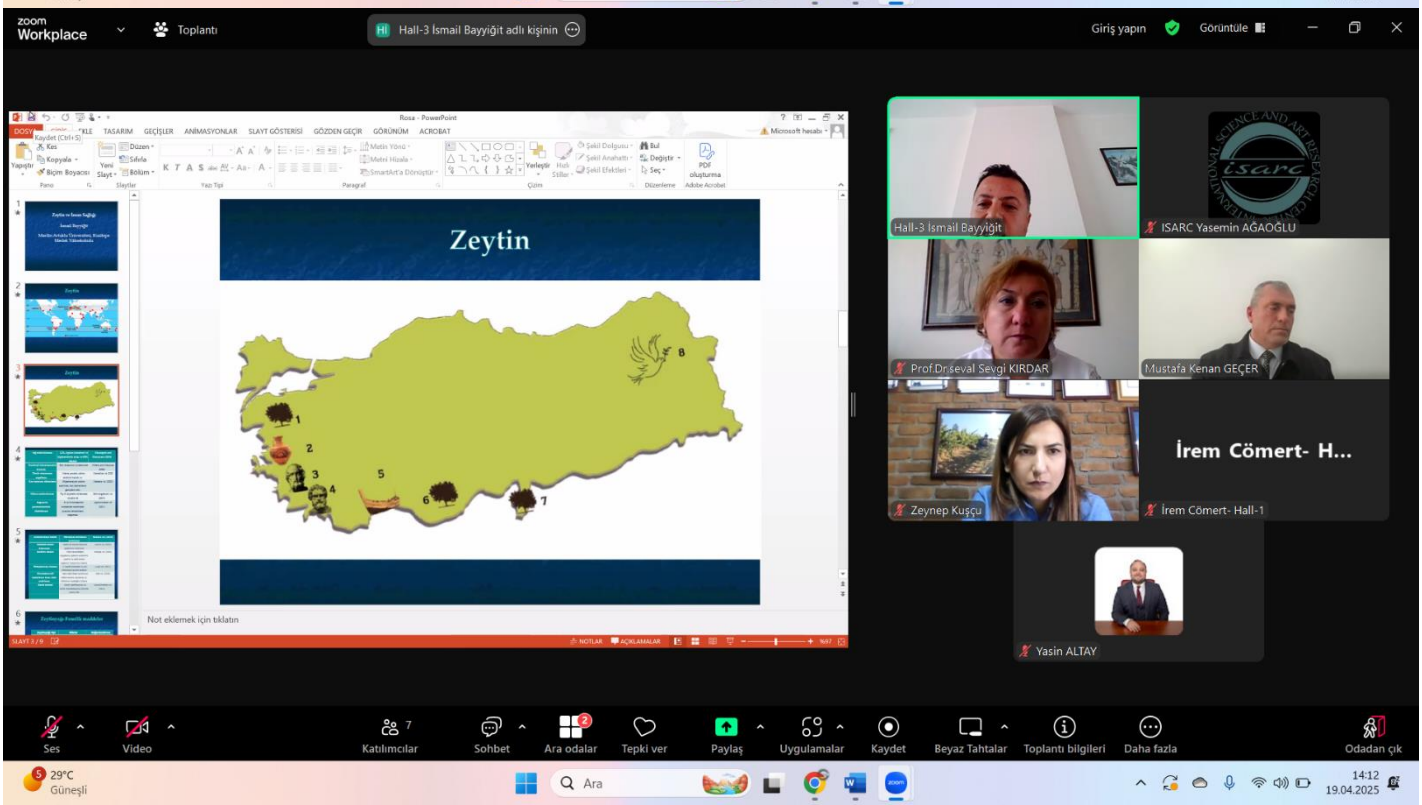

zoom Workplace
Toplantı
mohanad alderbi adlı kişinin ekra
Giriş yapın
Görüntüle
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER
2025-04-16
1. Giriş
Doğadan ilham almak, insanlığın varoluşundan beri süregelen bir yaklaşımdır. Doğal sistemler, milyonlarca yıl süren evrimsel sürecin sonucunda en verimli ve sürdürülebilir formlarına ulaşmış ve bu da insanlar için önemli bir ilham kaynağı haline gelmiştir. Biyomimikri, yani doğadan öğrenme ve taklit etme anlayışı, tasarım süreçlerinde giderek daha fazla benimsenmektedir. Bu kavram, doğadaki yapı ve mekanizmaları inceleyerek bunları mimari, malzeme bilimi ve mühendislik gibi alanlara entegre etmeyi amaçlar.
Biyomimikri kavramı, ilk olarak 1960'lı yıllarda biyoloji ve teknoloji arasındaki bağlantıyı vurgulayan bilim insanları tarafından ortaya atılmıştır. Doğadan ilham alarak geliştirilen tasarımlar, yalnızca estetik bir anlayışla değil, aynı zamanda fonksiyonellik ve verimlilik bakımından da önemli avantajlar sunar. Örneğin, termit yuvalarından esinlenerek geliştirilen pasif soğutma sistemleri, enerji tasarrufu sağlayan yapılar oluşturulmasını mümkün kılmaktadır. Benzer şekilde, lotus yaprağının suyu itici yüzey yapısından esinlenen malzemeler, kendi kendini temizleyebilen bina kaplamalarının üretilmesini sağlamıştır.
Hall 3-Hüseyin KÖSE
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Prof.Dr. Arif GÖK S-2 H-3
S2 H3 Sercan KAYATNCI
S2-H3 DR.KÜBRA GÜLLÜ
Session 2- Hall-3_Damla Küçükay ...
Session-2 Hall-3 Dr. H. Suha Aksoy
mohanad alderbi
Kemal öztürk
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
34°C
Güneşli
Ara
11:30
16.04.2025

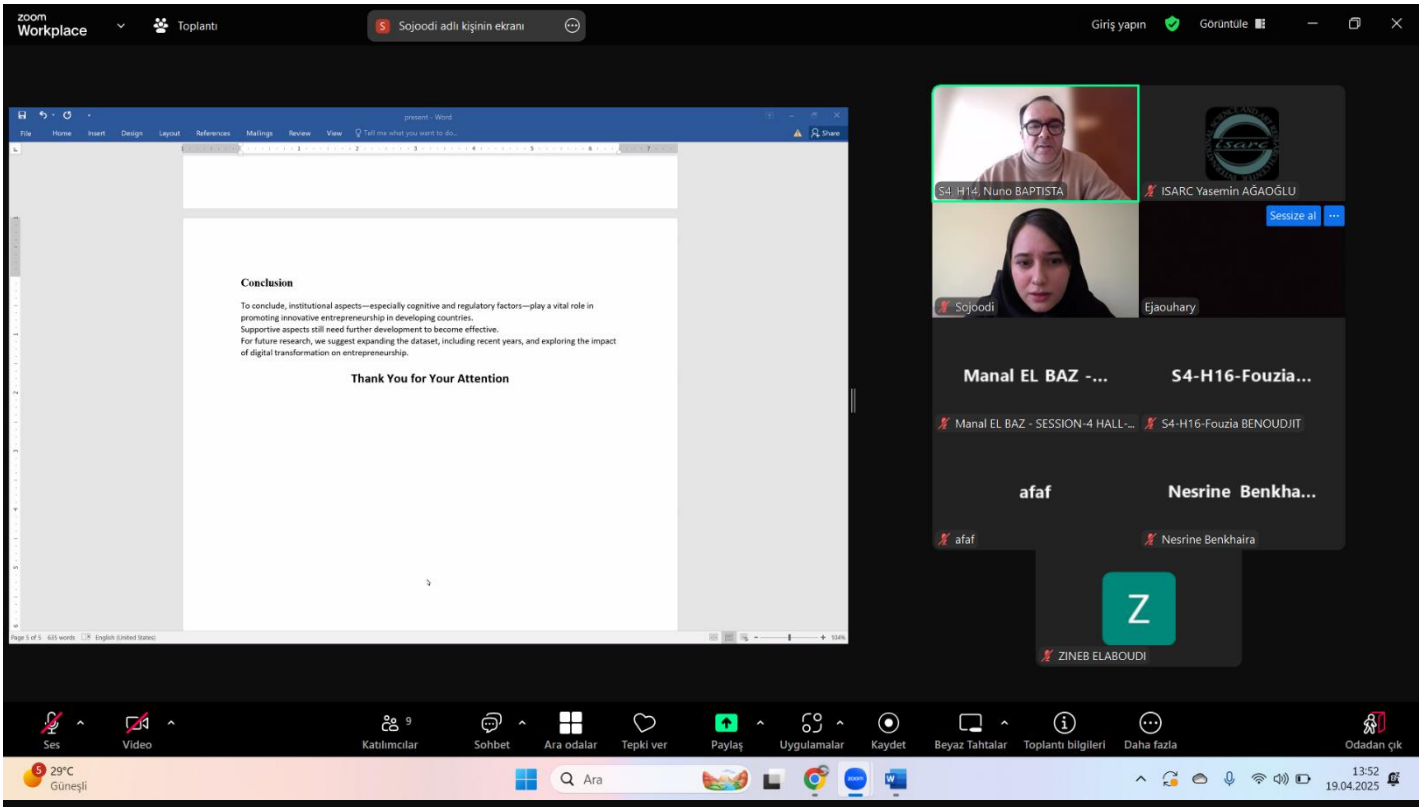

Hall 3-Hüseyin KÖSE
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Prof.Dr. Arif GÖK S-2 H-3
S2 H3 Sercan KAYATNCI
S2-H3 DR.KÜBRA GÜLLÜ
Session 2- Hall-3_Damla Küçükay ...
Session-2 Hall-3 Dr. H. Suha Aksoy
mohanad alderbi
Kemal öztürk
zoom Workplace
Toplantı
Ács Petra adlı kişinin ekranı
Giriş yapın
Görüntüle
Scholarly Framework: Theoretical Perspectives on Costume Design
Scholarly literature on Powell and Atwood provides the theoretical framework for analyzing their work. Key texts such as Collins (2004) and French (2011) examine how costume design shapes character identity, social roles, and emotional depth in cinematic storytelling. Powell's work is discussed in terms of its historical accuracy and visual impact in The Aviator (2004) and The Favourite (2018), with a particular focus on how her costumes amplify the themes of public power versus personal vulnerability. Atwood's costumes in Memoirs of a Geisha (2005) and Alice in Wonderland (2010) are analyzed for their symbolic use of color and texture, which convey emotional and psychological states while also reflecting themes of transformation and personal struggle. According to Shurr (2018), Atwood's costumes often emphasize the tension between societal norms and personal identity, a theme that resonates throughout her films, from the fantastical Alice to the dramatic Memoirs of a Geisha.
Doç. Dr. Okan Koç
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Defne SEZEN / S1 HALL2
Ács Petra
GABRIELA IVANOVSKA-S1-H2
Doç. Dr. Özlem KAYA (Ses, 1 - Hall ...
H-2 Nesli Meriç...
H-2 Nesli Meriç Sanioğlu-Ali Ömü...
H-2 Ömer AKCA
Özgül Su Özenir
Özgül Su Özenir
Umut GÜNEŞ
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık

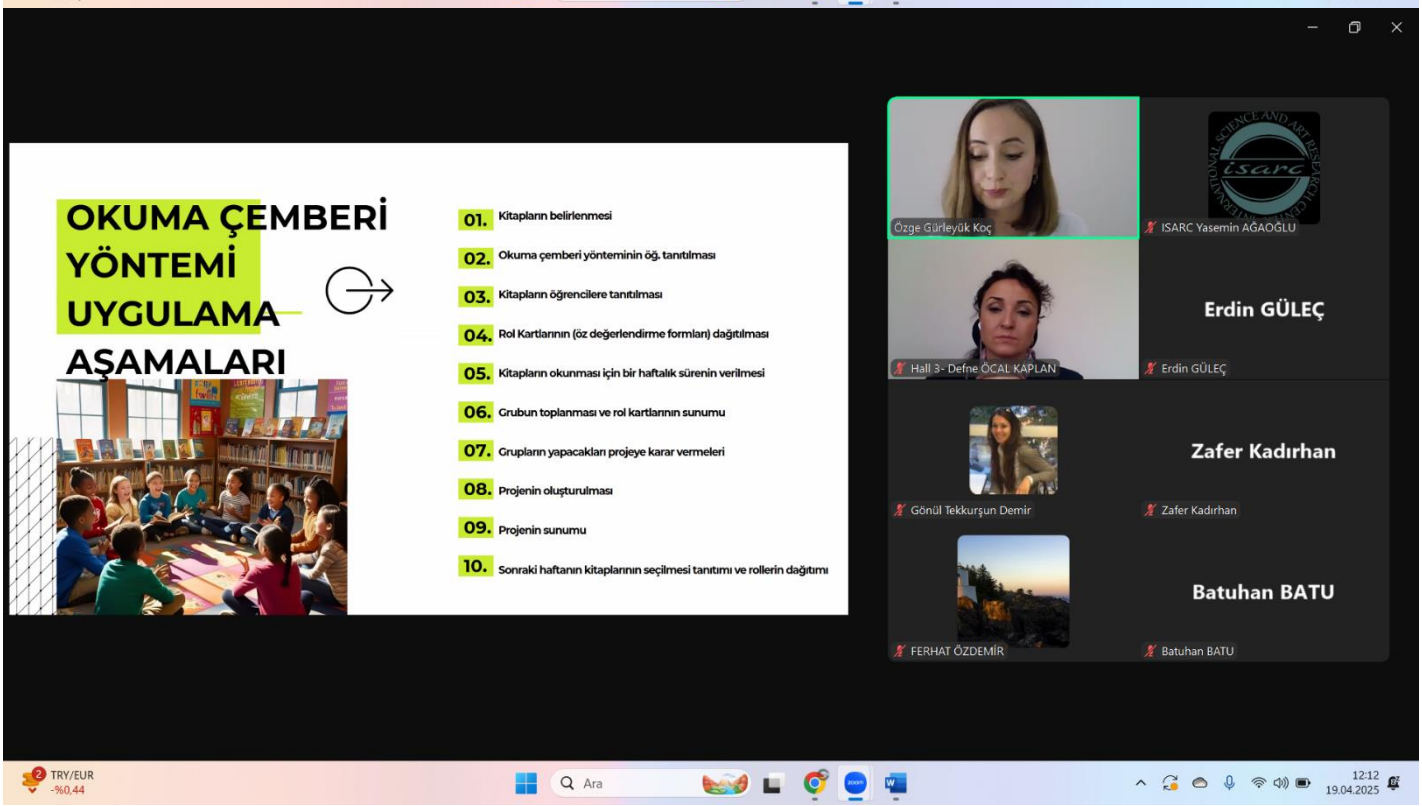

11:27
4G
Elektrokim
10. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ve İNOVASYON KONGRESİ
16-20 Nisan 2025 Dubai/BAE
Elektrokimyasal İşleme - Çalışmalar
10. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ve İNOVASYON KONGRESİ
16-20 Nisan 2025 Dubai/BAE
Jet Eki Kanal Açma
Giriş yapın
section 1 hall 1
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Murat ONAY-S1_H1
Selma Akçay-S1...
Selma Akçay-S1_H1
Elanur Çörtük HALL-1
sibel demir s1 h1
Cem Tolga Mün...
Cem Tolga Münyas - S1_H1
Kürşat-S1 H1
Kürşat-S1 H1
Kerem Ali Taş
Arslan KAPTAN
Arslan KAPTAN
Özge Gökdemir Hall-1
gazi berkem eker
gazi berkem eker
Session 1_Hall1_...
Session 1_Hall1_Dr.H.Tan

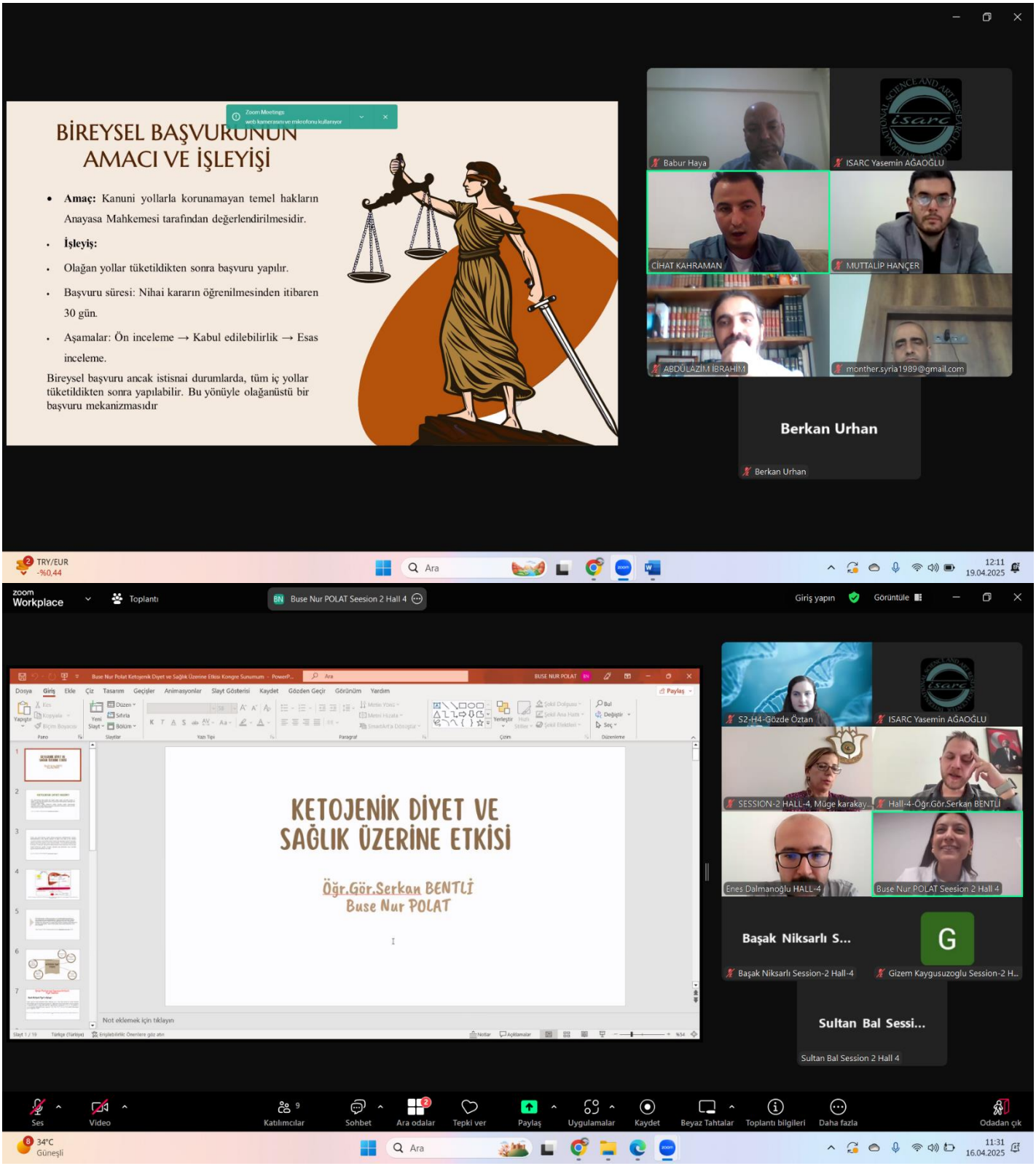

zoom Workplace
Toplantı
Rabia Başaran adlı kişinin ekranı
Giriş yapın
Görüntüle
Giriş / Introduction
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
• Yenilenebilir enerji ve güneş enerjisinin önemi gün geçtikçe artmaktadır ve çatı tipi FV(Fotovoltaik) sistemler kentlerde oldukça yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada karar ağacı yöntemi ile kısa vadeli güç tahmini yapılmıştır.
• The importance of renewable energy and solar energy is increasing day by day, and rooftop PV(Photovoltaik) systems are becoming widespread in cities. In this study, short-term power forecasting was carried out using the decision tree method.
Paylaşmayı durdur
Sadık Ata
Sadık Ata
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
oguz.yoruk
oguz.yoruk
Samina Rustamova
Ahmed Kerem Deniz
Samsung SM-A5...
Samsung SM-A528B
Rabia Başaran
Rabia Başaran
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
29°C
Güneşli
Ara
14:37
19.04.2025


Clamshell Galyum Ftalosiyanin Eldesi
1.Adım
i: Galyum(III) klorür, hekzanol, DBN, 24 saat, reflux, 160 °C
M: Ga (CPc-Ga)
Koyu parlak yeşil
Kapalı formülü $C_{138}H_{122}N_{16}O_8Ga_2$
Deneysel molekül ağırlığı 2271,818 g/mol;
Çözünürlük: Kloroform, aseton, THF, DMF
Başlangıç maddeleri
3,3'-(3,5-Di-tert-bütil-1,2-fenilen)bis(oksi) diftalonitril (1)
3-(4-tert-bütilfenoksi)benzen-1,2-dikarbonitril (2)
2.Adım
İnce tabaka kromatografisi (TLC) ile saflık kontrolünün yapılması
THF'in yardımıyla kolon ile ters-faz kromatografisinin uygulanması ve vakumda kurutulması
Sentezlenen bileşiğin yapısı, UV-vis, FT-IR ve kütle spektroskopisi ile karakterize edilmesi
METOT
İçerik
Giriş
Sonuç
Bulgu
Metot
Ketrin Zeki Hall-2
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Prof.Dr Baki Çiçek H2
NergizK
HALL-2 Hicret Baycar
ŞEDA ÖNDER
Hall-2, Mesut N...
Hall-2, Mesut NAMLI
Hall 2-Gülnihal Güven


zoom Workplace
Toplantı
Hall-3 İsmail Bayyiğit adlı kişinin
Giriş yapın
Görüntüle
Zeytin
Not eklemek için tıklatın
Hall-3 İsmail Bayyiğit
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Prof.Dr.seval Sevgi KIRDAR
Mustafa Kenan GEÇER
İrem Cömert- H...
Zeynep Kuşçu
İrem Cömert- Hall-1
Yasin ALTAY
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık


zoom Workplace
Toplantı
Sojoodi adlı kişinin ekranı
Giriş yapın
Görüntüle
Conclusion
To conclude, institutional aspects—especially cognitive and regulatory factors—play a vital role in promoting innovative entrepreneurship in developing countries.
Supportive aspects still need further development to become effective.
For future research, we suggest expanding the dataset, including recent years, and exploring the impact of digital transformation on entrepreneurship.
Thank You for Your Attention
S4- H14, Nuno BAPTISTA
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Sessize al
Sojoodi
Ejaouhary
Manal EL BAZ -...
S4-H16-Fouzia...
Manal EL BAZ - SESSION-4 HALL-...
S4-H16-Fouzia BENOUDJIT
afaf
Nesrine Benkha...
afaf
Nesrine Benkhaira
Z
ZINEB ELABOUDI
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
29°C
Güneşli
Ara
13:52
19.04.2025


OKUMA ÇEMBERİ YÖNTEMİ UYGULAMA AŞAMALARI
01. Kitapların belirlenmesi
02. Okuma çemberi yönteminin öğ. tanıtılması
03. Kitapların öğrencilere tanıtılması
04. Rol Kartlarının (öz değerlendirme formları) dağıtılması
05. Kitapların okunması için bir haftalık sürenin verilmesi
06. Grubun toplanması ve rol kartlarının sunumu
07. Grupların yapacakları projeye karar vermeleri
08. Projenin oluşturulması
09. Projenin sunumu
10. Sonraki haftanın kitaplarının seçilmesi tanıtımı ve rollerin dağıtımı
Özge Gürleyük Koç
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
Hall 3- Defne ÖCAL KAPLAN
Erdin GÜLEÇ
Erdin GÜLEÇ
Gönül Tekkurşun Demir
Zafer Kadırhan
Zafer Kadırhan
FERHAT ÖZDEMİR
Batuhan BATU
Batuhan BATU
TRY/EUR
-%0,44
Ara
12:12
19.04.2025


BİREYSEL BAŞVURUNUN AMACI VE İŞLEYİŞİ
Amaç: Kanuni yollarla korunamayan temel hakların Anayasa Mahkemesi tarafından değerlendirilmesidir.
İşleyiş:
Olağan yollar tüketildikten sonra başvuru yapılır.
Başvuru süresi: Nihai kararın öğrenilmesinden itibaren 30 gün.
Aşamalar: Ön inceleme → Kabul edilebilirlik → Esas inceleme.
Bireysel başvuru ancak istisnai durumlarda, tüm iç yollar tüketildikten sonra yapılabilir. Bu yönüyle olağanüstü bir başvuru mekanizmasıdır
Babur Haya
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
CİHAT KAHRAMAN
MUTTALİP HANÇER
ABDÜLAZİM İBRAHİM
monther.syria1989@gmail.com
Berkan Urhan
Berkan Urhan
zoom Workplace
Toplantı
Buse Nur POLAT Seesion 2 Hall 4
Giriş yapın
Görüntüle
KETOJENİK DİYET VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ
Öğr.Gör.Serkan BENTLİ
Buse Nur POLAT
S2-H4-Gözde Öztan
ISARC Yasemin AĞAOĞLU
SESSION-2 HALL-4, Müge karakay...
Hall-4-Öğr.Gör.Serkan BENTLİ
Enes Dalmanoğlu HALL-4
Buse Nur POLAT Seesion 2 Hall 4
Başak Niksarlı S...
Başak Niksarlı Session-2 Hall-4
Gizem Kaygusuzoglu Session-2 H...
Sultan Bal Sessi...
Sultan Bal Session 2 Hall 4
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Ara odalar
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydet
Beyaz Tahtalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

REF: AKADEMİK TEŞVİK **30.04.2025**

İLGİLİ MAKAMA

10. ULUSLARARASI DUBAİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR VE İNOVASYON KONGRESİ 16-20 NİSAN 2025 tarihleri arasında DUBAİ'de yüzyüze ve online olarak 32 farklı ülkeden (Türkiye:120 ve diğer Ülkeler:134; Toplam:254 akademisyen/araştırmacıların katılımı ile gerçekleşmiştir. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen '' Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurtdışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az 5 ülkeden farklı tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır. '' değişikliğine uygun düzenlenmiştir. Bilgilerinize arz edilir.
Saygılarımla

Sefa Salih BİLDİRİCİ
HEAD OF İSARC

NOTIFICATIONS

AUTHORS	TITLE	NO
Oğuz CAKIR Mustafa Abdullah YILMAZ	Recent Developments In Anticancer Activities Of Coumarin Derivatives	1-11
Oğuz CAKIR Mustafa Abdullah YILMAZ	A Promising Core Component For Developing Anti-Inflammatory Agents: Coumarin	12-18
Mustafa Abdullah YILMAZ Oğuz CAKIR	Antidiabetic Potential Of Coumarin And Its Derivatives	19-25
Mustafa Abdullah YILMAZ Oğuz CAKIR	Exploring The Medicinal Potential Of Fungal Metabolites: A Focus On Coumarins	26-32
Süleyman ŞENYURT Filiz ERTEM KAYA	Pedal Curve Obtained From The Darboux Vector Of The Frenet- Like Frame (FLC) Of A Polynomial Curve And Its Applications	33-46
Süleyman ŞENYURT İsmail Gökhan GÜRSOY	Pedal Curves Obtained From The Darboux Vector According To The Frenet Frame And The Smarandache Curves Of These Curves	47-55
Ismail YENER Abdulselam ERTAŞ	Phytochemical Content Analysis Of Ethanol Extracts Of Leaves Of Rubus Sanctus Species By LC-MS/MS	56-63
Mehtapnur BAYRAK Müjgan KARATOSUN	Examination Of Industrial Areas In Terms Of Their Meaning And Functionalization	64-79
Huriye ÇELİKCAN Nimet ERSİN	Tabii As A Digital Platform: A Semiotic Analysis Of Logo And Visual Identity Design	80-82
Yener Lütfü MERT	Catching Global Trends In Digital Communication Leadership	83-84
Cihan YÜKSEL	Measuring Income Tax Justice For Wage Earners: The Case Of Türkiye (2006–2023)	85-97
Sevil ÖZCAN Şengül ŞENTÜRK	Comparing Item Analyses Of Different Groups In A Biology Test Consisting Of The Same Items	98-99
Aybala ÇAYIR	The New Field Of Violence: Digital Violence	100
Aybala ÇAYIR	A New Concept: The Home Youth	101
Arzu ÖZYÜREK Yasemin AYDOĞAN	The Relationship Between Mothers' Parenting Attitudes And Injury Behavior Of Preschool Children	102-115
Yasemin AYDOĞAN Arzu ÖZYÜREK	Investigation Of Early Mathematics Skills In Terms Of Some Variables	116-129
Kerem Ali TAŞ Mehmet Can KARABIYIK Kürşat TANRIVER Mine AK	Electronic Circuit Design And Case Studies In Autonomous Vehicles	130-131
Murat ONAY Selma AKÇAY	Comparison Of Turbulent Flow And Heat Transfer In Cross Flow Over Two Different Tube Bundles	132-146
Türker AKKOYUNLU Hüsamettin TAN	Numerical Investigation Of The Effect Of The Performance Of A Centrifugal Pump On Different Viscosity And Load Values	147-162

AUTHORS	TITLE	NO
Cem Tolga MÜNYAS	Real-Time Gps And Imu Data Processing For Autonomous Vehicle Localization In Ros Framework	163-172
Sibel DEMIR	Robust Obstacle Avoidance For Logistics Robots Using Deep Reinforcement Learning In Ros-Based Systems	173-179
Gazi Berkem EKER Abdulkadir ÇEBİ	Recent Efforts On Electrochemical Grooving	180-181
Elanur ÇÖRTÜK Özge GÖKDEMİR Abdulkadir ÇEBİ	Potential Of Recycled Filamnets In Fused Deposition Modelling: A Review	182-183
Arslan KAPTAN Fuat KARTAL	Performance Evaluation Of Different Filaments Across Multiple FDM 3D Printers	184-185
Nesli Meriç SANİOĞLU	The Remake And Poststructural Analysis Of Robert Wilson's 'Leonce And Lena'	186-194
Nesli Meriç SANİOĞLU Ali Ömür ULUSOY	Postdramatic Directing Practices: Thomas Ostermeier's Strategies For Fragmenting Dramatic Structure	195-205
Ömer AKCA Özgül SU ÖZENİR	Investigation The Movie Choices Of Turkish Viewers With Sentiment Analysis	206-207
Okan KOÇ Umut GÜNEŞ	Evolution of the History of Balıkesir: A Multidimensional Analysis of Settlement Dynamics, Ancient Traces, and Future-Oriented Strategic Hypotheses	208-210
Gabriela IVANOVSKA	Blurring Lines Between Truth And Truthiness In Self-Narrations, Autobiographis And Autofictions -The Case Of Naomi Clein's "Doppelganger"	211
Özlem KAYA Petra ÁCS	Recycled Fashion: Example Of Hungarian Brands	212-223
Özlem KAYA Petra ÁCS	Comparative Study On Costume Design: Example Of Colleen Atwood And Sandy Powell	224-233
Defne SEZEN Mehmet Emin TATLICI	Examination Of Parents' Digital Parenting Attitudes According To Their Screen Addiction Levels	234-235
Hüseyin KÖSE Osman Nuri ÇELİK	Determination Of Modification Parameters Of Bitumen Using Pyrolysis Products From Polypropylene Type Plastic Waste	236-249
Kübra GÜLLÜ	Proposal For A Master's Degree Program In Creative Industries At Gaziantep Hasan Kalyoncu University	250-251
Sercan KAYTANCI Didem YASİN	Hydrogeochemical Investigation Of Water Resources In Inonu Plain(Eskisehir)	252
Mohanad R. M. ALDERBİ Arif GÖK	Desıgn And Productıon Of Materıals Inspıred By Nature	253-261
Mohanad R. M. ALDERBİ Arif GÖK	Innovation In Next Generation Materials With Biomimicry	262-272
Hüseyin Suha AKSOY Damla KÜÇÜKAY KAYAALP	Changes In Lateral Stresses Based On Relative Density That Form Under Foundation In Sandy Soils	273-281
Damla KÜÇÜKAY KAYAALP Hüseyin Suha AKSOY	Investigation Of The Improvement Possibility Of Filled Soils With Waste GFRP (Glass Fıber Reinforced Thermoset Matrix Polymer)	282-289
Wahabou ATCHADE Kemal ARMAĞAN	Sustainable Transportation In Smart Cities: Current Technologies And Management Practices	290-306

AUTHORS	TITLE	NO
Gözde ÖZTAN	Determination Of Genes And Mirnas Associated With Cystic Fibrosis By Silico Methods	307-313
Enes DALMANOĞLU	MRSA-Associated Necrotizing Fasciitis And Concurrent Osteomyelitis: A Severe Infection Case In A Diabetic Patient	314-316
Müge KARAKAYALI Erdoğan KOCAMAZ İbrahimTUĞLU	Effect Of Probiotics On Stress In Diabetic Testicular Damage	317-331
Başak NİKSARLI Serkan BENTLİ	Gut Microbiota And Cancer	332-336
Gizem KAYGUSUZOĞLU Serkan BENTLİ	The Relationship Between Mediterranean Diet And Metabolic Syndrome	337-353
Sultan BAL Serkan BENTLİ	Importance Of Macro And Micronutrients In Diabetes	354-355
Buse Nur POLAT Serkan BENTLİ	Ketogenic Diet And Its Effects On Health	356-357
Shahana GURBANOVA Arzu IBISHOVA Shabnam GANBAEVA Nagi ZEYNALOV	Characteristics And Medical Significance Of Stem Cells In The Human Placenta	358
Kaan KOÇALİ Efe ERİN Emine ÖZTÜRK KOÇALİ	Analysis Of Work Accidents In Shipyards And Preventive Strategies: An Evaluation With Ahp Method	359-361
Nil SAZLI Deniz KARATAŞ	Interaction Of Saffron Components With Wild-Type And Mutant Variants Of The Egfr Receptor: A Computational Study On New Alternatives In Lung Cancer	362-377
Zeynep İrem ZEYREK Ferah ÇALIŞIR Nejla ÇİNİ	Drug Releasing From pH Sensitive Chitosan/Guar Gum Based Polyelectrolyte Complex Films	378-379
Nilgün ULUTAŞDEMİR Hasan ÇİFTÇİ	Authentic Leadership Dimensions	380-383
Nilgün ULUTAŞDEMİR Hasan ÇİFTÇİ	Premises Of Authentic Leadership	384-388
Cevriye OCAKTAN TETİKÇOK Sevil İNAL	Daily Iron Supplementation During Pregnancy: Prevention Of Anemia And Its Effects On Maternal And Fetal Health	389-396
Cevriye OCAKTAN TETİKÇOK Sevil İNAL	The Importance Of Sleep Patterns And Sleep Hygiene In Newborns	397-405
Kübra ÇAM Kaan GÜNDÜZ	Stafne Bone Cavity Seen With Nasopalatine Canal Cyst: A Case Report	406-407
Kübra ÇAM Kaan GÜNDÜZ	Calcified Odontogenic Cyst In The Mandible: A Case Report	408-414
Elisa MACCARI, Marta CINAFRIGLIA, Arianna ANTONELLI, Nicholas PROSPERI, Andrea LUZI, Andrea MORGANTE, Giuseppe FERRI, Luca TESTARELLI, Gualtiero GHERARDI, Gabriele MICCOLI, Rodolfo REDA, Dario Di NANDO	Implant Survival Rate and Prosthetic Complications of Full-arch Implant-supported Fixed Prostheses In Edentulous Upper Jaws: A Cohort Study	415-416

AUTHORS	TITLE	NO
Muhammet Abdurrahim GENCER Çiğdem AYDIN ACAR	The Potential Role Of Green-Synthesized Zinc Oxide Nanoparticles In Wound Healing	417-425
Muhammet Abdurrahim GENCER Çiğdem AYDIN ACAR	The Role Of Zinc In Diabetes Management: Bioavailability Challenges And Future Perspectives	426-432
Ayşedudu AVŞAR Hatice KALKAN YILDIRIM	Aunthentication Of White Wines By Some Aromatic Compounds	433-441
Merve KAYA Hatice KALKAN YILDIRIM	Application Of Ultrasound Technology In Vinegar Production Stages	442-455
Fatmanur HAZAN Ayça ÇAY Ayşe Semra AKSOY	Nutrigenomics	456-457
Ayça ÇAY Fatmanur HAZAN Ayşe Semra AKSOY	Tea, Its Chemıcal Composıtıon And Health	458-459
Özlem ÖZER ALTUNDAĞ Fatih KOCABAŞ	Special Needs In Gastronomy: Being Celiac And Vegan	460-469
Özlem ÖZER ALTUNDAĞ Muhammed HASAN	The Role Of Nutrition Habits In The Cultural Adaptation Process Of International Students	470-482
Fatih BUDAK Sehernur UZUN	Chemtrail In Terms Of Health Status: Conspiracy Or Reality?	483-492
Fatih BUDAK Sehernur UZUN	An Evaluation Of Lab-Grown Meat In The Context Of Well-Being	493-502
Alaa Aldın ALOMAR Pelin Çağım TOKAT BİRGİN	Development and Characterization of Al-Cu-Ti Hybrid Matrix Composites Reinforced Y_2O_3	503-510
Aylin KUŞEN	Development Of 100% Cotton Woven Fabrics With Cosmetic Effect Containing Vitamin Complex	511-512
Nigar AHMEDOVA Nazrin ZEYNALLI Gulnar ATAKISHIYEVA Sevinç MUHTAROVA Shukufa EYVAZOVA Naila VEYSOVA Namiq SHIKHALIYEV	Synthesis Of 2,6-Bis(Di¬Bromo-Methyl)-4,4-Dimethyl-1,4-Dihydro-1,3,5-Triazine	513
Nigar AHMEDOVA Nazrin ZEYNALLI Gulnar ATAKISHIYEVA Sevinç MUHTAROVA Sima MUSAYEVA Ilhama HAMDULLAYEVA Abel MAHARRAMOV	Mapping Of Bioavailability Radar Of 2,6-Bıs(Dı¬Bromo-Methyl)-4,4-Dımethyl-1,4-Dıhydro-1,3,5-Trıazıne	514
Muhammet Yusuf ARAS Beyza MENDEŞ	The Role Of Bitter Melon In Medical Nutrition Therapy	515-516
Sare EROL Deniz DEMİRARSLAN	The Importance Of Visual Perception Criteria In The Showcase Designs Of Textile And Clothing Stores	517-532
Hatice ÇOŞKUN Cemre Nur DOĞAN	Colouration Of 100% Cotton Fabrics By Printing Process Using Reactive Dyestuffs And Investigation Of Water And Energy Efficiency With The Developed Formulation	533-534
Gamze AĞIRTAŞ Serap ÇAKAR KAMAN	Classification Of Recyclable Wastes With Deep Learning Models: A Comparison On The Effect Of Dataset Size	535-545
Kemal YAMAN Andre Emmanuel BİTJİCK	Plastik Ürünlerin Çevreye Ve İnsan Sağlığına Etkileri	546-551
Kemal YAMAN	Elektronik Atıklar Ve Çevresel Etkileri	552-556

AUTHORS	TITLE	NO
Sari DAMEN Jale Y. SÜNGÜ	Analysis Of Mass And Decay Parameters: Tetraquark Containing Heavy-Light Quark Pair	557-567
Volkan UNCU Beyza SARIKAVAK LİŞESİVDİN Sefer Bora LİŞESİVDİN	Evaluation Of Exchange-Correlation Functionals For Accurate Bandgap Estimation In Bulk GaN: A DFT+U Study	568-569
Volkan UNCU Beyza SARIKAVAK LİŞESİVDİN Sefer Bora LİŞESİVDİN	First-Principles Investigation Of Heavy Metal Doping Effects On The Electronic Properties Of 2D GaN Nanosheets	570-571
Subhayan MAITY Parna PATRA	May Our Universe Be An Open Quantum System ?	572
Akın YAŞAR Yüksel YURTAY	Quality Assessment Of Real Estate Photographs: A Deep Learning-Based Approach	573-585
Mine Tulin ZATEROGLU H. Mustafa KANDIRMAZ	Artificial Precipitation	586-587
Mine Tulin ZATEROGLU H. Mustafa KANDIRMAZ	Atmospheric Rivers	588-589
Hatice KAÇUŞ	The Electrical Characteristics Of The Co/n-Si Schottky Diode Depending On Giemsa Dye And Giemsa:Au Nanoparticle Interlayers Under The Illumination And Dark Conditions	590-595
Fatma MEYDANERİ TEZEL Necmi Serkan TEZEL	Cross-Linking Methods For Graphene Aerogel Supercapacitor Electrodes Synthesis	596-605
Fatma MEYDANERİ TEZEL Necmi Serkan TEZEL	Applications Of Cellulose Based Composite Foams And Aerogels For Batteries	606-614
Ramazan KATIRCI Hilal ÇELİK	Evaluating The Impact Of Activation Functions On Transformer Architecture Performance	615-628
Muzaffer EYLENCE Bekir AKSOY	Smart Tool Box Tracking System Against Fod Risk In Air Vehicles	629-637
Muzaffer EYLENCE Bekir AKSOY	Artificial Intelligence-Supported On-Runway Fod Detection System	638-645
Fırat TEMEL Sevil DURSUN M.Tarık SAVRANLI	Application And Potential Of Hydrogen Technology In Electric Vehicles: A Review	646-660
Fırat TEMEL Sevil DURSUN M.Tarık SAVRANLI	Application And Potential Of Battery In Electric Vehicles: A Review	661-680
Yahya BALCI	A Concept That Sheds Light On Creation “Fıtrat”	681-690
Rüveyda YILMAZ Sevim ŞİMŞEK Selin HAZIR Barış KALENDER	Pre-service Primary School Teachers’ Self-efficacy in Teaching Multigrade Classrooms and Their Classroom Management Competencies: A Correlational Study	691-692
Mustafa ŞAT	The Impact Of Generative Ai Integration In Project Development Courses On Pre-Service Teachers’ Individual Innovativeness, Ai Anxiety, Attitudes, And Acceptance	693-694
Mehmet Garip TARÇIN	Winning Or Losing The Game: An Examination Of Children’s Emotional Experiences In Terms Of Independent Variables	695-696
Aybəniz HƏSƏNOVA	Gülüstan Ostaninin Toponimləri	697-698
Muhammet ÇUBUK Nilgün DÜLGER	Relationship Between Social Media Addiction Levels Of High School Students And Some Variables	699-710
Selenay GÜLER S. Sunay YILDIRIM DOĞRU	Evaluation Of Technology Use Among Elementary School Students Continuing Their Education At Science And Art Centers	711-727

AUTHORS	TITLE	NO
Emel GELMEZ Merve BALCI KARAKOÇ Gülnur KÜÇÜK ORTAÇAY	Evaluation Of The Productive Capacities Of The Black Sea Economic Cooperation Organization Member Countries	728
İsmayilova Şanay Mikayıl	Analysis Of Social Inequality: Economic, Digital And Structural Aspects	729-737
Servet SAY	A Study On The Kaizen Costing Method And Its Implementation Examples	738-746
Fatih İbrahim KURŞUNMADEN	Organizational Silence: A Study On Its Causes, Consequences, And Institutional Dynamics	747-756
Eşanu OXANA	Specifics Of Lease Contract Application In Dubai: Comparative Aspects With The Republic Of Moldova	757-759
Məmmədov Aydın Bayram	Postkonflikt İqtisadi İnkisafin Əhəmiyyəti Və Çətinlikləri	760-768
Sándor FÖLDVÁRI	Turkish Minarets In Hungary, As An Integrated Part Of The Cultural Heritage	769-770
Süreyya Betül RUFAIOGLU Murat TUNC	Innovative Solutions In Fertilization Management Through Plant Nutrition Models	771-779
Murat TUNC Süreyya Betül RUFAIOGLU	Integration Of Cultivated And Wild Legume Genotypes Into Breeding Programs	780-788
Abdullah ALDİYAB H. Yıldız DAŞGAN	Effects of Two Different Photoperiods and LED Spectra on the Morphological Characteristics of Lettuce Grown in Aeroponic and Ebb-and-Flow Systems	789-799
Abdullah ALDİYAB H. Yıldız DAŞGAN	Effects Of Different Parameters On The Morphological Measurements Of Lettuce Grown In Aeroponic And Ebb-And-Flow Systems	800-808
Khalil Ben SLIMEN Nabil AMOR	First Insights into the Genetic Diversity of Bats in Saudi Arabia: New Record of *Asellia arabica*	809
Nabil AMOR	A leopard never changes its spots: first record of Arabian leopard (*Panthera pardus nimr*) from a fecal sample in Saudi Arabia	810
İlayda ÜNAL Dilek PANDIR	Evaluation Of Anticancer Potential Of *Flavoparmelia Caperata* On Some Cancer Cell Lines By Comet Method	811-820
İlayda ÜNAL Dilek PANDIR Mehmet Ünsal BARAK	Investigation Of Cytotoxic Effects Of Ramalina *Farinacea Lichen* On Cancer Cell Lines By Apoptosis-Necrosis Method	821-828
Mehmet Emin ÇETİNKAYA Hülya ARAM	The Impact Of Agriculture On Economic Development: The Case Of Turkey	829-830
Taner ARSLAN Mümin Gökhan ŞENOCAK	The Importance And Effectiveness Of Ointment Use In Veterinary Surgery	831-848
Taner ARSLAN Sıtkıcan OKUR	Wobbler Syndrome In Dogs: Causes, Clinical Symptoms, And Treatment Options	849-858
Ivan PAVLOVIC, Vlada ANTIĆ Nikola NEDELJKOVIC, Igor UCAJEV Bojana UCAJEV, Danijel SAVIC Dragana PETKOVIC	Protozoan Parasites Of Pet Dogs In Central Belgrade Municipial In Period 2021 - 2023	859-860
Nedeljko M. MİLANOVİĆ	The Perspective Of A Subject Teachers On Some Issues Of Cooperation - Is It Easier To Work With Students Or Their Parents?	861-866
Ahmet ESER	Using Genome-Wide Association Studies (GWAS) In The Identification Of Effective Genetic Factors On Spermatological Parameters	867-868
Mustafa Berkan URHAN	The Principle Of The Rule Of Law In Light Of Council Of State Decisions	869-886
Muttalip HANÇER	State Of Emergency And Fundamental Rights: Legal And Financial Reflections After The 06 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes	887-895

AUTHORS	TITLE	NO
Hakan ÇEBİ Monther ALHOSHAN	The Method Of Recognition Of Turkish Judicial Decisions Before Syrian Courts	896-908
Abdülazim İBRAHİM	Anayasaların Hukuki Üstünlüğü Ve Ön Sözlerinin Bağlayıcılığı	909-941
Ashraful AMIN Amena KHATUN Abdul Kader JELANE Mehedi HASAN Fahim Azizur RAHMAN	South China Sea Disputes: Impact on Trade, Shipping, and International Maritime Law	942
Cihat KAHRAMAN	Right to Apply Individually: The Constitutional Court and Legal Protection Against Human Rights Violations	943-961
Babur HAYA	The Reasons For The U.S. Withdrawal From Afghanistan	962-963
Bəbirova Sürəyya Həsən qızı	Aktual tibbi-sosial problemlər. Narkomaniya	964-965
Süreyya YİĞİT	Transcaucasia: Developments and Challenges	966-967
Zafer KADIRHAN	Investigating The Impact Of Ai-Enhanced Learning In Programming Education	968-969
Defne ÖCAL KAPLAN	Determining The Relationship Between Anthropometric Hand Measurements And Performance In Table Tennis Players	970-977
Ferhat ÖZDEMİR	Reliability Generalization Meta-Analysis Of Mathematics Literacy Self-Efficacy Scale	978-997
Ferhat ÖZDEMİR	A Bibliometric Analysis Of Studies On Apos Theory	998-1018
Gönül TEKKURŞUN DEMİR Mehmet Emin OSMANAĞAOĞLU Batuhan BATU	The Relationship Between Emotional Intelligence And Mental Training: A Study On Athletes With Physical Disabilities	1019-1020
Özge GÜRLEYÜK KOÇ	Effects Of Reading Circle Method On Reading Comprehension Achievements, Reading Motivations And Reading Attitudes Of Primary School Third Grade Students	1021-1022
Erdin GÜLEÇ Barış KALENDER	Hayat Bilgisi Dersinde Çocuklar İçin Felsefe (P4c) Uygulamasının Yaratıcı Düşünme Becerilerine Etkisi	1023-1024
Ghita BENKIRANE, Laila MANNI, Emilie DUMAS, Adem GHARSALLAOUI, Samir ANANOU	Investigation of the biopreservative potential of bacteriocin F21 against pathogenic and spoilage bacteria on various food matrices	1025-1026
Ghita BENKIRANE, Laila MANNI, Emilie DUMAS, Adem GHARSALLAOUI, Samir ANANOU	Evaluation of microencapsulated probiotic *Enterococcus durans* F21 against pathogenic and spoilage microorganisms in foods	1027-1028
Habib Shehu JIBRIN, Muhammad Kabir IDRIS, Aminu Adamu AHMED, Usman Yahya IBRAHIM	Smart Contracts and Supply Chains: A Review of Leveraging Blockchain for Transparency and Efficiency	1029-1043
Ishwar MITTAL, AARTI, Rosy DHALL MIKUL	Workplace Bullying in Indian Higher Education Institutions	1044
Tran Thi Thanh HANG, Nguyen Thi Khanh LY	Internalizing The International Standards On The Rights Of Persons With Disabilities In Vietnam	1045
Asmat Ullah YAHYA, Muhammad FARMAN, Sohaib ABDAL, Ali AKGUL, Nadeem SALAMAT, Sajjad HUSSAIN	Modeling of micropolar hybrid nanofluids flow across porous medium between permeable parallel plates with non-linear thermal radiative in MHD	1046

AUTHORS	TITLE	NO
Muhammad Tauqeer JABBAR, Asmat Ullah YAHYA, Sohaib ABDAL, Sajjad HUSSAIN, Zaheer ABBAS	Magnetohydrodynamic Stagnation Point Flow Of Nano Fluids Towards A Tretching/Sharinking Vertical Sheet	1047
María Cruz CUEVAS ÁLVAREZ Marcos PÉREZ MENDOZA Alex PÉREZ CUEVAS	Internationalization Of The Curriculum: Development Of Research Competences In Students From The Professor's Teaching Experience	1048
Marcos PÉREZ MENDOZA María Cruz CUEVAS ÁLVAREZ Alex PÉREZ CUEVAS	Strategy Of The Internationalization Of The Curriculum: Artificial Intelligence For The Development Of Specialized Skills On Students Of The Administrative Economic Area	1049
EZIN Richard, AISSI Jean-Roitinos, SODJI Jean, AKOGBETO Nadine, AZIAN Donatien, ASSOGBA Sylvestre, GOUTHON Gilchrist, FASSINOU Jonas, DOHAMI Amaleck, HOUNDONOUGBO Pierrette, ADONON Brice, GBESSO Florence, TECHOU Roland, MONTCHO Bruno, ABDOULAYE Djafarou	Impact Of Climate Variability On Food Security In The Commune Of Ouesse, Benin	1050-1051
Maham MARY, Aqsa FIAZ, Amna REHMAN, Ihsan ASHRAF, Talha JAVAID, Zulfiqar KHALID, Mah Ru Nisa ATIF	A Survey of Telepharmacy technologies in Punjab , Pakistan	1052
Inaam-Ul-WAHEED, Muhammad SAQIB, Zafar ABBAS, Sara JAWAD, Rubab RAIS, Mah-Ru-Nisa ATIF	To Assess the impact of Isotretinoin-Induced Psychiatric Disorders among patients in Lahore, Pakistan	1053
Saloni SHARMA Suhani SHARMA	The Future of Work: Will Humans Compete with AI?	1054
Houcine MILOUDI Abdelber BENDAOUD Mohammed Hamza BERMAKI	Modeling Of EMC Filters For Hih-Frequency Electromagnetic Compatibility	1055-1056
Samuel TANVEER, M. Zeeshan TAJ, Muhammad Tanzeel ANJUM, Atiqa MESHI, Umme-HABIBA, Mah-Ru-Nisa ATIF, Nabiha IQBAL	Comparing Novel Drug Therapies To Current Treatment Of Osteoarthritis	1057
Muhammad Faraz AWAN, Syeda Fiza KAZMI, Bushra ASLAM, Raza Ul MUSTAFA, Abdul RAHMAN, NABIHA, Dr. Mah Ru Nisa ATIF	To evaluate ''From consultation to follow up how virtual medical assistance helps?''	1058
M. Aliyan SADDIQUE, Kiran NASIR, Noor FATIMA, Haider ALI, Junaid JAVED, Mah Ru Nisa ATIF	Beyond The Label: Exploring The Benefits & Risks Of Off-Label Drugs Use In Hospital's	1059
Mah-Ru-Nisa ATIF, Kamran SHEHZAD, Muhammad Affaq ALI, Muhammad GHILMAN, Muhammad Haris SHAH, Arbaab HUSSAIN	Clinical Knowledge Assessment of Dermatologist Providers for Laser Therapy in Treating Dermal & Epidermal Hyperpigmentation:	1060
Mah-Ru-Nisa ATIF, NABIHA, M. Zohaib Bin ZAFAR, M. ABUBAKAR Umar MAQSOOD, Adnan NAWAZ Aqsa HAMID	Analyzing The Impact Of Knowledge And Behavioral Modificational Strategies For Effective Smoking Cessation	1061
Sana AMJAD, Sana FATIMA, Shehzad FAREED, Qudrat KHAN, Talha ZAHID, Dr. Mah Ru Nisa ATIF, Nabiha IQBAL	Uplifting Quality of life in IBS (irritable bowel syndrome). A health oriented perspective	1062
Sana RASHEED, Abdullah ZAFAR, Habiba TAYYABA, Muhammad HAMZA, Amna WAQAR, Zonia MEHMOOD, Mah-Ru-Nisa ATIF, Nabiha IQBAL	Assessing The Link Between Air Pollution And Acne Prevalence Among Young Adults In Lahore: A Study On The Effects Of Environmental Stressors	1063
M. Abu BAKR, Muhammad ZAID, Muhammad UMAIR, Irsa QASIM, Ayesha ASGHAR, Mah Ru Nisa ATIF, Dr. NABIHA	Managing acne induced post inflammatory hyperpigmentation by using dermocosmetics	1064

AUTHORS	TITLE	NO
Mudassir HAFEEZ, HASHAAM, Kashif ZUBAIR, Aamir SOHAIL, Sumaira YOUNUS, Nabiha IQBAL, Mah Ru Nisa ATIF	Assessing osteoporosis and its aggravating pharmaceutical associated adverse effects in Lahore Punjab, Pakistan	1065
Mah Ru Nisa ATIF, Nabiha IQBAL, Kamran SHEHZAD, Muhammad Affaq ALI, Muhammad GHILMAN, Muhammad Haris SHAH, Arbaab HUSSAIN	Assessment Of Clinical Knowledge Dermatologist About Laser Therapy To Treat Hyperpigmentation	1066
Asad ULLAH, Muhammad SHAKEEL, Farwa SANA, Abdul QAYYUM, Fizza SHOUKAT, Dr. Nabiha IQBAL, Mah Ru Nisa ATIF	Evaluating The Intensity of Dysthymia and Their Clinical Manifestation on Clinical Practitioners During Research-Based Studies	1067
Mah Ru Nisa ATIF, Abubakar SYED, Osama BAIG, Akash QASIM, Mishal JAVID, Shahbaz JUTT	Investigation of the Impact of Gastrointestinal Diseases and Dietary Factors on the Occurrence, Prevalence, and Severity of Mouth Ulcers	1068
Muhammad RAFAY, Faizan AHMED, Fiza NOOR, H. M. Umer SALEEM, Nabiha IQBAL, Mah Ru Nisa ATIF	Clinical study to evaluate the treatment of vitiligo by using aesthetic methods	1069
Taskeen FATIMA, Mahna FATIMA, Areeba ARIF, Mehran MAJEED, Raheela MUQADUS	Formulation And Evaluation Of Otf Of Cetirizine For Rapid Systemic Action	1070
Zouhir BOUMOUS, Hadia BELHOUCHET, Med Mounir ABBAS, Rayane Yasmine MAHFOUDI, Med Abd Errezak GHELLOUCI	AI-Based Fault Detection and Diagnosis in Hybrid Wind-PV Energy Systems	1071
Samira BOUMOUS, Zouhir BOUMOUS, Hadia BELHOUCHET, Sabrine MOURAKEB, Med Abd Errezak GHELLOUCI	AI-Driven Aging Analysis of Photovoltaic Panel Materials for Enhanced Durability	1072
Toumi MERIEM, Abdelli Islem SAFIA, Abdelmalek FATIHA, Addou AHMED	Production of biogas in Algeria: methods and challenges	1073
S. Sheron KEVIN, M. K. VIJAYALAKSHMI, V. SELVAKUMAR, S. VENKATESHWARAN, E. Hamsini EISHA, A. ASHWINI	Pharmacological Activity Of Blackcurrants' (*Ribes Nigrum* L.)	1074
Rabar Mohammed Hussein	Biotic Drivers of Seasonal and Spatial Variability in Riverine Phytoplankton Communities	1075
Babani Abdullahi UMAR, Zaharaddini Haruna MUSA, Muttaka Aminu SHITU, Abubakar ISAH, Abdullahi ABBAS, Rabi'u MUHAMMAD	An Inventory Model For Delayed Deteriorating Items With Lead Time And Quadratic Time Dependent Holding Cost	1076
Hassan ABDULMUMINI	The Impact Of Crop Rotation And Diversification On Soil Fertility	1077-1085
Christian Putra SIMANJUNTAK, April AMBARITA	Transformational Leadership in Schools: Fostering a Culture of Continuous Improvement	1086-1087
Maryam HASSAN	Women and Family: The Interplay of Roles and Dynamics	1088
Zakriya PARVEEN, Umm Eman SYED, Warda ZAINAB, Neelam BIBI, Dr. Anam KHAN	Moderating Role of Parental Favoritism in Relationship Between Siblings Rivalry and Quality of Life among Young Adults	1089
K. POOJA M. K. VIJAYALAKSHMI	Review on Medication error	1090
Pooja SHUKLA	Board Composition and Boardroom Dynamics: A Comparative Analysis Across Different Governance Structures	1091-1092
Mohammed OUINTEN, Riyadh ROUABHI, Abdelghafour HERIZI	Robust non-linear control of a doubly-fed induction generator	1093

AUTHORS	TITLE	NO
Mohd Arsh KHAN Saimah KHAN	Advanced Strategies for the Removal of Pharmaceuticals from Wastewater	1094
Sanae HANINE	Geopolitics of Energy: How is Morocco Reshuffling the Cards?	1095-1108
Bratislav PEŠIĆ Nikola STOLIC	Photo Hunting The Green Side Of Hunting Tourism	1109
Faisal NAZIR	Production And Characterization Of Carbon Nanotubes From Biochar Under Microwave Irradiation	1110
Mohd Danish KHAN, Shirin Mahapara KHAN, Mohd Arsh KHAN, SHAIZEE	Antibacterial potential of methanolic extract of *Moringa oleifera* fruit	1111
Mehwash KASHIF, Anusha AHMED, Asma Bint-e-ADIL	Microbial Modulation Therapy For Cancer Patients- A Systematic Review	1112-1113
Wazeeha Zubair ANSARI, Mohd Arsh KHAN, Rizwan HUSSAIN	Advanced Oxidation Processes (AOPs) for Sustainable Pollution Control: Emerging Trends and Challenges	1114
Izuogu, C.U., Okonwe, P.N., Njoku, L.C., Ibrahim-Olesin, S., Umeh, N.E., Agou, G.D., Iroegbu, S.C	Access and Use of Information and Communication Technology Among Rice Farmers in Ishielu, Ebonyi State, Nigeria	1115
Favour C. UROKO	Increasing Murders in Hotels in Nigeria in Light of Judges 4:17-19	1116
Rubia JALAL Gopinathan. R.	Dynamic relationship between energy prices and macro-policy variables in BICS: Evidence from Multiple Threshold Model	1117
Sufia Anis KHAN Mohd Arsh KHAN	AOPs for a Greener Tomorrow: Emerging Trends in Pollution Control	1118
Amritha L. J. A. Alex Stalin Panneer SELVAM	Influence Of Occupational Stress Management Strategies On Employee Productivity"	1119-1120
Amritha L. J. Sreejith J.	The Governance of International Finance	1121
Olaomi A. A., Olakunle D. E., Adeyemi, T. A., Olubenshe, C. T.	Antifungal Properties Of *Vernonia amygdalina* (Bitter Leaf) Extracts Against *Rhizopus stolonifer* Associated With Sweet Potato Spoilage	1122-1129
Chandani SHARMA	Tree-Plot Algorithm for Interactive Visualization of Large Datasets Using H_2O's In-Memory Node Technique	1130
Rashna MIRZA, Mohsin FAWAD, Amjad Ali SHAH, Kifayat Ullah SHAH, Atif Ullah KHAN, Naveed AHMED, Muhammad AMER	Pectin based Stimuli Responsive Nanovesicles: A Promising Strategy for Sustained Release, and Augmenting Bioavailability of Gemcitabine	1131
Rayan Ikram ADDOUN	Decay Rates And Eigenvalue Asymptotics For Abstract Strongly Coupled Hyperbolic Equations With Infinite Memory	1132
Erion SUKAJ, Eldores SULA, Valbona ALIKO	Insights from Human Erythrocyte "in vitro" Model of ZnONPs Cytotoxicity Testing	1133-1159
Gedam, TOLA Abaineh, MUNSHEA Sissay, MENKIR	Knowledge, Attitudes, And Practice Of Farmers Towards Ticks And TBD In Selected Districts Of West Gojam Zone, ANRS , Ethiopia	1160
Gedam, TOLA Abaineh, MUNSHEA Sissay, MENKIR	Epidemiology and species diversity of tick infesting cattle in Ethiopia: Systematic review and meta-analysis	1161
Priya CHOUDHARY	Impact of Music Therapy on Emotional Well-Being Among Elderly People in India: A Review	1162

AUTHORS	TITLE	NO
Afaf BENHOUDA Djahida BENHOUDA Soumia BENHOUDA Mourad HANFER	Investigation of the impact of pregnancy-induced hypertension on expectant mothers at the Batna Maternity Center in Algeria	1163
Olatunji Temilade AFOLASADE Omisakin Adeyemi MATHEW	The Objectification of Women in Nigerian and American Music Videos: A Critical Analysis	1164
R. VIDHYALAKSHMI K. RAJAGANAPATHY	Investigation of the Degradation Pathways of a Pharmaceutical Compound using LC-MS/MS and NMR Spectroscopy	1165
Taskeen FATIMA, Mehran MAJEED Mahna FATIMA, Raheela MUQADUS, Areeba ARIF, Dr. Nabiha IQBAL, Mah-ru-nisa ATIF	Correlation Study On Etiological Factors Of Heart Disease In Diabetic Patients In Lahore, Pakistan	1166
Sergey PUKHLİK, Alexander ANDREEV, Irina TAGUNOVA, Alexander PLAKIDA, Nataliya IVCHENKO	Application Of Squalene For Long-Term Remission In Chronic Dermatosis Of The External Auditory Canal	1167
Ana-Lucia BLENDEA, Alin CIOBICA, Ioan GOTCA, Andreea GHERASIM, Ionut RATA	Clinical Evaluation of Ozempic: A Systematic Review of Its Role in Type 2 Diabetes and Weight Management	1168
Prema Siva Naga Teja ALAPATI Baljeet Singh SAHARAN Meena SINDHU Ankush DHANDA Tejashree MUSINI	Identification and Analysis of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria from Sorghum Plants	1169
Chaymae GHAFFOULI, Khaoula FAIZ, Adil ROUKBANI, Bouchra LOUASTE	Valorization of Essential Oils and Plant Extracts: Biological Properties and Applications in Food Safety and Preservation	1170
Abbas Eghbal MEHRAN Kosar ADIBANKHAH	Investigating The Role Of Wrestling And Its Relationship With The Government And People During The Qajar Period	1171
IDRIS, Ibrahim YUNISA, Yahaya EDOKA, Romanus OTORI, Emmanuel Adeiza OLORUNTOBA, Olatunbosun Halleluya MOSES, Sunday Adeyemo	Re-imagine Technology Education Through Innovative And Creativity Amongst Junior Secondary School Students In Kogi State, Nigeria	1172-1173
Mah-ru-nisa ATIF, Abubakar SYED, NABIHA, Mishal JAVED, Osama BAIG, Akash QASIM, Shahbaz JUTT	Investigation of the Impact of Gastrointestinal Diseases and Dietary Factors on the Occurrence, Prevalence, and Severity of Mouth Ulcers	1174
Hemlata SHARMA	Breaking The Glass Ceiling: An Examination Of Women's Participation In Leadership Positions In India's Government, Judiciary, And Startup Ecosystem	1175-1187
Mohammad Reza ALAM Abbas Eghbal MEHRAN	Studying the impact of the Iran-Russia wars on the social and economic situation of Iranian Armenians during the Qajar period	1188
Pooja RASAL Gaurav KASAR	Application Of Phytosome In Wound Healing	1189
Ikram Saliha BENYAHIA Wefa BOUGHRARA, Amina LAKMECHE, Fatma BELHOUCINE, Amel ALIOUA BERREBBAH	Risk Stratification and Consequences of Taxane-Induced Adverse Events in Lung Cancer Therapy	1190
Nesrine BENKHAIRA, Saad Ibnsouda-KORAICHI, Kawtar Fikri-BENBRAHIM	Exploring the Therapeutic Potential and Phytochemical Composition of a Northern Moroccan Medicinal Plant	1191
Abdelmalek Farouk TEDJARI Leila Rahmani-KELKOUL	Gate, Tracking, And Field Survey Methods For The Assessment Of Two Public Spaces In Setif (Algeria)	1192
Dejan SREDOJEVIĆ Miloš DRAGOSAVAC Slobodan POPOVIĆ	Frameworks For Introducing Internal Control And Financial Management And Control In The Business Of Enterprises With The Participation Of The It Sector Regarding It Systems	1193-1197
Dejan SREDOJEVIĆ Miloš DRAGOSAVAC Slobodan POPOVIĆ	Modeling The Impact Of The Basic Framework Of Internal Audit And The Impact Of The It System On The Improvement Of The Overall Business	1198-1202
Yusuf Kolapo IBRAHIM Samuel Seun SALAKO	Evaluating the Effectiveness of Public-Private Partnerships in Urban Transportation Systems: A Business Model Perspective	1203

AUTHORS	TITLE	NO
Snehal SALUNKHE, Darshan MALI Bhagyashri GONDKAR, Pradnya SAWAT, Jyoti YADAV	Agro tourism as a business model- Explore how farmers can generate additional revenue through tourism	1204-1207
Sakineh SOJOODI Shaghayegh NARIMANJAHAN	Investigating the Role of Institutional and Supportive Aspects on Innovative Entrepreneurship in Developing Countries	1208-1220
Yimesgen Mehari KEBEDE Awoke Andargie TIRUNEH Endalew Getnet TSEGA	Fitted Operator Method for Singularly Perturbed Delay Parabolic Problems with Boundary Turning Points	1221
Aashish DHIMAN	Gig Economy: The Transformation Of Traditional Employment	1222
Irfan BASHIR, Afshan NASEEM, Fariha GUL, Aisha SAMI, Almas SHOAIB, Arfa MUNIR, Farzana IQBAL	Effect of Domestic Philosophy on Undergraduate Student's Communication Skills	1223
GUNASEKAR G.	Insect-Borne Zoonotic Diseases: Transmission, Impact and Prevention	1224
Najira Agasa NUHU, Rachael Kunaba TAGWAI, Caleb LUKA	Impact Of High Inflation On Savings And Defensive Strategies To Adopt In Nigeria	1225
Saeed Ahmad ZAMAN, Naima NAWAZ, Zain NAWAZ, Dr. Ijaz ASHRAF, Muhammad IDREES, Nadia IDREES, Lubna ANJUM, SHAHZAD, Ayesha RIAZ, Abdul RAHMAN	Role of Tradtional and social Media in Democracies	1226
Saeed Ahmad ZAMAN, Naima NAWAZ, Zain NAWAZ, Dr. Ijaz ASHRAF, Muhammad IDREES, Nadia IDREES, Lubna ANJUM, SHAHZAD, Ayesha RIAZ, Abdul RAHMAN	The Impact of Migration on Pakistan's Economy and Society	1227
Saeed Ahmad ZAMAN, Naima NAWAZ, Zain NAWAZ, Ijaz ASHRAF, Muhammad IDREES, Nadia IDREES, Lubna ANJUM, SHAHZAD, Ayesha RIAZ, Abdul RAHMAN	The Effects of Immigration on the Pakistan's Economy	1228
Saeed Ahmad ZAMAN, Naima NAWAZ, Zain NAWAZ, Ijaz ASHRAF, Muhammad IDREES, Nadia IDREES, Lubna ANJUM, SHAHZAD, Ayesha RIAZ, Abdul RAHMAN	The Contribution of Workers' Remittances to Economic Growth in Pakistan	1229-1230
Agbata Benedict CELESTINE, Agbebaku Dennis FERDINAND, Collins Obiora CORNELIUS, Raimonda DERVISHI, Ezeafulukwe Uzoamaka AZUKA, Zhifka Muka MECO, Mbah Godwin Christopher EZIKE	Mathematical Modelling and Analysis of Tuberculosis Vaccination Model with Impact of Environmental Interventions	1231-1232
Khanh Giang LE	Spatial Analysis To Improve Urban Traffic Management	1233-1234
José FERNANDES Nuno BAPTISTA Marianys FERNÁNDEZ	How Does Digital Transformation Enable Open Strategy?	1235
Mary NARANJO Nuno BAPTISTA Marianys FERNÁNDEZ	Computer-generated influencers vs human influencers in digital marketing: A Literature Review	1236-1261
Mizanur RAHMAN	Determinants of Bangladesh's Low Tax-to-GDP Ratio: An Empirical Assessment	1262-1263
Abhijeet MALI, Sanket MHETRE, Pratik DAFALE, Raj KAKADE Jyoti S. YADAV	Study on Pet handling Equipment during medical treatment	1264
Rushikesh JADHAV, Vaishanavi PATIL Sanika YADAV, Pranoti JADHAV, Jyoti S. YADAV	Climate change and its effects on Polar Wildlife	1265
Soukaina EL KHALKI, Abdellatif LAMHAMDI, Rachida ELBARGHMI	Evaluation of the Microbiological and Physical-Chemical Quality of Water Supply in the Oujda Region	1266

AUTHORS	TITLE	NO
Lamiae OULBAZ, Meriem KASBAJI Zineb KASSAB, Abdelwahed CHARI Jones ALAMI, Mouad DAHBI ,Mounir EL ACHABY	Innovative Hard Carbon Anodes Derived from Lignocellulosic Biomass for High-Performance Sodium-Ion Batteries	1267-1268
Manal EL BAZ, Taher ZAKI Hassan DOUZI	Detection Of Red Traffic Signs Under Variable Lighting And Weather Conditions	1269
Fatima Abdou-ALLAH, Fouzia HMIMID, Meryem SOUIDEK, Lamiaa AIT SI, Ismail GUENAOU, Fatima Ez-zahraa OUSAID, Imane Nait IRAHAL, Kabine MOSTAFAA, Noureddine BOURHIMA	Integrated Analysis of the Phytochemical Profile, Antioxidant and Antimicrobial Activities, and Safety of Ephedra fragilis Infused Extract	1270-1271
Meryem SOUIDEK, Fouzia HMIMID Fatima Abdou-ALLAH, Lamiaa AIT SI, Fatima Ez-Zahra OUSAID, Faiza CHBEL, Houssine AZEDDOUG	Phytochemical composition, antioxidant potential, and pharmacological activities of the aqueous extract of *Cynara cardunculus* L. (Asteraceae) from Morocco	1272-1273
Yassine ELJAOUHARY Abdelghani QADEM Sebastien LEBAUT Najat ITOBI	Vegetation Cover Dynamics in the Central High Atlas: The Case of the SIB Boutferda Forest	1274
Vasanthi MUNIASAMY	The Impact of AGI on Future Humanity	1275-1277
Saloua FILALI, Abdelkader NASSER Abdellah Azougay	Innovative Use of Recycled Marble Waste in Concrete: Mechanical and Environmental Insights	1278-1279
Margaret Toluwalope OMOLEYE, Fiyinfoluwa Tijesunimi LAOYE, Bobinihi Maria OLUFUNKE, Yetunde O. OLADIGBOLU, Samuel Abiodun AYANWOLE, Amos ADEGBALA	Precision Agriculture: A Possible Bedrock On Which Nigeria Past Glory In Cashew Production Can Be Rebuilt/Restored	1280
OMISAKIN, Adeyemi Mathew ADESIYAN, Oyinade Funke	Linguistic Representation of Change: The Stylistic Evolution of Kambili's Narrative Voice in Chimamanda Adichie's *Purple Hibiscus*	1281
Hafsa SAF, Hicham CHARIFI, Khalid BOUABID, Haytam MOUHIB, Mariam BOUFRIOUA	Advancing Thin-Film Material Engineering for Enhanced Efficiency in Solar Energy Devices	1282
Habil. Cristina Raluca Gh. POPESCU	Intellectual Capital-Driien Innovation, Performance, And Technology Towards The Sustainable Development Goals	1283
Zineb ELABOUDI, Samira EL AOUIDI, Radouan SAADI, Azzouz BENKDAD, Zineb EL Mouridi, Abdelmourhit LAISSAOUI, Abdelaziz MADINZI, Salah SOUABI	Transfer factors of radionuclides from soil to plants in semi-arid region in Morocco	1284
Fouzia BENOUDJIT Yasmine CHAFAI	Quality Evaluation Of Perfumed Body Lotion: Physico-Chemical Properties And Rheological Behaviour	1285
Haldun ŞEKERCİ	Anadolunun Motifi Takının Süsü (ONLINE EXHIBITION)	1286-1300

RECENT DEVELOPMENTS IN VARIOUS ANTICANCER ACTIVITIES OF COUMARIN

Oguz CAKIR
Dicle University, Atatürk Faculty of Health and Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8006-2054
Mustafa Abdullah YILMAZ
Dicle University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4090-7227

ABSTRACT

It has been demonstrated that coumarins, a family of naturally occurring compounds, have anticancer effects. It has been demonstrated that these substances, which are distinguished by their linked benzene and α-pyrone rings, impact a number of cellular functions that are essential to the initiation and progression of cancer. These chemicals prevent certain cancer cells from growing, multiplying, and spreading in a number of ways. One of coumarins' main anticancer actions is the apoptotic death of cancer cells. It has been discovered that coumarins such as esculetin and imperatorin increase the expression of the tumour suppressor protein p53, which encourages disruption of the cell cycle and death. Additionally, coumarin has anti-angiogenic qualities, which are critical for cancer development and metastasis. Blocking the "vascular endothelial growth factor (VEGF)" signalling system can prevent new blood vessels from forming to supply tumours. Coumarins block a variety of signalling pathways that are critical for cell division. They can, for example, block the "PI3K/mTOR" pathway, which frequently harms cancer cells and lowers their capability to divide and endure. Finally, coumarins may change the immune system's response to cancerous cells. They have the ability to boost the activity of natural killer cells and cytotoxic T lymphocytes, which aid the immune system in identifying and eliminating cancer cells. Through a variety of mechanisms, such as immune response regulation, angiogenesis reduction, cell growth inhibition, and apoptosis activation, coumarins exhibit their anticancer effects. These molecular pathways highlight the potential of coumarins as an exciting option for the development of novel anticancer treatments. More study is needed to completely understand their mechanisms of action and maximise their therapeutic efficacy.

Keywords: Coumarin, anticancer mechanisms, angiogenesis, apoptosis, blood vessels.

INTRODUCTION

The substantial polyphenolic content of coumarins, a family of oxygenated, colourless, crystalline heterocyclic chemicals, makes them noteworthy. These substances are

predominantly derived from Dipteryx odorata Wild., a member of the Fabaceae family, traditionally referred to as “Coumaroun” by local populations (Shahbaz et. al. 2025). Both aglycone and glycoside forms of coumarin (2H-1-benzopyran-2-one or 1,2-benzopyrone), along with their various derivatives, are extensively distributed in the plant kingdom. To date, over 800 distinct coumarin-related compounds have been isolated from approximately 600 genera and 100 botanical families (Shahbaz et. al. 2025). These compounds are commonly found in the leaves, roots, and seeds of dicotyledonous angiosperms, especially those within the *Rutaceae* and *Apiaceae* families. Vascular plants are known sources of naturally occurring coumarins, such as novobiocin (Akkol et al., 2020). Structurally, the coumarin core consists of a benzene ring fused to an alpha-pyrone ring. Functional groups such as methyl and hydroxyl moieties contribute to the biosynthesis of key derivatives, including scopoletin, esculetin, umbelliferone, and 4-hydroxycoumarin (Shahbaz et. al. 2025).

More complex coumarin structures-produced through the phenylpropanoid biosynthetic pathway-are classified into pyrano-, furano-, and pyrone-substituted categories based on their chemical modifications (Zou et al., 2024). Numerous plants, including strawberry, cherry, apricot, cinnamon, vanilla grass, bison grass, sweet clover, woodruff, tonka beans, black currant, and contain coumarins, which are well-known for their pleasant scent (Lončarić et al., 2020). Coumarins interact non-covalently with several enzymes and cellular receptors, resulting in a wide range of biological functions. These interactions underpin their wide-ranging pharmacological applications. Medicinally, coumarin-based molecules have been utilized for their antioxidant, antiviral, antifungal, anticancer, antidiabetic, and anticoagulant properties. Furthermore, coumarins are employed in analytical and biomedical research as fluorescent probes and biosensors (Pereira et al., 2018).

Certain coumarin derivatives, including sulfonamide and benzamide analogues, have demonstrated potent anticancer effects. Their pharmacological activity is highly influenced by the position and nature of substituent groups on the coumarin backbone (Rawat & Reddy, 2022). As discussed by Romasi and Esfandiari (2021), cancer stems from abnormal and uncontrolled cell growth, ultimately leading to severe disease progression and organ dysfunction. With projections indicating that cancer will soon surpass cardiovascular diseases as the primary cause of mortality, the global health impact of cancer is immense. According to WHO and GLOBOCAN data, cancer accounted for 9.56 million deaths and 18.08 million new cases, with the majority of fatalities occurring in low- and middle-income regions (Al-Warhi et al., 2020).

Clinically, coumarins are frequently prescribed for conditions such as renal cell carcinoma, prostate cancer, and leukemia and are also employed to alleviate the adverse effects of radiotherapy. Both naturally occurring coumarins (e.g., 7-hydroxycoumarin, aesculetin, psoralen, imperatorin) and synthetic analogues (e.g., coumadin, warfarin) are integral to photochemotherapy and cancer treatment regimens (Akkol et al., 2020). Among the most therapeutically valuable coumarin derivatives are esculetin, quercetin, and umbelliferone. Their pharmacodynamic versatility, cost-effectiveness, and widespread availability from medicinal plants underscore their significance in contemporary medicine (Sharifi-Rad et al., 2021).

Anticancer Perspectives

Coumarin and its derivatives have demonstrated significant anticancer potential against a variety of malignancies, including leukemia, malignant melanoma, as well as colon, prostate, lung, and breast cancers (Bhattarai et al., 2021). Structurally, coumarins are composed of a fused benzene and pyrone ring system. Modifications to this core scaffold can enhance anticancer efficacy while minimizing adverse effects. These compounds exhibit the capacity to modulate multiple cellular signaling pathways involved in carcinogenesis (Thakur, Singla, & Jaitak, 2015). Experimental evidence suggests that the anticancer activity of coumarins frequently involves the induction of caspase-dependent apoptosis. Notably, 7-hydroxycoumarin-a metabolic product generated by the cytochrome P450 isoenzyme CYP2A6-exerts antiproliferative effects by downregulating Bcl protein expression across various tissues. The 26 kDa membrane protein Bcl acts as an inhibitor of apoptosis by neutralizing reactive oxygen species (ROS), suppressing mitochondrial CYP activity, and reducing the activation of caspase-9 (Shahbaz et. al. 2025). These actions contribute to prolonged cellular survival and may facilitate carcinogenic transformation through the accumulation of mutations in healthy cells. Conversely, the pro-apoptotic protein Bax promotes the release of cytochrome C from mitochondria into the cytosol by altering mitochondrial membrane integrity. Cytosolic cytochrome C then activates caspase-9, which initiates the proteolytic degradation of key nuclear and cytoplasmic proteins. This cascade further activates downstream effector caspases, including caspase-3, -6, and -7, culminating in programmed cell death (Akkol et al., 2020).

Alkylating agents, carbonic anhydrase, mitotic inhibitors, blockers, angiogenesis and telomerase inhibitors, kinase inhibitors, topoisomerase and aromatase inhibitors, monocarboxylate transporter inhibitors, and hormone antagonists are among the classes of coumarin-based compounds whose anticancer effects have been studied. Coumarins derived from natural sources have shown considerable efficacy in both in vitro and in vivo models. Moreover, the combination of coumarin with other phytochemicals such as artemisinin is

considered a promising approach for enhancing anticancer activity (Koley et al., 2024). The relationship between coumarin structure and its anticancer mechanism of action is illustrated in Figure 1.

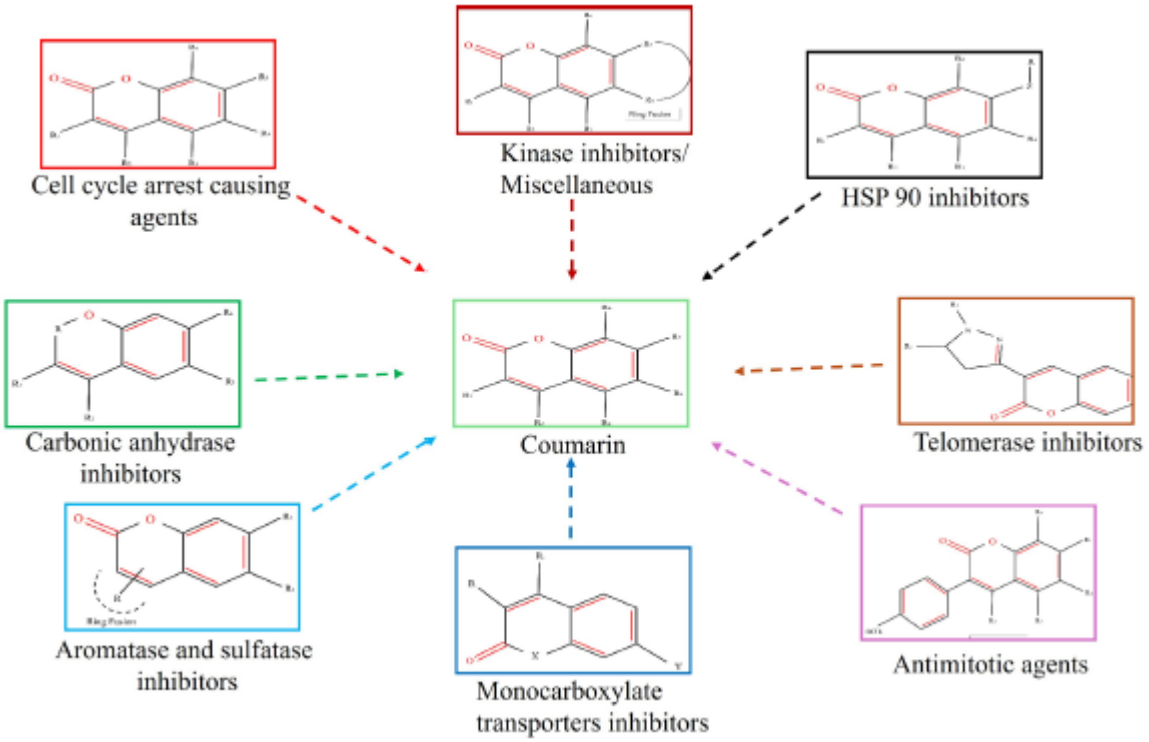


Figure 1. Coumarin structure–activity in anticancer action (Shahbaz et. al. 2025).

Pancreatic Cancer

Pancreatic cancer is the sixth biggest cause of cancer-related deaths globally. The Global Cancer Observatory reported roughly 495,773 new cases and 466,003 deaths worldwide in 2020 (Shahbaz et. al. 2025). In recent decades, the incidence and fatality rates of pancreatic cancer have increased. The overall 5-year survival rate remains dismal at approximately 6%, with slight variations between developed and developing nations (Mizrahi et al., 2020). Each year, pancreatic cancer is responsible for the deaths of nearly 300,000 people. Among its subtypes, pancreatic ductal adenocarcinoma (PDAC) is particularly lethal, with fewer than 5% of patients surviving beyond five years post-diagnosis (Lu et al., 2017). A promising approach to enhance anticancer efficacy involves molecular hybridization-a strategy that combines two or more structurally distinct pharmacophores into a single compound. This technique has emerged as a valuable tool in drug development, enabling the design of hybrid molecules with enhanced potency and target affinity compared to their individual constituents (Shahbaz et. al. 2025).

In a recent study, two novel hybrid molecules were synthesized by integrating antioxidant coumarin derivatives-namely 4-azidocoumarin and coumarin-1,2,3-triazole hybrids-with the

well-established chemotherapeutic agent 5-fluorouracil. The conjugation was accomplished through copper(I)-catalyzed azide-alkyne cycloaddition (CuAAC), a widely used click chemistry reaction. These hybrid molecules demonstrated strong antioxidant activity in aqueous environments and formed stable, uniformly sized nanoparticles. When evaluated in vitro against PANC-1 human pancreatic cancer cell lines, the hybrids exhibited significantly greater anticancer activity than free 5-fluorouracil, alongside selective cytotoxicity. The study highlighted a synergistic interaction between 5-fluorouracil and the 4-azidocoumarin derivative, suggesting that such hybrid compounds hold promise as novel therapeutic candidates for pancreatic cancer. Further investigation into their mechanism of action and clinical applicability is warranted (López et al., 2022).

Colon Cancer

Colon cancer is among the leading global causes of morbidity and mortality, ranking as the second most common cause of cancer-related deaths. In 2018 alone, approximately 1.8 million new cases and 881,000 deaths were recorded worldwide (Shahbaz et. al. 2025). While recent improvements in early diagnosis and treatment strategies have contributed to a reduction in mortality, survival rates remain low, particularly at advanced or metastatic stages. The five-year survival rate is reported to be around 90% when diagnosed early but falls to roughly 10% in later stages (Siegel, Miller, & Jemal, 2018). This underscores the importance of elucidating the molecular mechanisms driving tumor development (Favoriti et al., 2016). In the United States alone, colon cancer was estimated to cause over 50,000 deaths in 2018, according to the American Cancer Society. Among various therapeutic agents under investigation, coumarin derivatives have gained attention for their selective anticancer potential. Osthol, a naturally occurring coumarin bearing a methoxy group at the C7 position, has demonstrated significant anti-tumor activity. Remarkably, it exerts a tissue-specific cytotoxic effect against colon cancer cell lines (HCT116 and SW480) at relatively lower doses compared to those needed for other cancer types, such as prostate or breast cancer (Lin et al., 2019). In another approach, researchers synthesized novel geiparvarin analogues via bioisosteric transformation. The introduction of electron-withdrawing groups-such as 7-((1-(4-fluorobenzyl)-1H-1,2,3-triazole-4-yl)methoxy)-4H-chromen-4-one-significantly enhanced the cytotoxic effects of the compound's aromatic ring systems. Geiparvarin itself demonstrated promising cytotoxic activity with low IC_{50} values in hepatocellular and colorectal cancer cell models (Akkol et al., 2020).

Additionally, dicoumarol (DIC), another coumarin derivative known for its role in redox regulation, has been shown to possess antitumor properties. In colon cancer cells

overexpressing the HMGA2 protein, DIC induced apoptosis and inhibited cell migration. Furthermore, when combined with 5-fluorouracil (5-FU) in colony formation assays, DIC potentiated the chemotherapeutic effect, suggesting synergistic activity. This provides a novel perspective on HMGA2's molecular role and highlights the potential of DIC as an adjuvant therapeutic agent for HMGA2-overexpressing colon cancers (Chen et al., 2020).

Prostate Cancer

Prostate cancer ranks as the second leading cause of cancer-related mortality among men. In 2020, global statistics indicated approximately 1,414,259 new diagnoses and 375,304 deaths attributed to this malignancy (Shahbaz et. al. 2025). While early-stage prostate cancer is often manageable through various interventions-including hormone therapy, radiation, prostatectomy, and active surveillance-the prognosis for individuals with advanced or metastatic disease remains difficult to predict and treat effectively (Elagawany et al., 2024). Given its high prevalence and mortality, the development of novel therapeutic strategies for prostate cancer is a pressing need.

In this context, researchers investigated the anti-proliferative and anti-migratory effects of esculetin, a naturally occurring coumarin derivative. The study evaluated the compound's cytotoxicity on human prostate cancer cells using the MTT assay following 24 to 72 hours of treatment with varying concentrations of esculetin. Additional analyses included cell cycle and apoptosis assessments via a cell-based cytometer, while gene expression levels were quantified using reverse transcription and real-time PCR techniques. Cellular motility was evaluated through the wound healing assay, and protein expression was determined using western blot analysis (Turkekul et al., 2018). Results demonstrated that esculetin inhibited cell proliferation in both a dose- and time-dependent manner. It also significantly reduced cell migration and induced apoptosis. The image-based cytometry further revealed that esculetin treatment led to cell cycle arrest and decreased overall cell viability. These findings suggest that esculetin holds promise as a therapeutic agent in prostate cancer treatment. However, the authors emphasized the need for further studies, particularly in vivo investigations, to fully understand esculetin's clinical potential and therapeutic mechanisms (Turkekul et al., 2018).

Breast Cancer

Breast cancer remains one of the most frequently diagnosed cancers among women worldwide and constitutes the second leading cause of cancer-related death in this population. Women face an estimated lifetime risk of 12% for developing the disease (Shahbaz et. al. 2025). Breast cancer classification traditionally relies on the proliferation patterns of mammary epithelial cells and the expression of key biomarkers, including human epidermal growth factor receptor

2 (HER2), progesterone receptors (PR), and estrogen receptors (ER). Clinical evidence has confirmed that therapeutic agents targeting estrogen receptors-specifically ER antagonists-are highly effective in managing ER-positive breast cancers. Coumarins, a diverse group of phytochemicals with broad pharmacological activities, have been explored for various therapeutic applications, including photochemotherapy, anticancer treatments, and anti-HIV therapies. Notably, some studies have reported that coumarins exhibit mild estrogenic activity, which may offer benefits in managing menopause-related conditions (Dhawan et al., 2018).

In the context of breast cancer, coumarins and their active metabolite 7-hydroxycoumarin have demonstrated potential as inhibitors of aromatase and sulfatase-two enzymes involved in estrogen biosynthesis. This inhibitory action suggests their possible role in disrupting estrogen-driven tumor growth. Furthermore, coumarin-based selective estrogen receptor modulators (SERMs) and coumarin-estrogen conjugates have been proposed as innovative strategies for breast cancer prevention and treatment. Considering the continued high mortality associated with breast cancer-especially in Western populations such as the United States, where it is second only to lung cancer-there remains an urgent demand for novel and more effective therapeutic approaches (Musa, Cooperwood, & Khan, 2018).

Kidney Cancer

Renal cell carcinoma (RCC) is the predominant kind of kidney cancer, arising from the epithelial cells of the renal tubules, and constitutes roughly 85% of all malignant kidney neoplasms (Shahbaz et. al. 2025). Each year, RCC is responsible for more than 14,000 deaths, with over 60,000 new cases diagnosed annually (Haque et al., 2017). Among the broad spectrum of bioactive compounds explored for anticancer therapy, coumarins remain a highly versatile chemical class. Their diverse biological properties have drawn significant interest in the development of novel anticancer agents. Several investigations have assessed the potential utility of coumarins-particularly 7-hydroxycoumarin-against malignant cells, including RCC. In in vitro experiments, coumarin and its hydroxylated derivative demonstrated both cytotoxic and cytostatic effects on renal cell carcinoma cells (Emami & Dadashpour, 2015). Toxicological assessments further indicated that oral administration of coumarin at doses between 500–600 mg was generally well tolerated. Among the observed side effects, nausea was noted as the most common, likely attributable to the compound's intense aromatic profile (Akkol et al., 2020). These findings support the continued exploration of coumarin derivatives as potential therapeutic agents in RCC, although further in vivo and clinical studies are needed to validate their safety and efficacy.

Stomach Cancer

Gastric cancer, commonly known as stomach cancer, is the third leading cause of cancer-related mortality and ranks as the fifth most prevalent malignancy worldwide. Its etiology is multifactorial, involving both intrinsic and environmental risk factors. Age, male sex, genetic predisposition, and racial background are known contributors (Shahbaz et. al. 2025). In addition, modifiable factors such as alcohol consumption, smoking, poor dietary habits, and Helicobacter pylori infection significantly elevate the risk of developing this disease (Poorolajal et al., 2020). In the search for novel therapeutic agents, coumarins-a class of compounds known for their wide range of bioactive properties-have garnered increasing attention. Recent research has particularly focused on coumarin derivatives as potential anticancer agents. Among them, styrene-substituted biscoumarin (SSBC) has been evaluated for its anti-proliferative and pro-apoptotic activities using both in vitro and in silico approaches (Shahbaz et. al. 2025).

To assess SSBC's cytotoxic potential, an MTT assay was performed using the AGS human gastric cancer cell line, revealing significant anti-proliferative effects. Furthermore, the compound's ability to interact with anti-apoptotic proteins, particularly BCL2, was investigated through molecular docking studies. These simulations suggested that the most active SSBC compound may bind to the BH3 domain of BCL2, thereby promoting apoptosis-mediated cell death. The IC_{50} values of SSBC were also calculated using AGS gastric cancer cells and two normal human lung cell lines (L-132 and MRC-5), indicating selective cytotoxicity. These findings highlight the potential of SSBC to selectively target cancer cells while sparing normal tissue. Overall, the data support the continued investigation of biscoumarin-based compounds as promising therapeutic candidates for gastric cancer treatment (Shahbaz et. al. 2025).

Bone Cancer

The skeletal system is among the most common sites of metastasis for various types of malignancies. Patients with bone metastases frequently experience serious skeletal-related events (SREs) that can severely diminish their quality of life. These complications include spinal cord compression, pain, pathological fractures, and hypercalcemia (Shahbaz et. al. 2025). Additionally, the morbidity and mortality associated with bone metastases have shown a notable increase in recent years (Huang et al., 2020). In the search for effective therapeutic strategies, the antitumor activity of coumarins in bone cancers has been the focus of several studies. Coumarins have been shown to inhibit the proliferation, growth, and metastatic potential of bone cancer cells via multiple biological pathways (Wu et al., 2020). Moreover, these compounds play a role in modulating the expression of key apoptotic proteins involved in programmed cell death.

One particularly promising natural coumarin derivative is osthol. Structural modification of osthol-specifically the bioconversion of its methoxy group at the C7 position into a 3-methyl-2-butenyl substituent at C8-has been reported to enhance its therapeutic efficacy in bone cancer. This modified compound has demonstrated substantial inhibitory effects on alkaline phosphatase activity and activation of caspase-3, both of which are critical markers in bone tumor progression and apoptosis induction (Akkol et al., 2020). These findings suggest that osthol and other coumarin derivatives may offer effective, targeted therapies for managing bone metastases and primary bone malignancies, warranting further investigation through preclinical and clinical studies.

CONCLUSIONS AND PERSPECTIVES

Coumarin, a naturally occurring compound found in numerous plant species, has gained significant attention as a potential anticancer agent due to its complex chemical structure and multifaceted mechanisms of action. In recent years, coumarin and its derivatives have been extensively investigated for their broad-spectrum anticancer properties. The benzopyrone backbone of coumarins confers a wide range of biological activities, including antitumor effects mediated through multiple cellular targets and pathways. Coumarins demonstrate the ability to reverse multidrug resistance (MDR), inhibit angiogenesis, induce oxidative stress, modulate intracellular signaling, and disrupt cell cycle progression-all of which contribute to their anticancer efficacy. One of the key pathways modulated by coumarins is the PI3K/Akt/mTOR signaling cascade, which plays a crucial role in cancer cell survival, growth, and proliferation. Additionally, coumarins influence the apoptotic machinery, thereby decreasing tumor cell viability. Another important mechanism involves the inhibition of carbonic anhydrase, an enzyme that contributes to tumor acidity and progression. Numerous studies have shown that the anticancer efficacy of coumarin derivatives is dose-dependent. Recently synthesized coumarin-based hybrid compounds have demonstrated significant cytotoxic activity against various cancer cell lines, including those of the lung, colon, and breast. For instance, coumarin-acrolein hybrids have been reported to inhibit cancer cell division while exhibiting low toxicity toward normal cells. Furthermore, the structural modification of coumarins to selectively target specific receptors in malignant cells enhances therapeutic precision and minimizes off-target effects. Structure–activity relationship (SAR) studies continue to play a vital role in optimizing the pharmacological properties of coumarin derivatives, with the goal of improving efficacy and reducing toxicity. The integration of advanced drug delivery systems holds promise for enhancing the solubility, bioavailability, and tumor-specific accumulation of coumarin-based agents. In the context of multidrug-resistant cancers, coumarins also present potential as

synergistic agents in combination therapies, offering a strategic advantage in overcoming therapeutic resistance. Overall, coumarin-based compounds represent a promising avenue for the development of next-generation anticancer therapeutics, supported by mechanistic diversity and ongoing advancements in medicinal chemistry and delivery technologies.

REFERENCES

Abdel Ghany, L. M., Ibrahim, T. S., Alharbi, A. S., Abdel-Aziz, M. S., El-labbad, E. M., Elagawany, M., & Ryad, N. (2024). Development of certain benzylidene coumarin derivatives as anti-prostate cancer agents targeting EGFR and PI3Kβ kinases. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 39(1), 2311157.

Al-Warhi, T., Sabt, A., Elkaeed, E. B., & Eldehna, W. M. (2020). Recent advancements of coumarin-based anticancer agents: An up-to-date review. *Bioorganic Chemistry*, 103, 104163.

Bhattarai, N., Kumbhar, A. A., Pokharel, Y. R., & Yadav, P. N. (2021). Anticancer potential of coumarin and its derivatives. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 21(19), 2996-3029.

Chen, C. H., Hsieh, Y. C., Yang, P. M., Liu, Y. R., & Cho, E. C. (2020). Dicoumarol suppresses HMGA2-mediated oncogenic capacities and inhibits cell proliferation by inducing apoptosis in colon cancer. *Biochemical and biophysical research communications*, 524(4), 1003-1009.

Dhawan, S., Kerru, N., Awolade, P., Singh-Pillay, A., Saha, S. T., Kaur, M., ... & Singh, P. (2018). Synthesis, computational studies and antiproliferative activities of coumarin-tagged 1, 3, 4-oxadiazole conjugates against MDA-MB-231 and MCF-7 human breast cancer cells. *Bioorganic & medicinal chemistry*, 26(21), 5612-5623.

Emami, S., & Dadashpour, S. (2015). Current developments of coumarin-based anti-cancer agents in medicinal chemistry. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 102, 611-630.

Favoriti, P., Carbone, G., Greco, M., Pirozzi, F., Pirozzi, R. E. M., & Corcione, F. (2016). Worldwide burden of colorectal cancer: a review. *Updates in surgery*, 68, 7-11.

Haque, I., Subramanian, A., Huang, C. H., Godwin, A. K., Van Veldhuizen, P. J., Banerjee, S., & Banerjee, S. K. (2017). The role of compounds derived from natural supplement as anticancer agents in renal cell carcinoma: a review. *International journal of molecular sciences*, 19(1), 107.

Huang, J. F., Shen, J., Li, X., Rengan, R., Silvestris, N., Wang, M., ... & Wu, A. (2020). Incidence of patients with bone metastases at diagnosis of solid tumors in adults: a large population-based study. *Annals of translational medicine*, 8(7), 482.

Koley, M., Han, J., Soloshonok, V. A., Mojumder, S., Javahershenas, R., & Makarem, A. (2024). Latest developments in coumarin-based anticancer agents: mechanism of action and structure–activity relationship studies. *RSC medicinal Chemistry*, 15(1), 10-54.

Küpeli Akkol, E., Genç, Y., Karpuz, B., Sobarzo-Sánchez, E., & Capasso, R. (2020). Coumarins and coumarin-related compounds in pharmacotherapy of cancer. *Cancers*, 12(7), 1959.

Lin, M. H., Wang, J. S., Hsieh, Y. C., Zheng, J. H., & Cho, E. C. (2019). NO2 functionalized coumarin derivatives suppress cancer progression and facilitate apoptotic cell death in KRAS mutant colon cancer. *Chemico-Biological Interactions*, 309, 108708.

Lončarić, M., Gašo-Sokač, D., Jokić, S., & Molnar, M. (2020). Recent advances in the synthesis of coumarin derivatives from different starting materials. *Biomolecules*, 10(1), 151.

López, S., Gracia, I., Plaza-Pedroche, R., Rodríguez, J. F., Pérez-Ortiz, J. M., Rodríguez-López, J., & Ramos, M. J. (2022). In vitro antioxidant and pancreatic anticancer activity of novel 5-fluorouracil-coumarin conjugates. *Pharmaceutics*, 14(10), 2152.

Lu, H., Niu, F., Liu, F., Gao, J., Sun, Y., & Zhao, X. (2017). Elevated glypican-1 expression is associated with an unfavorable prognosis in pancreatic ductal adenocarcinoma. *Cancer medicine*, 6(6), 1181-1191.

Mizrahi, J. D., Surana, R., Valle, J. W., & Shroff, R. T. (2020). Pancreatic cancer. *The Lancet*, 395(10242), 2008-2020.

Musa, M. A., Cooperwood, J. S., & Khan, M. O. F. (2008). A review of coumarin derivatives in pharmacotherapy of breast cancer. *Current medicinal chemistry*, 15(26), 2664-2679.

Pereira, T. M., Franco, D. P., Vitorio, F., & Kummerle, A. E. (2018). Coumarin compounds in medicinal chemistry: some important examples from the last years. *Current topics in medicinal chemistry*, 18(2), 124-148.

Poorolajal, J., Moradi, L., Mohammadi, Y., Cheraghi, Z., & Gohari-Ensaf, F. (2020). Risk factors for stomach cancer: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology and health*, 42, e2020004.

Rawat, A., & Reddy, A. V. B. (2022). Recent advances on anticancer activity of coumarin derivatives. *European Journal of Medicinal Chemistry Reports*, 5, 100038.

Rommasi, F., & Esfandiari, N. (2021). Liposomal nanomedicine: applications for drug delivery in cancer therapy. *Nanoscale research letters*, 16(1), 95.

Shahbaz, M., Perween, A., Momal, U., Imran, M., Ul Hassan, M. H., Naeem, H., ... & Al Jbawi, E. (2025). Recent Perspectives on Anticancer Potential of Coumarin Against Different Human Malignancies: An Updated Review. *Food Science & Nutrition*, 13(1), e4696.

Sharifi-Rad, J., Cruz-Martins, N., López-Jornet, P., Lopez, E. P. F., Harun, N., Yeskaliyeva, B., ... & Cho, W. C. (2021). Natural coumarins: exploring the pharmacological complexity and underlying molecular mechanisms. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021(1), 6492346.

Siegel, R. L., Miller, K. D., & Jemal, A. (2018). Descriptive Epidemiology. The American Cancer Society's Principles of Oncology: Prevention to Survivorship, 1-14.

Thakur, A., Singla, R., & Jaitak, V. (2015). Coumarins as anticancer agents: A review on synthetic strategies, mechanism of action and SAR studies. *European journal of medicinal chemistry*, 101, 476-495.

Turkekul, K., Colpan, R. D., Baykul, T., Ozdemir, M. D., & Erdogan, S. (2018). Esculetin inhibits the survival of human prostate cancer cells by inducing apoptosis and arresting the cell cycle. *Journal of Cancer Prevention*, 23(1), 10.

Wu, Y., Xu, J., Liu, Y., Zeng, Y., & Wu, G. (2020). A review on anti-tumor mechanisms of coumarins. *Frontiers in Oncology*, 10, 592853.

Zou, Y., Teng, Y., Li, J., & Yan, Y. (2024). Recent advances in the biosynthesis of coumarin and its derivatives. *Green Chemical Engineering*, 5(2), 150-154.

A PROMISING CORE COMPONENT FOR DEVELOPING ANTI-INFLAMMATORY AGENTS: COUMARIN

Oguz CAKIR
Dicle University, Atatürk Faculty of Health and Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8006-2054
Mustafa Abdullah YILMAZ
Dicle University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4090-7227

ABSTRACT

The human body goes through inflammation as a dynamic biological process that occurs in reaction to many stimuli, including those that are biological, immunological, physical, and chemical. This condition is characterized by the presence of five cardinal signs: disturbance of function, redness, pain, heat, and swelling. The coumarin nucleus has been suggested as a possible option for the creation of anti-inflammatory medications based on the results of several studies. Numerous phytoconstituents that are derived from the coumarin nucleus have been demonstrated to possess potent antioxidant and anti-inflammatory activities. These phytoconstituents include marmin, praeruptorin, libonoridin, herniarin, aesculetin, and umbelliferone a great deal of others. There have also been a great number of coumarin derivatives created, synthesized, and tested; it has been demonstrated that these derivatives have anti-inflammatory characteristics ranging from moderate to extremely powerful through a variety of different mechanisms. In spite of this, there has been no major progress achieved in the continuous search for these drugs up until this point. The current research suggests a structural–activity relationship (SAR) surrounding the coumarin nucleus. This relationship includes a critical analysis of numerous reports on naturally occurring and synthetically derived coumarin derivatives with anti-inflammatory activity. The purpose of this review is to assist medicinal chemists in rationally designing anti-inflammatory drugs.

Keywords: SAR, TNFα inhibition activity, anti-inflammatory activity, coumarin.

INTRODUCTION

The human body experiences inflammation as a dynamic biological process in response to biological, immunological, physical, and/or chemical stimuli (Bansal et. al. 2013). The five cardinal rubor (redness), dolore (pain), calore (heat), signs-tumor (swelling), and function laesa (disturbance of function)-are what define it (Medzhitov, 2011). Inflammatory mediators, inflammatory inducers, sensors, and the target tissues are the four elements of a normal

inflammatory process (Dinarello, 2010). In essence, mild inflammation is the body's adaptive reaction to re-establish homeostasis via phagocytosing or leukocyte immigration at the site of damage to counteract antigens or inducers. When the inducer is removed, the acute inflammatory reaction often ends (resolution of inflammation) (Li et al., 2011). The resolution phase may be absent, leading to persistent inflammation usually confined to the location of the inducers. It induces local tissue remodelling; if the inducer persists or is not eliminated due to pathological conditions such as Alzheimer's disease, atherosclerosis, asthma, Crohn's disease, viral or bacterial infections, carcinoma, diabetes mellitus, rheumatoid arthritis, psoriasis, gout, osteoarthritis, multiple sclerosis, among others. A vicious loop between inflammation and the associated disease condition is created by such prolonged inflammatory states (Symeonidis et al., 2009). For example, inflammation brought on by fat can exacerbate diabetes linked to obesity by causing insulin resistance. As a result, inflammation management becomes more crucial in all clinical situations and has taken centre stage in several pharmacological specialities (Grivennikov et al., 2010).

Eliminating the inducers, restricting the sensors, limiting the mediators, or directly affecting the target tissues are all ways to manage the inflammatory response (Nathan, 2002). Eliminating the inducer, particularly in the sick conditions previously stated, may need long-term medication therapies; in these situations, anti-inflammatory drugs are crucial for controlling inflammation and preventing tissue remodeling (Bansal et. al. 2013). Inflammatory mediators such colony-stimulating factors (CSFs), chemokines, cytokines, nitric oxide, serotonin, histamine, arachidonic acid metabolites, and plasma proteases are the most extensively studied targets for reducing inflammation. Numerous procedures involving kinases, caspases, and cyclooxygenases result in the production of these mediators (Khan et al., 2010).

Numerous chemical compounds that are produced from a wide variety of heterocyclic nuclei have been shown to block the inflammatory process at some point. Analogues of coumarins are a significant class of anti-inflammatory compounds (Bansal et. al. 2013). As shown in Fig. 1, several research teams have shown that different coumarin derivatives inhibit inflammation at different degrees. But as of yet, no such molecule has reached the clinics (Bansal et. al. 2013). Numerous synthetic and natural coumarin derivatives have been evaluated by Fylaktakidou et al. (2004) as antioxidants and anti-inflammatory compounds. Prenyloxyfuranocoumarins and prenyloxycoumarins are a class of secondary plant metabolites often reserved for their role as intermediates in coumarin-based medicines; however, Curini et al. (2006) investigated their biological potential as well. The current study is a thorough review and critical evaluation of several publications on coumarin derivatives, both synthetic and naturally derived, that have

demonstrated anti-inflammatory action up to this point and lead to structural–activity correlations (SARs). Medicinal chemists may find these SARs surrounding the coumarin template useful in the design and synthesis of new compounds with enhanced pharmacological properties, including anti-inflammatory properties (Bansal et. al. 2013).

Naturally Derived Coumarin Derivatives

A significant family of phytoconstituents based on coumarins, flavonoids are plentiful in fruits, green tea, essential oils, and other foods like chicory (Lacy and Kennedy, 2004).

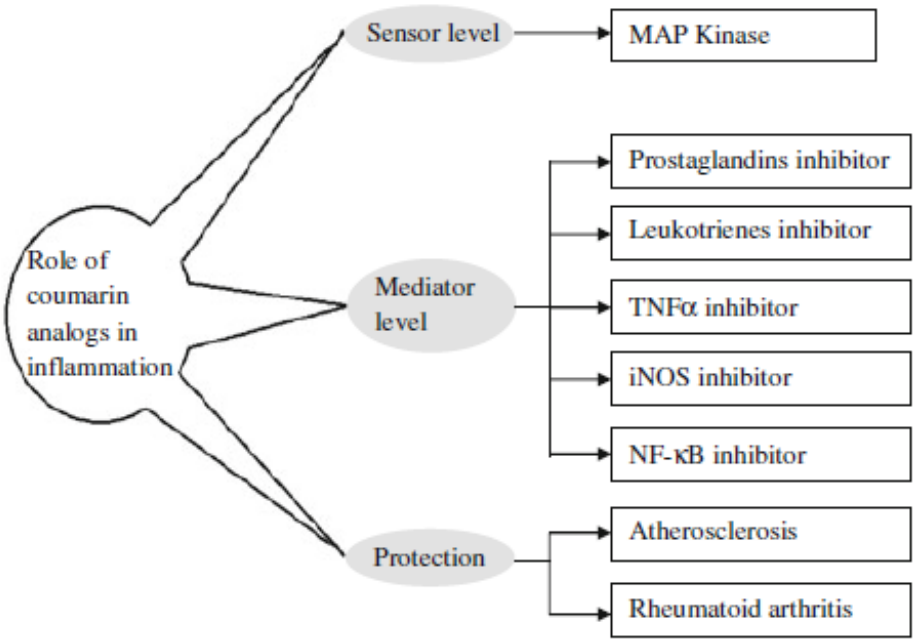


Figure 1. Targets of inflammation caused by coumarin derivatives (Bansal et. al. 2013).

The plants in the Umbelliferae and Rutaceae families are the most abundant sources of coumarin-based compounds. Even though they are present in every part of the plant, fruits contain the most of them, followed by leaves, stems, and roots. Numerous plant-derived coumarin compounds have been shown to have anti-inflammatory properties (Keating and Kennedy, 1997). These work by lowering tissue oedema, changing how enzyme systems like lipoxygenase and cyclooxygenase operate, and stopping the production of free radicals. A short SAR around the coumarin nucleus has been postulated thanks to a thorough examination of the structures of these coumarin-based elements.

Synthetically derived coumarins derivatives

The literature has several publications on the synthesis and investigation of various coumarin analogues for their antioxidant properties, analgesic, and/or anti-inflammatory. Here, these are covered in chronological sequence. In 1992, Maddi et al. published one of the first publications

on synthetic coumarin derivatives. They described a number of substituted 3-(benzylideneamino)coumarins and assessed their anti-inflammatory properties at a dosage of 100 mg/kg taken orally. Carrageenan-induced paw oedema (CPE) was 75 and 60 percent inhibited by compounds, respectively. These also demonstrated strong analgesic effects in a mouse writhing condition caused by acetic acid.

Later, a variety of 4-oxadiazolyl coumarins and coumarin-4-carboxamidoximes were synthesised by Nicolaides et al. (1998). Among this series, 4-oxadiazolyl coumarins and coumarin-4-carboxamidoximes produced the largest suppression of CPE (more than 80 percent), while inhibiting lipoxygenase with IC50 values of 76 and 77 percent, respectively. The study indicates that an unsaturated substituent at the C-4 of the coumarin nucleus is an essential element. Among a group of compounds called 2-oxo-2H-1-benzopyran-3-carboxamides has been shown to reduce CPE by 54% and to be non-toxic at higher doses (Bylov et al., 1999). It is discovered that the unsymmetrically bis-coumarin derivatives have the ability to decrease O_2^- production and exhibit protein kinase C inhibitory action. The relevance of an acetoxy group at C-7 in the coumarin nucleus was established by the study, as stated by Mazzeia et al. (2001). This is due to the fact that the substitution of this group results in a decrease in efficiency. According to Ghate et al. (2003), the powerful anti-inflammatory actions of aryloxy and benzofuranyl derivatives of coumarins have further highlighted the significance of an unsaturated functional group located at the C-4 position. A series of carbamic acid esters of 7-coumarinol were created by Cheng et al. (2004), and 7-coumarinol is said to be a mild TNFα inhibitor. To improve the activity, some changes were made at C-3 and C-7. Compared to their N,N-dimethyl carbamate equivalent, the N,N-diethyl carbamate and N,N-dimethyl thiocarbamate counterparts have superior activity. The TNFα inhibitory action was significantly increased (IC50 2.4, 0.32, and 0.45 μM, respectively) when a fluorine was substituted at the para-position of the benzyl, phenyl, or pyridine at C-3. The compounds are examples of the several coumarinyl ethers that Ghate et al. (2005) synthesised. According to reports, the benzofuranyl derivative has anti-inflammatory and analgesic properties similar to those of indomethacin. The action was further enhanced by a chlorine substituent at C-6. Good anti-inflammatory, analgesic, and antibacterial properties are produced when the pyridine ring fuses the coumarin nucleus with benzofurans.

Using a quinoline derivative as a starting point, several coumarin derivatives were created by substituting fluorophenyl coumarin for the 2-cyanoquinoline moiety and hexafluorocarbinol for the dioxabicylcooctanyl moiety. As the anti-inflammatory activity of the resulting compound

increased, its toxicity decreased. The activity is further increased by prodrugs that are created by derivatising the coumarin ring at position C-2 (Grimm et al., 2006).

In vivo anti-inflammatory and analgesic properties have been assessed for tricyclic compounds made from carbostyril (1-aza coumarin) and two coumarin nuclei joined by thiazoles as well. According to the SAR investigations, the anti-inflammatory action is increased by a 6,8-dibromo substitution in the coumarin ring and a chlorine substituent at carbostyril's C-7 (Kalkhambkar et al., 2007). According to a study on angularly fused coumarins, these compounds have high anti-inflammatory action in vivo and a notably low gastrointestinal toxicity, although having poor in vitro antioxidant activity (Symeonidis et al., 2009).

Reddy et al. (2010) synthesised analogous derivatives containing 3-coumarinyl moieties, revealing that the chemical exhibited 66.5% inhibition in a rat acute inflammatory model, compared to indomethacin's 70.99% inhibition.

The anti-inflammatory properties of numerous coumarin analogues were evaluated by Sandhya et al. (2011) through the use of automated docking experiments. These investigations involved the use of a protein-ligand complex that was created from the X-ray structure of COX-2, in combination with indomethacin using the Molegro Virtual Docker software. Reports indicate that compounds exhibiting in vitro anti-inflammatory activities are generated when various substituted coumarins and quinolinones couple through the benzofuran nucleus. Kalkhambkar et al. (2011) assert that the presence of a chlorine substituent in the quinolinone or coumarin structure enhances antibacterial, analgesic, and anti-inflammatory activities.

CONCLUSIONS AND PERSPECTIVES

Compounds produced from natural and synthetic coumarins have good to exceptional anti-inflammatory properties. In spite of this, such material has not reached the clinics. This article critically examines several studies on the investigation of synthetic coumarin analogues for their anti-inflammatory properties, examining advancements in the area throughout time. Creating a structure-activity relationship (SAR) that is focused on the coumarin nucleus is the goal. The applicability of distinct functional groups or moieties at different locations inside the nucleus has been demonstrated by the SAR. The position isn't given enough attention. Therefore, choosing the right functional group at C-5 might result in the creation of new anti-inflammatory compounds that are useful in medical settings. Both antioxidant and anti-inflammatory properties have been shown in the conjugation of the coumarin nucleus with lipoic acid, indicating that comparable conjugations with other chemical classes may result in hybrid molecules with a variety of functions.

REFERENCES

Bansal, Y., Sethi, P., & Bansal, G. (2013). Coumarin: a potential nucleus for anti-inflammatory molecules. *Medicinal Chemistry Research*, 22, 3049-3060.

Bylov, I. E., Vasylyev, M. V., & Bilokin, Y. V. (1999). Synthesis and anti-inflammatory activity of N-substituted 2-oxo-2H-1-benzopyran-3-carboxamides and their 2-iminoanalogues. *European journal of medicinal chemistry*, *34*(11), 997-1001.

Cheng, J. F., Chen, M., Wallace, D., Tith, S., Arrhenius, T., Kashiwagi, H., ... & Nadzan, A. M. (2004). Discovery and structure–activity relationship of coumarin derivatives as TNF-α inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, *14*(10), 2411-2415.

Curini, M., Cravotto, G., Epifano, F., & Giannone, G. (2006). Chemistry and biological activity of natural and synthetic prenyloxycoumarins. *Current medicinal chemistry*, *13*(2), 199-222.

Dinarello, C. A. (2010). Anti-inflammatory agents: present and future. *Cell*, *140*(6), 935-950.

Fylaktakidou, K. C., Hadjipavlou-Litina, D. J., Litinas, K. E., & Nicolaides, D. N. (2004). Natural and synthetic coumarin derivatives with anti-inflammatory/antioxidant activities. *Current pharmaceutical design*, *10*(30), 3813-3833.

Ghate, M., Kusanur, R. A., & Kulkarni, M. V. (2005). Synthesis and in vivo analgesic and anti-inflammatory activity of some bi heterocyclic coumarin derivatives. *European journal of medicinal chemistry*, *40*(9), 882-887.

Ghate, M., Manohar, D., Kulkarni, V., Shobha, R., & Kattimani, S. Y. (2003). Synthesis of vanillin ethers from 4-(bromomethyl) coumarins as anti-inflammatory agents. *European journal of medicinal chemistry*, *38*(3), 297-302.

Grimm, E. L., Brideau, C., Chauret, N., Chan, C. C., Delorme, D., Ducharme, Y., ... & Girard, Y. (2006). Substituted coumarins as potent 5-lipoxygenase inhibitors. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, *16*(9), 2528-2531.

Grivennikov, S. I., Greten, F. R., & Karin, M. (2010). Immunity, inflammation, and cancer. *Cell*, *140*(6), 883-899.

Kalkhambkar, R. G., Aridoss, G., Kulkarni, G. M., Bapset, R. M., Mudaraddi, T. Y., Premkumar, N., & Jeong, Y. T. (2011). Synthesis and biological activities of novel ethers of quinolinone linked with coumarins. *Monatshefte für Chemie-Chemical Monthly*, *142*, 305-315.

Kalkhambkar, R. G., Kulkarni, G. M., Shivkumar, H., & Rao, R. N. (2007). Synthesis of novel triheterocyclic thiazoles as anti-inflammatory and analgesic agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, *42*(10), 1272-1276.

Keating G, Kennedy R. O. (1997) The chemistry and occurrence coumarins. Coumarins: biology, applications and mode of action. Wiley, *Chichester*, 23–66.

Khan, K. M., Ambreen, N., Mughal, U. R., Jalil, S., Perveen, S., & Choudhary, M. I. (2010). 3-Formylchromones: Potential antiinflammatory agents. *European journal of medicinal chemistry*, *45*(9), 4058-4064.

Lacy, A., & O'kennedy, R. (2004). Studies on coumarins and coumarin-related compounds to determine their therapeutic role in the treatment of cancer. *Current pharmaceutical design*, *10*(30), 3797-3811.

Li, Z. P., Hu, J. F., Sun, M. N., Ji, H. J., Zhao, M., Wu, D. H., ... & Chen, N. H. (2011). Effect of compound IMMLG5521, a novel coumarin derivative, on carrageenan-induced pleurisy in rats. *European journal of pharmacology*, *661*(1-3), 118-123.

Maddi, V., Raghu, K. S., & Rao, M. N. A. (1992). Synthesis and anti-inflammatory activity of 3-(benzylideneamino) coumarins in rodents. *Journal of pharmaceutical sciences*, *81*(9), 964-966.

Mazzei, M., Dondero, R., Sottofattori, E., Melloni, E., & Minafra, R. (2001). Inhibition of neutrophil O_2^- production by unsymmetrical methylene derivatives of benzopyrans: their use as potential antiinflammatory agents. *European journal of medicinal chemistry*, *36*(11-12), 851-861.

Medzhitov, R. (2010). Inflammation 2010: new adventures of an old flame. *Cell*, *140*(6), 771-776.

Nathan, C. (2002). Points of control in inflammation. *Nature*, *420*(6917), 846-852.

Nicolaides, D. N., Fylaktakidou, K. C., Litinas, K. E., & Hadjipavlou-Litina, D. (1998). Synthesis and biological evaluation of several coumarin-4-carboxamidoxime and 3-(coumarin-4-yl)-1, 2, 4-oxadiazole derivatives. *European journal of medicinal chemistry*, *33*(9), 715-724.

Reddy, C. P. K., Goud, V. M., Sreenivasulu, N., & Prasad, R. (2010). Design, synthesis and chemical characterization of some novel coumarin compounds and evaluation of their biological activity. *Int. J. Pharm. World Res*, *1*, 1-19.

Sandhya, B., Giles, D., Mathew, V., Basavarajaswamy, G., & Abraham, R. (2011). Synthesis, pharmacological evaluation and docking studies of coumarin derivatives. *European journal of medicinal chemistry*, *46*(9), 4696-4701.

Symeonidis, T., Fylaktakidou, K. C., Hadjipavlou-Litina, D. J., & Litinas, K. E. (2009). Synthesis and anti-inflammatory evaluation of novel angularly or linearly fused coumarins. *European journal of medicinal chemistry*, *44*(12), 5012-5017.

ANTIDIABETIC POTENTIAL OF COUMARIN AND ITS DERIVATIVES

Mustafa Abdullah YILMAZ
Dicle University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4090-7227
Oguz CAKIR
Dicle University, Atatürk Faculty of Health and Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8006-2054

ABSTRACT

Chronic hyperglycemia is the end result of type 2 diabetes mellitus, a chronic illness marked by a variety of disruptions in the body's glucose metabolism. A lack of insulin action is the major cause of the disease, which is frequently followed by a reduction in insulin production. A high postprandial blood glucose level is a significant risk factor for the initiation, progression, and consequences of type 2 diabetes mellitus, and it is commonly thought that lowering this level should be one of the aims of therapy. This belief is widespread in today's society. Diabetes mellitus type 2 is a substantial contributor to the burden of sickness faced all over the world, with an estimated annual global cost of more than 800 billion USD. Research on therapeutic anti-diabetic treatments that are more effective and powerful is still ongoing for this reason. Coumarins are substances that can be produced as well as those that exist naturally, and they have a wide variety of beneficial biological functions. It is in the medical field that these chemicals are utilized the most frequently due to the thrombostatic qualities that they possess. To offer a summary of the existing understanding of the applicability of these chemical compounds in the treatment strategy for diabetes and its complications, the objective of this study is to provide a summary of the current understanding.

Keywords: Coumarin, derivatives, glucose metabolism, diabetes mellitus, complications.

INTRODUCTION

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a complex, chronic metabolic condition characterized by disrupted glucose homeostasis, primarily due to insulin resistance and frequently compounded by inadequate insulin secretion. As of 2017, approximately 500 million individuals globally were diagnosed with T2DM, corresponding to a prevalence exceeding 6%, with certain regions reporting figures above 20% (Abdul Basith Khan et al., 2020). The disease incurs substantial economic costs, estimated at $850 billion annually, and is associated with a mortality rate reaching 10%, contributing to over 7 million deaths between 2000 and 2016 (Ranđelović and Bipat, 2021).

Postprandial hyperglycemia is recognized as a major contributor to T2DM progression and complications. This glycemic rise depends on intestinal glucose absorption and peripheral uptake by hepatic and muscular tissues. Strategies targeting the inhibition of carbohydrate digestion enzymes and glucose transporters in intestinal epithelial cells have emerged as therapeutic interventions. The transport of glucose across intestinal epithelia involves SGLT1 at the apical membrane and GLUT2 at the basolateral membrane (Takata, 1996). While strong inhibition may cause gastrointestinal discomfort due to microbial fermentation, mild inhibition could effectively blunt postprandial glycemic spikes (Ranđelović and Bipat, 2021).

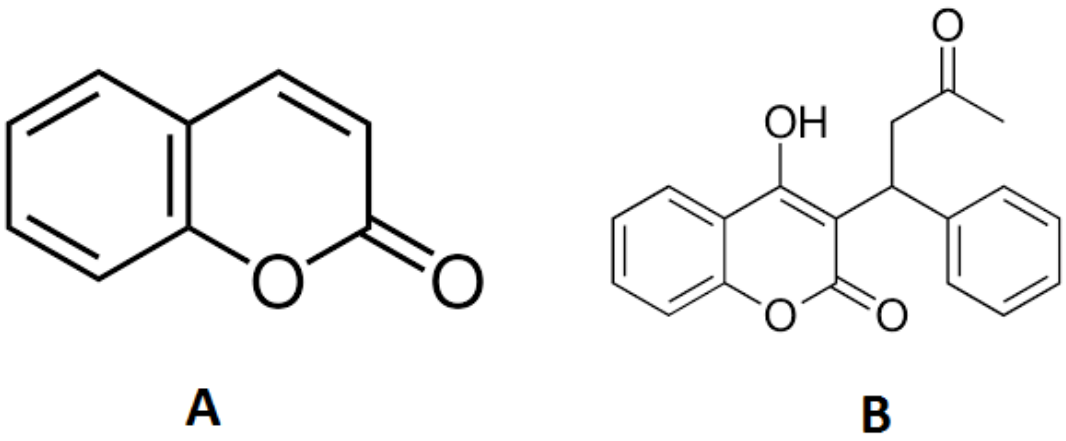


Figure 1. Structures of Basic coumarin (A) and warfarin (B)

Coumarins as Potential Therapeutic Agents in Diabetes

Coumarins, naturally occurring 1,2-benzopyrone compounds prevalent in many plants, have demonstrated diverse pharmacological activities, including antimicrobial, antioxidant, and antidiabetic effects (Figure 1). Structurally, these compounds exist in forms such as glycosides or esters and can be classified into subtypes like simple, iso-, furan-, and pyranocoumarins (Annunziata et al., 2020). Despite their prevalence, their clinical application has largely been limited to anticoagulation (e.g., warfarin derivatives acenocoumarol and fenprocoumon) (Figure 2). Nonetheless, recent investigations suggest that coumarins may offer glucose-lowering potential through enzyme inhibition and modulation of key metabolic pathways (Rohini and Srikumar, 2014; Ranđelović and Bipat, 2021).

Coumarins such as scopoletin, decursinol, and warfarin analogs have demonstrated inhibitory effects on α-glucosidase and α-maltase, enzymes critical for disaccharide hydrolysis in the intestine (Ali et al., 2016; Jang et al., 2018). In silico docking studies support the structure-activity relationships of coumarin moieties, with specific functional groups contributing to

enzyme binding affinity. However, these findings are primarily based on in vitro and animal models, with clinical validation still lacking.

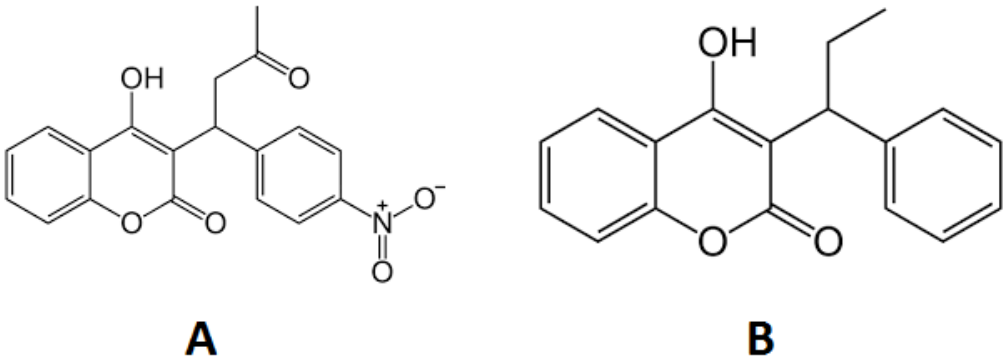


Figure 2. Structures of derivatives of warfarin A: acenocoumarol and B: fenprocoumon

Additionally, T2DM involves impaired insulin signaling and/or secretion. While insulin release is primarily nutrient-stimulated, regulatory mechanisms such as GLP-1 secretion and inhibition of pancreatic KATP channels also play pivotal roles. Coumarins have been shown to enhance the half-life of GLP-1 and to stimulate insulin release, potentially by improving β-cell glucose sensitivity. These mechanisms support their relevance in glycemic control through increased peripheral glucose uptake via GLUT4 transporters (Nauck et al., 1997; Ranđelović and Bipat, 2021).

Glucose Metabolism Modulation by Coumarins

Several synthetic and plant-derived coumarins have demonstrated the capacity to inhibit carbohydrate-hydrolyzing enzymes including α-glucosidase, α-amylase, and α-galactosidase. Compounds such as scopoletin and pteryxin also influence glucose absorption through transporter inhibition (e.g., SGLT1). Computer-aided design identified coumarin derivatives with enhanced inhibitory potential through strategic substitutions at specific ring positions. Beyond enzymatic inhibition, coumarins like praeruptorin and isorutarine have shown efficacy in modulating intestinal glucose transport and lipid metabolism, suggesting a dual benefit in insulin resistance mitigation (Oranje et al., 2019; Maurya et al., 2020).

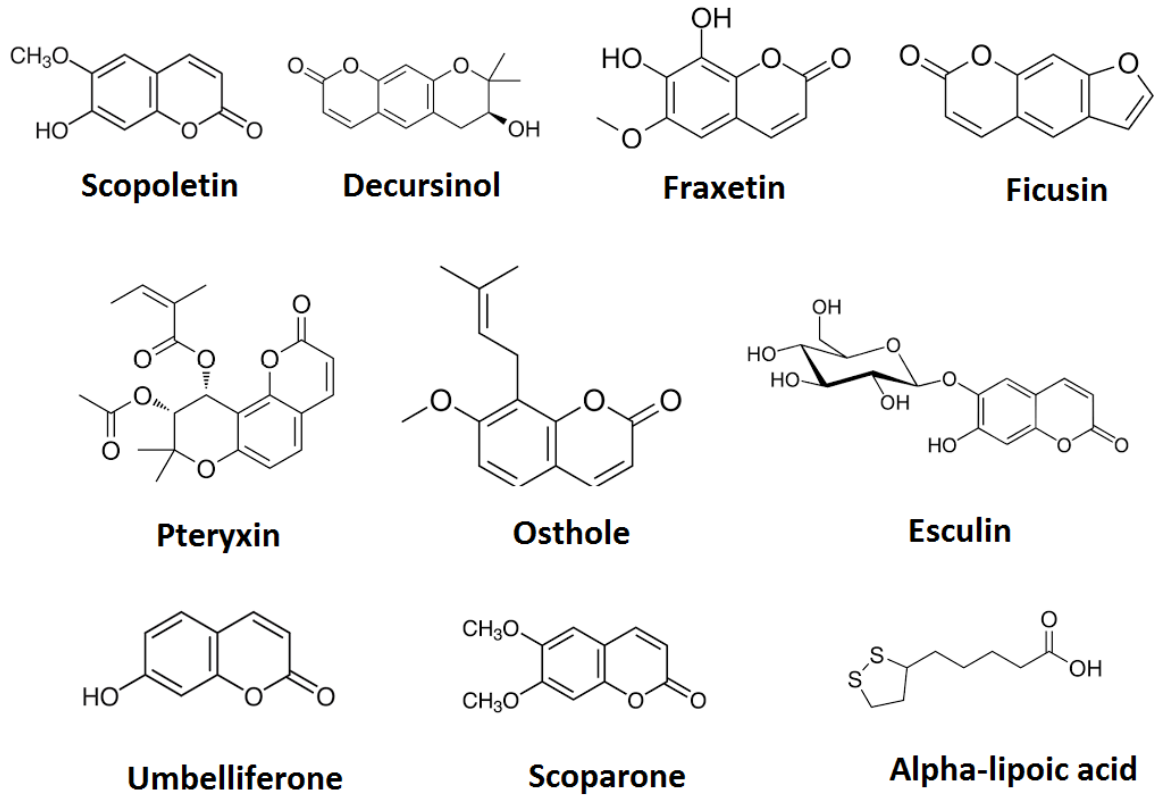


Figure 3. Various other coumarin compounds

Coumarins and Glucose Uptake, Insulin Sensitivity, and Hepatic Effects

Recent studies have identified coumarin derivatives that enhance insulin secretion and sensitivity. Compounds such as umbelliferone, esculin, and osthole (Figure 3) have improved glucose uptake by upregulating GLUT4 translocation and activating key metabolic enzymes, including hexokinase and glucose-6-phosphate dehydrogenase (Lee et al., 2011; Naowaboot et al., 2015; Mo et al., 2019). Furthermore, coumarins such as Isofraxidin have modulated lipid profiles and activated AMP-activated protein kinase (AMPK), a central regulator of insulin sensitivity (Li et al., 2017).

Some coumarins also target enzymes such as Protein Tyrosine Phosphatase 1B (PTP1B), which attenuates insulin signaling. Inhibiting PTP1B has been proposed as a novel therapeutic strategy, with coumarins like selaginolide A and (+)-transdecursidinol showing promising activity (Ali et al., 2021). Additionally, coumarin-conjugated molecules enhanced glucose uptake in hepatic and kidney cells, with some exerting effects comparable to metformin.

In diabetic rodent models, coumarins have reduced hepatic gluconeogenesis by downregulating enzymes such as glucose-6-phosphatase and fructose-1,6-bisphosphatase, while simultaneously enhancing glycogen storage and insulin levels. These findings suggest a multifaceted approach

of coumarins in managing hyperglycemia through suppression of endogenous glucose production and enhancement of peripheral utilization (Ranđelović and Bipat, 2021).

Antioxidative and Antiglycation Activities: Implications for Diabetic Complications

Oxidative stress and glycation are key contributors to diabetic complications such as nephropathy, retinopathy, and cataracts. Coumarins have shown substantial antioxidative and antiglycation properties. For instance, ficusin, umbelliferone, and coumarin-lipoic acid (Figure 3) hybrids demonstrated reductions in protein glycation, including serum albumin and potentially hemoglobin. However, this may confound standard diabetes monitoring using HbA1c (Irudayaraj et al., 2016; Ranđelović and Bipat, 2021).

Certain coumarins also displayed osteoprotective effects, such as osthole, which stimulated bone formation, possibly reversing diabetic periodontitis. Additionally, extracts from *Urtica dentata*, *Artemisia capillaris*, and *Hydrangea paniculata* containing coumarins like scoparone (Figure 3) have shown renoprotective effects by reducing mesangial proliferation and markers of nephropathy in diabetic models (Cao et al., 2015; Wang et al., 2017; Sen et al., 2019). Though promising, the mechanisms underlying these effects remain to be fully elucidated.

CONCLUSIONS

Diabetes mellitus remains a highly debilitating condition, with its growing global prevalence expected to impose substantial economic burdens in the coming years. Although current therapeutic approaches—including lifestyle modification, pharmacological treatment, and surgical management of complications—can mitigate disease progression, they fall short of providing a definitive cure. Consequently, there is an ongoing and urgent need for more effective and targeted therapeutic agents, particularly novel pharmacological compounds. In recent decades, numerous natural and semi-synthetic coumarins have been identified, several of which have demonstrated promising antidiabetic activity in in vitro assays, in silico modeling, and select animal studies. A significant proportion of these compounds act through inhibition of α-glucosidase, thereby reducing intestinal glucose production and absorption; notable examples include scopoletin, decursinol, and flavonoid-coumarin hybrids. Other coumarins such as pteryxin and praeruptorin have shown the ability to inhibit sodium-dependent glucose transport across the intestinal epithelium. Additionally, certain coumarins—including ficusin, esculin, fraxetin, and osthole—have been reported to enhance insulin secretion or improve cellular insulin sensitivity. Compounds like umbelliferone and coumarin-3-carboxylic acid derivatives also exhibit potential to suppress hepatic gluconeogenesis. Furthermore, scoparone and skimming have demonstrated beneficial effects in preliminary models of diabetic nephropathy. Despite these encouraging findings, the current body of

evidence is limited primarily to in vitro, in silico, and basic animal studies. The lack of clinical trials and detailed mechanistic investigations in relevant biological systems significantly hampers the translational potential of these agents. Thus, extensive preclinical and clinical research is still required to validate the efficacy, safety, and pharmacological viability of coumarins as antidiabetic therapeutics. Nonetheless, the available data underscore their considerable promise as a foundation for future drug development in the treatment of type 2 diabetes mellitus.

REFERENCES

Abdul Basith Khan, M., Hashim, M. J., King, J. K., Govender, R. D., Mustafa, H., & Al Kaabi, J. (2020). Epidemiology of type 2 diabetes—global burden of disease and forecasted trends. *Journal of epidemiology and global health*, *10*(1), 107-111.

Ali, M. Y., Jannat, S., Jung, H. A., & Choi, J. S. (2021). Insulin–mimetic dihydroxanthyletin-type coumarins from Angelica decursiva with protein tyrosine phosphatase 1B and α-glucosidase inhibitory activities and docking studies of their molecular mechanisms. *Antioxidants*, *10*(2), 292.

Ali, M. Y., Jannat, S., Jung, H. A., Jeong, H. O., Chung, H. Y., & Choi, J. S. (2016). Coumarins from Angelica decursiva inhibit α-glucosidase activity and protein tyrosine phosphatase 1B. *Chemico-Biological Interactions*, *252*, 93-101.

Annunziata, F., Pinna, C., Dallavalle, S., Tamborini, L., & Pinto, A. (2020). An overview of coumarin as a versatile and readily accessible scaffold with broad-ranging biological activities. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(13), 4618.

Cao, H., Ji, Y., Li, W., Liu, Y., Fu, R., & Xiang, M. (2015). Protective effects of the total coumarin fraction of Urtica dentata on experimental diabetic nephropathy in vitro and in vivo. *Planta medica*, *81*(15), 1353-1360.

Irudayaraj, S. S., Stalin, A., Sunil, C., Duraipandiyan, V., Al-Dhabi, N. A., & Ignacimuthu, S. (2016). Antioxidant, antilipidemic and antidiabetic effects of ficusin with their effects on GLUT4 translocation and PPARγ expression in type 2 diabetic rats. *Chemico-biological interactions*, *256*, 85-93.

Jang, J. H., Park, J. E., & Han, J. S. (2018). Scopoletin inhibits α-glucosidase in vitro and alleviates postprandial hyperglycemia in mice with diabetes. *European Journal of Pharmacology*, *834*, 152-156.

Lee, W. H., Lin, R. J., Lin, S. Y., Chen, Y. C., Lin, H. M., & Liang, Y. C. (2011). Osthole enhances glucose uptake through activation of AMP-activated protein kinase in skeletal muscle cells. *Journal of agricultural and food chemistry*, *59*(24), 12874-12881.

Li, J., Li, X., Li, Z., Zhang, L., Liu, Y., Ding, H., & Yin, S. (2017). Isofraxidin, a coumarin component improves high-fat diet induced hepatic lipid homeostasis disorder and macrophage inflammation in mice. *Food & function*, *8*(8), 2886-2896.

Maurya, A. K., Mulpuru, V., & Mishra, N. (2020). Discovery of novel coumarin analogs against the α-glucosidase protein target of diabetes mellitus: pharmacophore-based QSAR, docking, and molecular dynamics simulation studies. *ACS omega*, *5*(50), 32234-32249.

Mo, Z., Li, L., Yu, H., Wu, Y., & Li, H. (2019). Coumarins ameliorate diabetogenic action of dexamethasone via Akt activation and AMPK signaling in skeletal muscle. *Journal of Pharmacological Sciences*, *139*(3), 151-157.

Naowaboot, J., Somparn, N., Saentaweesuk, S., & Pannangpetch, P. (2015). Umbelliferone improves an impaired glucose and lipid metabolism in high-fat diet/streptozotocin-induced type 2 diabetic rats. *Phytotherapy Research*, *29*(9), 1388-1395.

Nauck, M. A., Niedereichholz, U., Ettler, R., Holst, J. J., Ørskov, C., Ritzel, R., & Schmiegel, W. H. (1997). Glucagon-like peptide 1 inhibition of gastric emptying outweighs its insulinotropic effects in healthy humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, *273*(5), E981-E988.

Oranje, P., Gouka, R., Burggraaff, L., Vermeer, M., Chalet, C., Duchateau, G., ... & van Westen, G. J. (2019). Novel natural and synthetic inhibitors of solute carriers SGLT1 and SGLT2. *Pharmacology Research & Perspectives*, *7*(4), e00504.
Ranđelović, S., & Bipat, R. (2021). A review of coumarins and coumarin-related compounds for their potential antidiabetic effect. *Clinical Medicine Insights: Endocrinology and Diabetes*, *14*, 11795514211042023.
Rohini, K. S. P. S., & Srikumar, P. S. (2014). Therapeutic role of coumarins and coumarin-related compounds. *J Thermodyn Catal*, *5*(2), 1-3.
Sen, Z., Weida, W., Jie, M., Li, S., Dongming, Z., & Xiaoguang, C. (2019). Coumarin glycosides from Hydrangea paniculata slow down the progression of diabetic nephropathy by targeting Nrf2 anti-oxidation and smad2/3-mediated profibrosis. *Phytomedicine*, *57*, 385-395.
Takata, K. (1996). Glucose transporters in the transepithelial transport of glucose. *Microscopy*, *45*(4), 275-284.
Wang, Y., Wang, M., Chen, B., & Shi, J. (2017). Scoparone attenuates high glucose-induced extracellular matrix accumulation in rat mesangial cells. *European journal of pharmacology*, *815*, 376-380.

EXPLORING THE MEDICINAL POTENTIAL OF FUNGAL METABOLITES: A FOCUS ON COUMARINS

Mustafa Abdullah YILMAZ
Dicle University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4090-7227
Oguz CAKIR
Dicle University, Atatürk Faculty of Health and Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8006-2054

ABSTRACT

Coumarins are benzopyrone molecules that are part of the flavonoid-like category of secondary metabolites. Coumarin derivatives are of interest due to their various practical applications and the unique reactivity of fused benzene and pyrone ring configurations in molecular structure. Coumarins possess unique profiles as antitubercular, anticancer, apoptotic, cytotoxic, antiadipogenic, anti-inflammatory, antioxidant, antibacterial, and antiviral agents. For millennia, natural substances have been integral to the pharmaceutical industry. The biological features of natural coumarins have provided the basis for very effective and low-toxicity pharmaceuticals. Approximately 1,300 coumarins are presently recognized in fungi, bacteria, and plants. Numerous chemically diverse pharmaceutical syntheses inspired by nature have been facilitated by fungus, which are cultivated bacteria. The bioactivities of endophytic fungi are noteworthy due to their potential applications in several fields, including microbial and parasitic illnesses, oncology, and neurodegeneration. Fungal mycelia create several bioactive chemicals, including a wide range of coumarins. To tackle the urgent challenge of procuring supplies for biomedical engineering, further research into the conditions and outcomes of the biotransformation of natural and synthetic coumarins by fungal cultures seems promising. This review assesses the structural peculiarities of fungus coumarins and their prospective medicinal applications. Coumarins successfully bioprospected from fungi have garnered significant interest; yet, the market's demand for the same coumarins previously identified in plants has faced challenges. The molecular mechanisms behind the biological effects of coumarins have garnered significant attention. Chemicals are selected and categorized based on their antifungal, antibacterial, anticancer, and other characteristics.

Keywords: Coumarins, fungi, fungal biotechnology, pathogenic bacteria, biosynthesis

INTRODUCTION

Natural products have historically formed the foundation for drug discovery, owing to their structural diversity and biological specificity. Over the past decades, microorganisms, particularly fungi, have emerged as prolific producers of bioactive compounds. These secondary metabolites serve roles in ecological defense and interspecies competition, but many also possess therapeutic potential. Among these, coumarins have garnered attention not only for their wide-ranging bioactivities but also for their previously underestimated fungal origins. Although once considered primarily plant-derived, a significant number of coumarins, over 1300 variants, are now attributed to fungal biosynthesis (Iranshahi et al., 2009). This revelation has elevated fungi to a position of central importance in the search for new antimicrobial, anticancer, and neuroprotective agents (Tsivileva et al., 2022).

Despite decades of progress, only a small fraction of fungal metabolites have been characterized. Their unexplored biosynthetic potential, especially among endophytic fungi, holds promise for uncovering novel molecular frameworks. The shift toward microbial sources for natural product drug discovery was catalyzed by the success of penicillin in the 20th century. This paradigm continues to gain momentum, particularly as challenges like antibiotic resistance and cancer recurrence drive demand for multi-targeted therapeutics (Tsivileva et al., 2022).

Coumarins: Structure and Sources

Coumarins (2H-chromen-2-ones) are aromatic lactones formed by the fusion of a benzene ring and α-pyrone. Their structure underpins a family of compounds characterized by diverse substitution patterns that modulate physicochemical and biological properties. Naturally occurring in numerous plant families—such as Rutaceae, Asteraceae, and Moraceae—coumarins also emerge from bacterial and fungal metabolism, particularly under environmental stress or symbiotic associations (Tsivileva et al., 2022).

Originally isolated from *Dipteryx odorata* seeds, coumarins were long considered plant exclusives. However, many fungal genera, such as Fusarium, Alternaria, and Penicillium, are now confirmed producers. Their ability to synthesize complex benzopyrone structures, often including fused heterocycles or halogenated variants, enables high specificity in biological interactions (Tsivileva et al., 2022). These compounds function as signaling molecules, defense agents, and biosynthetic intermediates, demonstrating remarkable pharmacological versatility (Mishra et al., 2020).

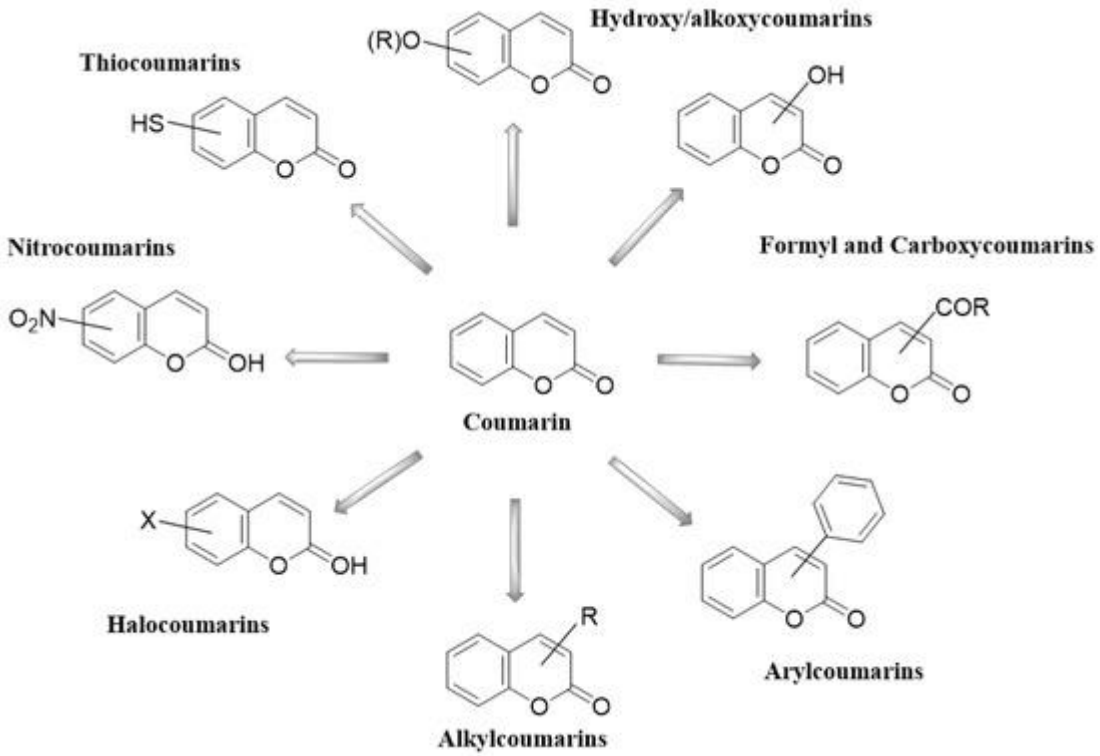


Figure 1. Coumarin as a basic nucleus and simple coumarins (Flores-Morales et al., 2023)

Fungi as a Rich Reservoir of Coumarins

Fungi have emerged as alternative, sustainable producers of coumarins, especially given the ecological and economic limitations of plant-based sources. Endophytic fungi, residing asymptomatically within plant tissues, represent a particularly rich niche. These microbes co-evolve with their hosts, often acquiring or mirroring the host's biosynthetic capacities. Remarkably, some fungi can produce compounds identical to their host plants', including hallmark phytochemicals like camptothecin and podophyllotoxin (Aly et al., 2010; Tsivileva et al., 2022).

This capacity is attributed to horizontal gene transfer, as well as evolutionary pressure to maintain functional biosynthesis within symbiotic contexts. Fungal endophytes thus offer a renewable and scalable method for producing medicinally significant coumarins, circumventing issues of seasonal variation, overharvesting, or slow growth associated with medicinal plants. Their biosynthetic plasticity also allows the production of novel structural analogues not found in higher plants (Tsivileva et al., 2022).

Biosynthesis and Chemical Diversity

Fungal coumarin biosynthesis occurs primarily via the polyketide pathway, involving stepwise condensation of acetate units. Enzymatic tailoring (e.g., hydroxylation, methylation, prenylation) results in high chemical diversity. Subtle changes—like methoxy group

positioning or ring fusion—can drastically shift bioactivity. For instance, prenylated coumarins tend to exhibit increased membrane permeability, while halogenated derivatives may bind more strongly to enzymatic targets (Stefanachi et al., 2018).

Recent advances in fungal genomics and metabolic engineering have allowed rational manipulation of biosynthetic pathways. Synthetic biology approaches can optimize production or even design novel hybrid molecules. Cheke et al. (2022) emphasized the relevance of tailored modifications to increase pharmacokinetic stability or reduce toxicity, thereby making fungal coumarins strong candidates for lead optimization in drug discovery (Tsivileva et al., 2022).

Pharmacological Activities of Fungal Coumarins

Fungal coumarins have been shown to interact with multiple biological targets, earning them the description of having "pharmacological promiscuity." They exhibit a wide range of activities, including:

- Antioxidant: Scavenging free radicals, protecting DNA and cellular membranes.
- Anticancer: Inducing cell cycle arrest, DNA fragmentation, and apoptosis.
- Neuroprotective: Inhibiting enzymes like AChE, modulating neurotransmitter levels.
- Antiviral: Blocking viral entry, protease function, or replication.
- Antibacterial/Antifungal: Disrupting membrane integrity or enzyme activity.

This multi-target capability makes them ideal candidates in treating complex, multifactorial diseases, such as cancer or neurodegenerative disorders. Moreover, many of these effects are seen at low micromolar concentrations, supporting their pharmacological relevance (Fan et al., 2018; Tsivileva et al., 2022).

Anticancer Activities and Apoptotic Mechanisms

Among the most compelling uses of fungal coumarins is in oncology. Compounds like alternariol, podophyllotoxin, and camptothecin have shown selective cytotoxicity toward human cancer cell lines. The apoptotic effect is primarily mediated via mitochondrial pathways, involving cytochrome c release, caspase activation, and DNA damage. Coumarin derivatives not only inhibit proliferation but also sensitize resistant cancer cells, potentially reversing multi-drug resistance (MDR) (Kuriakose et al., 2014; Tsivileva et al., 2022).

Endophytic sources such as Alternaria, Fusarium, and Phialocephala produce high yields of these cytotoxins under controlled fermentation. Biotechnological optimization, including media formulation and metabolic induction, can significantly enhance yields. Such findings underscore the relevance of fungi in non-plant-based anticancer drug production (Tsivileva et al., 2022).

Neuroprotective and Anti-Alzheimer Effects

Fungal coumarins such as scopoletin, xanthotoxin, and umbelliferone exhibit notable AChE inhibition, a key mechanism in delaying Alzheimer's disease progression. By preserving acetylcholine levels, they improve cognitive functions and synaptic signaling. More advanced hybrids, such as tacrine-coumarin conjugates, also chelate redox-active metals (e.g., Cu^{2+}, Fe^{2+}), thereby mitigating oxidative stress implicated in neurodegeneration (Hamulakova et al., 2016). Furthermore, some coumarins possess multi-functional activity—combining AChE inhibition, antioxidant protection, and anti-aggregation properties—making them ideal scaffolds for next-generation neuroprotectants. These multifunctional agents offer hope in treating Alzheimer's and Parkinson's diseases more effectively than mono-target drugs (Tsivileva et al., 2022).

Antiviral Properties

Natural coumarins interfere with viral lifecycles by targeting essential viral enzymes, including reverse transcriptase, integrase, and 3CL protease. Studies have shown that glycycoumarin, oxypeucedanin, and inophyllum P bind stably to SARS-CoV-2 3CLpro, inhibiting replication in silico and in vitro (Abdizadeh et al., 2022). Other coumarins like bergapten and saxalin have been noted to suppress HIV and HSV replication.

The synthesis of hymecromone-based Schiff bases and furanocoumarins further expands their antiviral repertoire. These compounds exhibit excellent selectivity and reduced cytotoxicity, making them potential adjuncts or alternatives to existing antiviral medications (Tsivileva et al., 2022).

Antibacterial and Antifungal Activities

Coumarins show strong activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as pathogenic fungi. Compounds such as mellein and alternariol methyl ether exhibit bactericidal and fungistatic effects, often through cell wall disruption, inhibition of efflux pumps, or ROS generation. Additionally, metal-complexed coumarins (e.g., with Cu(II) or Zn(II)) demonstrate enhanced activity against resistant strains like MRSA and Candida albicans.

Fungal coumarins also exhibit plant-protective applications, acting against phytopathogens such as Pseudomonas and Xanthomonas. This supports their potential in biopesticide development and agricultural biotechnology (Tsivileva et al., 2022).

Role of Endophytic Fungi in Natural Product Discovery

The concept of endophytic fungi has transformed our understanding of plant-microbe interactions. These microbes often mimic the host's metabolic profile, offering a more sustainable route to drug production. For instance, camptothecin—initially isolated from

Camptotheca acuminata—is now reproducibly synthesized by its endophyte *Entrophosphora infrequens* (Aly et al., 2010).

Moreover, endophytes like Aspergillus, Penicillium, and Stemphylium have yielded structurally novel coumarins with potent bioactivities. These include trichodermamide C, pestalasins, and mellein derivatives, often synthesized in optimized solid-state fermentation. Given that only 5% of fungal species have been cultured and screened, the untapped potential for drug discovery is enormous (Tsivileva et al., 2022).

CONCLUSION

Fungi, particularly endophytic strains, are invaluable sources of pharmacologically active coumarins. These compounds possess broad-spectrum bioactivities against cancer, microbial infections, neurodegeneration, and inflammation. The biosynthetic versatility of fungi, combined with advances in fermentation technology and synthetic biology, offers a sustainable and scalable alternative to traditional plant-based sources. The potential of fungal coumarins lies not only in their known analogues but also in their capacity to yield unprecedented chemical entities. With growing interest in eco-friendly, low-toxicity therapeutics, fungal metabolites—especially coumarins—are poised to play a central role in future drug development pipelines.

REFERENCES

Abdizadeh, R., Hadizadeh, F., & Abdizadeh, T. (2022). In silico analysis and identification of antiviral coumarin derivatives against 3-chymotrypsin-like main protease of the novel coronavirus SARS-CoV-2. *Molecular Diversity*, 26(2), 1053-1076.

Aly, A. H., Debbab, A., Kjer, J., & Proksch, P. (2010). Fungal endophytes from higher plants: a prolific source of phytochemicals and other bioactive natural products. *Fungal diversity*, 41, 1-16.

Cheke, R. S., Patel, H. M., Patil, V. M., Ansari, I. A., Ambhore, J. P., Shinde, S. D., ... & Deshmukh, P. K. (2022). Molecular insights into coumarin analogues as antimicrobial agents: Recent developments in drug discovery. *Antibiotics*, 11(5), 566.

Fan, Y. L., Wu, J. B., Cheng, X. W., Zhang, F. Z., & Feng, L. S. (2018). Fluoroquinolone derivatives and their anti-tubercular activities. *European journal of medicinal chemistry*, 146, 554-563.

Flores-Morales, V., Villasana-Ruíz, A. P., Garza-Veloz, I., González-Delgado, S., & Martinez-Fierro, M. L. (2023). Therapeutic effects of coumarins with different substitution patterns. *Molecules*, 28(5), 2413.

Hamulakova, S., Poprac, P., Jomova, K., Brezova, V., Lauro, P., Drostinova, L., ... & Valko, M. (2016). Targeting copper (II)-induced oxidative stress and the acetylcholinesterase system in Alzheimer's disease using multifunctional tacrine-coumarin hybrid molecules. *Journal of inorganic biochemistry*, 161, 52-62.

Iranshahi, M., Askari, M., Sahebkar, A., Hadjipavlou-Litina, D. (2009). Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory and lipoxygenase inhibitory activities of the prenylated coumarin umbelliprenin. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 17, 99–103.

Kuriakose, G. C., Singh, S., Rajvanshi, P. K., Surin, W. R., & Jayabaskaran, C. (2014). In vitro cytotoxicity and apoptosis induction in human cancer cells by culture extract of an endophytic *Fusarium solani* strain isolated from *Datura metel* L. *Pharm Anal Acta*, 5(2).

Mishra, S., Pandey, A., Manvati, S. (2020). Coumarin: An emerging antiviral agent. *Heliyon* 6, e03217.

Stefanachi, A., Leonetti, F., Pisani, L., Catto, M., & Carotti, A. (2018). Coumarin: A natural, privileged and versatile scaffold for bioactive compounds. *Molecules*, 23(2), 250.

Tsivileva, O. M., Koftin, O. V., & Evseeva, N. V. (2022). Coumarins as fungal metabolites with potential medicinal properties. *Antibiotics*, *11*(9), 1156.

PEDAL CURVES AND SMARANDACHE CURVES OBTAINED FROM DARBOUX VECTOR BELONGING TO THE FRENET-LIKE FRAME OF A POLYNOMIAL SPACE CURVE

Süleyman ŞENYURT
Ordu University, Faculty of Science-Art, Department of Mathematics
ORCID ID: 0000-0003-1097-5541
Filiz ERTEM KAYA
Nigde Omer Halisdemir University, Faculty of Science, Department of Mathematics
ORCID ID: 0000-0003-1538-9154

Absract: In this study, firstly, the pedal curve was defined that is the geometric locus of the perpendicular projections onto the Darboux vector obtained from the Flc frame $\{T, D_2, D_1\}$. The curvature and torsion was calculated by expressing Frenet vectors T_1, N_1, B_1 of pedal curves in terms of Flc frame vectors T, D_2, D_1. Next, the Smarandache curves were defined by taking Frenet vectors of pedal curves as the position vectors. Finally, for each Smarandache curve, expressions of the polynomial curve based on Flc vectors and curvatures were obtained by calculating Frenet vectors, curvatures and torsions Thus, new pedal curves were added to the curves family by using new frame vectors.

Keywords: Darboux pedal curve, Flc-pedal curve, Smarandache curves

2010 AMS classification: 53A04

1.Basic Concepts

In differential geometry, frames and the applications of frames to curves and surfaces have an important place. Frenet-like frame (or Flc frame) is a variation of Frenet frame and is a mathematical apparatus used especially, when working on polynomial type space curves. This frame, was developed to extend the limitations of Frenet frame and better describe the geometric properties of curves. By Flc frame, the number of singular points of a curve in Frenet frame can be reduced. Using this frame, it is effective in planning polynomial trajectories in Frenet coordinates and converting these trajectories into Cartesian coordinates. For deatiled information, see: $[9-11]$. When the Frenet vectors of a curve are taken as position vectors, the regular curves drawn by these vectors are called Smarandache curves $[8]$. Some properties of Smarandache curves were examined by defining Smarandache curves in Euclidean Space $[1],[17]$. The geometric locus of perpendicular projection points onto the tangent or normal

vector of a curve from a point not on the curve is defined as pedal (or contra pedal) curve. Some of the studies on such curves are given in the sources, $[3-6]$, $[12-16]$, $[18-24]$.

In previous conferences, the pedal curves and applications observed on osculator plane (e.g. [25]), normal plane (e.g. [26]), rectifying plane (e.g. [27]), osculator-like plane (e.g. [28]) and normal-like plane (e.g. [29]) were previously presented by Şenyurt and Ertem Kaya. This document differs from previous four conference full papers is the pedal curves and applications observed on rectifying-like plane.

In 3-dimensional Euclidean Space E^3, Frenet vectors, curvatures and Frenet formulae of a differentiable curve $\alpha(t)$ are given as following equalities, respectively.

$$T=\frac{\alpha'}{\|\alpha'\|}, N=B\wedge T=\frac{(\alpha'\wedge\alpha'')\wedge\alpha'}{\|\alpha'\wedge\alpha''\|.\|\alpha'\|}, B=\frac{\alpha'\wedge\alpha''}{\|\alpha'\wedge\alpha''\|}, \tag{1.1}$$

$$\kappa=\frac{\|\alpha'\wedge\alpha''\|}{\|\alpha'\|^3}, \quad \tau=\frac{\det(\alpha',\alpha'',\alpha''')}{\|\alpha'\wedge\alpha''\|^2}, \tag{1.2}$$

$$T'=v\kappa N,\ N'=v(-\kappa T+\tau B),\ B'=-v\tau N \tag{1.3}$$

where $v=\|\alpha'\|$, $[2],[7]$.

Let α be a nth degree regular polynomial curve in E^3. Frenet-like (Flc) vectors, Frenet-like curvatures, Frenet-like derivative formulas obtained from this vector are given following equalities, respectively $[9-11]$..

$$T=\frac{\alpha'}{\|\alpha'\|},\ D_1=\frac{\alpha'\wedge\alpha^{(n)}}{\|\alpha'\wedge\alpha^{(n)}\|},\ D_2=D_1\wedge T, \tag{1.4}$$

$$\begin{aligned} d_1&=\frac{\langle T',D_2\rangle}{v}=\frac{\langle\alpha'\wedge\alpha'',\alpha'\wedge\alpha^{(n)}\rangle}{\|\alpha'\|^3.\|\alpha'\wedge\alpha^{(n)}\|},\\ d_2&=\frac{\langle T',D_1\rangle}{v}=\frac{\langle\alpha''\wedge\alpha',\alpha^{(n)}\rangle}{\|\alpha'\|^2.\|\alpha'\wedge\alpha^{(n)}\|},\\ d_3&=\frac{\langle D_2',D_1\rangle}{v}=\frac{\langle\alpha'\wedge\alpha'',\alpha^{(n)}\rangle.\langle\alpha',\alpha^{(n)}\rangle}{\|\alpha'\|^2.\|\alpha'\wedge\alpha^{(n)}\|^2}, \end{aligned} \tag{1.5}$$

$$T'=v(d_1D_2+d_2D_1),\ D_2'=v(-d_1T+d_3D_1),\ D_1'=v(-d_2T-d_3D_2), \tag{1.6}$$

where if we take $\varphi = \sphericalangle(ND_2)$, then we get following equalites.

$$\cos\varphi = \langle D_2, N\rangle = \langle D_1, B\rangle = \frac{\langle \alpha' \wedge \alpha'', \alpha' \wedge \alpha^{(n)}\rangle}{\|\alpha' \wedge \alpha''\|\|\alpha' \wedge \alpha^{(n)}\|}, \sin\varphi = \langle D_2, B\rangle = -\langle D_1, N\rangle = \frac{v\det(\alpha^{(n)}, \alpha', \alpha'')}{\|\alpha' \wedge \alpha''\|.\|\alpha' \wedge \alpha^{(n)}\|}$$

In this situation, the relations between the elements $\{T, D_1, D_2, d_1, d_2, d_3\}$ and $\{T, N, B, \kappa, \tau\}$ are given following equalities $[9]$.

$$\begin{bmatrix} T \\ D_2 \\ D_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\varphi & \sin\varphi \\ 0 & -\sin\varphi & \cos\varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T \\ N \\ B \end{bmatrix} \text{ veya } \begin{bmatrix} T \\ N \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\varphi & -\sin\varphi \\ 0 & \sin\varphi & \cos\varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T \\ D_2 \\ D_1 \end{bmatrix}, \quad (1.7)$$

$$d_1 = \kappa\cos\varphi, \quad d_2 = -\kappa\sin\varphi, \quad d_3 = \tau + \frac{\varphi'}{v}, \quad (1.8)$$

The Darboux vector according to the Flc elements is given by the following relation $[11]$.

$$W = v(d_3 T - d_2 D_2 + d_1 D_1). \quad (1.9)$$

2. Pedal Curve and Smarandache Curves According to a Darboux Vector of a Frenet-like Frame

Definition 2.1. Let α be a nth degree regular polynomial curve and W be a Frenet-like Darboux vector in E^3. The geometric locus of perpendicular projection points onto the Darboux vector from a point $P \in E^3$ not on the curve is called $W-pedal$ curve of the curve α according to the point P.

The equation of the $W-pedal$ curve of the curve α is given by following relation.

$$\alpha_W(t) = \alpha(t) + \langle P - \alpha(t), W(t)\rangle W(t). \quad (2.1)$$

Specially, if we take the point P as origin, then we get $u(t) = -\langle \alpha(t), W(t)\rangle$. In this situation, the equation (2.1) is expressed as follows.

$$\alpha_W(t) = \alpha(t) + u(t)W(t). \quad (2.2)$$

Theorem 2.1 Let T_1, N_1 and B_1 denote the Frenet vectors of $W-pedal$ curve, respectively. The relations between the Frenet frame $\{T_1, N_1, B_1\}$ and Flc frame $\{T, D_2, D_1\}$ are given as follows:

$$\begin{aligned}
&T_1 = \omega_1 xT - \omega_1 yD_2 + \omega_1 zD_1,\\
&N_1 = B_1 \wedge T_1,\\
&B_1 = -\eta_1\left(yz' - zy' + xzvd_1 + yxvd_2 - y^2vd_3 - z^2vd_3\right)T + \eta_1\left(zx' - xz' + yzvd_1 - z^2vd_2 - x^2vd_2 + xyvd_3\right)D_2\\
&\quad + \eta_1\left(yx' - xy' + x^2vd_1 + y^2vd_1 - yzvd_2 - xzvd_3\right)D_1
\end{aligned}$$

where the coefficients x, y, z, ω_1 and η_1,

$$x = v + \left(uvd_3\right)',\ y = \left(uvd_2\right)',\ z = \left(uvd_1\right)',$$

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{\left(v + \left(uvd_3\right)'\right)^2 + \left(\left(uvd_2\right)'\right)^2 + \left(\left(uvd_1\right)'\right)^2}},$$

$$\eta_1 = \frac{1}{\sqrt{\begin{aligned}&\left(yz' - zy' + xzvd_1 + yxvd_2 - y^2vd_3 - z^2vd_3\right)^2 + \left(zx' - xz' + yzvd_1 - z^2vd_2 - x^2vd_2 + xyvd_3\right)^2\\ &+\left(yx' - xy' + x^2vd_1 + y^2vd_1 - yzvd_2 - xzvd_3\right)^2\end{aligned}}}.$$

Proof: By taking the derivatives of the relation (2.2) and making necessary algebraic operations, we get following equalities.

$$\alpha_W' = xT - yD_2 + zD_1, \tag{2.3}$$

$$\alpha_W'' = \left(x' + yvd_1 - zvd_2\right)T + \left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right)D_2 + \left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)D_1, \tag{2.4}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_W''' =& \left(\left(x' + yvd_1 - zvd_2\right)' - vd_1\left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right) - vd_2\left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)\right)T\\
&+\left(\left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right)' + vd_1\left(x' + yvd_1 - zvd_2\right) - vd_3\left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)\right)D_2\\
&+\left(\left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)' + vd_2\left(x' + yvd_1 - zvd_2\right) + vd_3\left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right)\right)D_1,
\end{aligned} \tag{2.5}$$

$$\begin{aligned}
\alpha_W' \wedge \alpha_W'' =& -\left(yz' - zy' + xzvd_1 + yxvd_2 - y^2vd_3 - z^2vd_3\right)T\\
&+\left(zx' - xz' + yzvd_1 - z^2vd_2 - x^2vd_2 + xyvd_3\right)D_2\\
&+\left(yx' - xy' + x^2vd_1 + y^2vd_1 - yzvd_2 - xzvd_3\right)D_1,
\end{aligned} \tag{2.6}$$

$$\begin{aligned}\det\left(\alpha_W', \alpha_W'', \alpha_W'''\right) = &-\left(yz' - zy' + xzvd_1 + yxvd_2 - y^2vd_3 - z^2vd_3\right). \\ &\left(\left(x' + yvd_1 - zvd_2\right)' - vd_1\left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right) - vd_2\left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)\right) \\ &+\left(zx' - xz' + yzvd_1 - z^2vd_2 - x^2vd_2 + xyvd_3\right). \\ &\left(\left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right)' + vd_1\left(x' + yvd_1 - zvd_2\right) - vd_3\left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)\right) \\ &+\left(yx' - xy' + x^2vd_1 + y^2vd_1 - yzvd_2 - xzvd_3\right). \\ &\left(\left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)' + vd_2\left(x' + yvd_1 - zvd_2\right) + vd_3\left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right)\right),\end{aligned} \tag{2.7}$$

$$\left\|\alpha_W'\right\| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \tag{2.8}$$

$$\left\|\alpha_W' \wedge \alpha_W''\right\| = \sqrt{\begin{aligned}&\left(yz' - zy' + xzvd_1 + yxvd_2 - y^2vd_3 - z^2vd_3\right)^2 + \left(zx' - xz' + yzvd_1 - z^2vd_2 - x^2vd_2 + xyvd_3\right)^2 \\ &+\left(yx' - xy' + x^2vd_1 + y^2vd_1 - yzvd_2 - xzvd_3\right)^2\end{aligned}} \tag{2.9}$$

By substituting these expressions into the relation (1.1), this completes the proof.

Theorem 2.2 Let κ_1 and τ_1 denote the curvature and torsion functions of $W-$ *pedal* curve, respectively. Then, the curvatures are given by following equalities.

$$\kappa_1 = \frac{\sqrt{\begin{aligned}&\left(yz' - zy' + xzvd_1 + yxvd_2 - y^2vd_3 - z^2vd_3\right)^2 + \left(zx' - xz' + yzvd_1 - z^2vd_2 - x^2vd_2 + xyvd_3\right)^2 \\ &+\left(yx' - xy' + x^2vd_1 + y^2vd_1 - yzvd_2 - xzvd_3\right)^2\end{aligned}}}{\left(x^2 + y^2 + z^2\right)\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}},$$

$$\tau_1 = \frac{\begin{aligned}&-\left(yz' - zy' + xzvd_1 + yxvd_2 - y^2vd_3 - z^2vd_3\right).\left(\left(x' + yvd_1 - zvd_2\right)' - vd_1\left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right) - vd_2\left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)\right) \\ &+\left(zx' - xz' + yzvd_1 - z^2vd_2 - x^2vd_2 + xyvd_3\right).\left(\left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right)' + vd_1\left(x' + yvd_1 - zvd_2\right) - vd_3\left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)\right) \\ &+\left(yx' - xy' + x^2vd_1 + y^2vd_1 - yzvd_2 - xzvd_3\right).\left(\left(z' + xvd_2 - yvd_3\right)' + vd_2\left(x' + yvd_1 - zvd_2\right) + vd_3\left(-y' + xvd_1 - zvd_3\right)\right)\end{aligned}}{\begin{aligned}&\left(yz' - zy' + xzvd_1 + yxvd_2 - y^2vd_3 - z^2vd_3\right)^2 + \left(zx' - xz' + yzvd_1 - z^2vd_2 - x^2vd_2 + xyvd_3\right)^2 \\ &+\left(yx' - xy' + x^2vd_1 + y^2vd_1 - yzvd_2 - xzvd_3\right)^2\end{aligned}}$$

Proof: If $(2.7), (2.8)$ and (2.9) are substituted into the relation (1.2), the curvatures are computed.

Corollary 2.1 The following relations exist between the Frenet vectors of $W-$ *pedal* curve and their derivatives.

$$T_1' = \mu_1\kappa_1 N_1,\ \ N_1' = \mu_1\left(-\kappa_1 T_1 + \tau_1 B_1\right),\ B_1' = -\mu_1\tau_1 N_1 \qquad (2.10)$$

where $\mu_1 = \|\alpha_T'\|$.

Definition 2.2 By taking the tangent and principal normal vectors of the $W-pedal$ curve as position vectors, a regular curve called the T_1N_1- Smarandache curve belonging to $W-pedal$ curve obtained from these vectors.

$$\alpha_1 = \frac{T_1 + N_1}{\sqrt{2}} \qquad (2.11)$$

Theorem2.3 Let T_{α_1}, N_{α_1} and B_{α_1} be the Frenet vectors of T_1N_1- Smarandache curve. Then, Frenet vectors are given as follows.

$$T_{\alpha_1} = \frac{-\kappa_1 T_1 + \kappa_1 N_1 + \tau_1 B_1}{\sqrt{2\kappa_1^2 + \tau_1^2}}$$

$$N_{\alpha_1} = B_{\alpha_1} \wedge T_{\alpha_1}$$

$$B_{\alpha_1} = \frac{-\left(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2\right)T_1 + \left(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1\right)N_1 - \left(\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1\right)B_1}{\sqrt{\left(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2\right)^2 + \left(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1\right)^2 + \left(\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1\right)^2}}$$

where the coefficients x_1, x_2 and x_3,

$$x_1 = -\frac{\mu_1^2\kappa_1^2 + \left(\mu_1\kappa_1\right)'}{\sqrt{2}}, x_2 = \frac{\left(\mu_1\kappa_1\right)' - \mu_1^2\left(\kappa_1^2 + \tau_1^2\right)}{\sqrt{2}}, x_3 = \frac{\mu_1^2\kappa_1\tau_1 + \left(\mu_1\tau_1\right)'}{\sqrt{2}}.$$

Proof: Let take the derivatives of the relation (2.11) and then, consider the relation (2.10). Following equalities are obtained.

$$\alpha_1' = \frac{\mu_1\left(-\kappa_1 T_1 + \kappa_1 N_1 + \tau_1 B_1\right)}{\sqrt{2}} \qquad (2.12)$$

$$\alpha_1'' = x_1 T_1 + x_2 N_1 + x_3 B_1 \qquad (2.13)$$

$$\alpha_1''' = \left(x_1' - \mu_1\kappa_1 x_2\right)T_1 + \left(x_2' + \mu_1 x_1 - \mu_1 x_3\right)N_1 + \left(x_3' + \mu_1\tau_1 x_2\right)B_1 \qquad (2.14)$$

$$\alpha_1' \wedge \alpha_1'' = -\frac{\mu_1\left(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2\right)}{\sqrt{2}}T_1 + \frac{\mu_1\left(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1\right)}{\sqrt{2}}N_1 - \frac{\mu_1\left(\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1\right)}{\sqrt{2}}B_1 \qquad (2.15)$$

$$\det(\alpha_1', \alpha_1'', \alpha_1''') = \frac{\mu_1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} (\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1)(x_2' + \mu_1 x_1 - \mu_1 x_3) \\ -(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2)(x_1' - \mu_1 \kappa_1 x_2) - (\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1)(x_3' + \mu_1 \tau_1 x_2) \end{pmatrix} \quad (2.16)$$

$$\|\alpha_1'\| = \frac{\mu_1}{\sqrt{2}} \sqrt{2\kappa_1^2 + \tau_1^2} \quad (2.17)$$

$$\|\alpha_1' \wedge \alpha_1''\| = \frac{\mu_1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2)^2 + (\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1)^2 + (\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1)^2} \quad (2.18)$$

If exps. (2.12), (2.15), (2.17) and (2.18) are substituted into (1.1), then, the curvatures are computed.

Theorem2.4 Let κ_{α_1} and τ_{α_1} denote the curvature and torsion functions of T_1N_1- Smarandache curve, respectively. Then, the curvatures are given by following equalities.

$$\kappa_{\alpha_1} = \frac{2\sqrt{(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2)^2 + (\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1)^2 + (\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1)^2}}{\mu_1^2 (2\kappa_1^2 + \tau_1^2)\sqrt{2\kappa_1^2 + \tau_1^2}},$$

$$\tau_{\alpha_1} = \frac{\sqrt{2}\left((\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1)(x_2' + \mu_1 x_1 - \mu_1 x_3) - (\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2)(x_1' - \mu_1 \kappa_1 x_2) - (\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1)(x_3' + \mu_1 \tau_1 x_2)\right)}{\mu_1\left((\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2)^2 + (\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1)^2 + (\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1)^2\right)}$$

Proof : By substituting these expressions (2.16), (2.17) and (2.18) into the relation (1.2), this completes the proof.

Definition 2.3 By taking the tangent and binormal vectors of the $W-pedal$ curve as position vectors, a regular curve called the T_1B_1- Smarandache curve belonging to $W-pedal$ curve obtained from these vectors.

$$\alpha_2 = \frac{T_1 + B_1}{\sqrt{2}}. \quad (2.19)$$

Theorem 2.5 Let T_{α_2}, N_{α_2} and B_{α_2} denote the Frenet vectors of T_1B_1- Smarandache curve, respectively. These vectors are given by following relations.

$$T_{\alpha_2} = N_1, N_{\alpha_2} = \frac{-\kappa_1 T_1 + \tau_1 B_1}{\sqrt{\kappa_1^2 + \tau_1^2}}, B_{\alpha_2} = \frac{\tau_1 T_1 + \kappa_1 B_1}{\sqrt{\kappa_1^2 + \tau_1^2}}.$$

Proof: By taking the derivatives of (2.19), and considering (2.10), following equalities are obtained.

$$\alpha_2' = \frac{\mu_1(\kappa_1 - \tau_1) N_1}{\sqrt{2}}, \tag{2.20}$$

$$\alpha_2'' = \frac{-\kappa_1\mu_1^2(\kappa_1 - \tau_1)T_1 + (\mu_1\kappa_1 - \mu_1\tau_1)' N_1 + \tau_1\mu_1^2(\kappa_1 - \tau_1)B_1}{\sqrt{2}}, \tag{2.21}$$

$$\alpha_2''' = \frac{\begin{array}{l}\left((-\kappa_1\mu_1^2(\kappa_1 - \tau_1))' - \kappa_1\mu_1(\mu_1\kappa_1 - \mu_1\tau_1)''\right)T_1 \\ +\left((\mu_1\kappa_1 - \mu_1\tau_1)'' - \mu_1^3(\kappa_1 - \tau_1)(\kappa_1^2 + \tau_1^2)\right)N_1 \\ +\left((\tau_1\mu_1^2(\kappa_1 - \tau_1))' + \tau_1\mu_1(\mu_1\kappa_1 - \mu_1\tau_1)''\right)B_1\end{array}}{\sqrt{2}}, \tag{2.22}$$

$$\alpha_2' \wedge \alpha_2'' = \frac{\mu_1^3(\kappa_1 - \tau_1)^2\tau_1 T_1 + \mu_1^3(\kappa_1 - \tau_1)^2\kappa_1 B_1}{2}, \tag{2.23}$$

$$\det(\alpha_2', \alpha_2'', \alpha_2''') = \frac{\mu_1^5(\kappa_1 - \tau_1)^3(\kappa_1\tau_1' - \tau_1\kappa_1')}{2\sqrt{2}}, \tag{2.24}$$

$$\|\alpha_2'\| = \frac{\mu_1(\kappa_1 - \tau_1)}{\sqrt{2}}, \tag{2.25}$$

$$\|\alpha_2' \wedge \alpha_2''\| = \frac{\mu_1^3(\kappa_1 - \tau_1)^2\sqrt{\kappa_1^2 + \tau_1^2}}{2} \tag{2.26}$$

If we substitute relations (2.20), (2.23), (2.25) and (2.26) into (1.1), then the proof is completed.

Theorem2.6 Let κ_{α_2} and τ_{α_2} denote the curvature and torsion functions of T_1B_1- Smarandache curve, respectively. Then, the curvatures are given by following equalities.

$$\kappa_{\alpha_2} = \frac{\sqrt{2\kappa_1^2 + 2\tau_1^2}}{(\kappa_1 - \tau_1)}, \quad \tau_{\alpha_2} = \frac{\sqrt{2}(\kappa_1\tau_1' - \tau_1\kappa_1')}{\mu_1(\kappa_1 - \tau_1)(\kappa_1^2 + \tau_1^2)}.$$

Proof: The proof is done upon substituting the relations (2.24), (2.25) ve (2.26) into (1.2)

.

Definition 2.4 By taking the principal normal and binormal vectors of the $W-pedal$ curve as position vectors, a regular curve called the N_1B_1- Smarandache curve belonging to $W-pedal$ curve obtained from these vectors.

$$\alpha_3=\frac{N_1+B_1}{\sqrt{2}}. \tag{2.27}$$

Theorem 2.7 Let T_{α_3}, N_{α_3} and B_{α_3} be the Frenet vectors of N_1B_1- Smarandache curve. Then, Frenet vectors are given as follows.

$$T_{\alpha_3}=\frac{-\kappa_1T_1-\tau_1N_1+\tau_1B_1}{\sqrt{\kappa_1^2+2\tau_1^2}},$$
$$N_{\alpha_3}=B_{\alpha_3}\wedge T_{\alpha_3},$$
$$B_{\alpha_3}=\frac{-(\tau_1y_3+\tau_1y_2)T_1+(\kappa_1y_3+\tau_1y_1)N_1+(\tau_1y_1-\kappa_1y_2)B_1}{\sqrt{(\tau_1y_3+\tau_1y_2)^2+(\kappa_1y_3+\tau_1y_1)^2+(\tau_1y_1-\kappa_1y_2)^2}}$$

where the coefficients y_1,y_2 and y_3,

$$y_1=\frac{\mu_1^2\tau_1\kappa_1-(\mu_1\kappa_1)'}{\sqrt{2}},\ y_2=-\frac{\mu_1^2(\kappa_1^2+\tau_1^2)+(\mu_1\tau_1)'}{\sqrt{2}},\ y_3=\frac{(\mu_1\tau_1)'-\mu_1^2\tau_1^2}{\sqrt{2}}.$$

Proof: By taking the derivatives of (2.27), and considering (2.10), following equalities are obtained.

$$\alpha_3'=\frac{\mu_1(-\kappa_1T_1-\tau_1N_1+\tau_1B_1)}{\sqrt{2}}, \tag{2.28}$$

$$\alpha_3''=y_1T_1+y_2N_1+y_3B_1, \tag{2.29}$$

$$\alpha_3'''=(y_1'-\mu_1y_2\kappa_1)T_1+(y_2'+\mu_1y_1\kappa_1-\mu_1y_3\tau_1)N_1+(y_3'+\mu_1y_2\tau_1)B_1, \tag{2.30}$$

$$\alpha_3'\wedge\alpha_3''=\frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\left((-(\tau_1y_3+\tau_1y_2)T_1+(\kappa_1y_3+\tau_1y_1)N_1+(\tau_1y_1-\kappa_1y_2)B_1)\right), \tag{2.31}$$

$$\det(\alpha_3',\alpha_3'',\alpha_3''')=\frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}(\tau_1y_1-\kappa_1y_2)(y_3'+\mu_1y_2\tau_1)\\-(\tau_1y_3+\tau_1y_2)(y_1'-\mu_1y_2\kappa_1)\\+(y_1'-\mu_1y_2\kappa_1)(y_2'+\mu_1y_1\kappa_1-\mu_1y_3\tau_1)\end{pmatrix} \tag{2.32}$$

$$\|\alpha_3'\| = \frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\sqrt{\kappa_1^2 + 2\tau_1^2}, \tag{2.33}$$

$$\|\alpha_3' \wedge \alpha_3''\| = \frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\tau_1 y_3 + \tau_1 y_2)^2 + (\kappa_1 y_3 + \tau_1 y_1)^2 + (\tau_1 y_1 - \kappa_1 y_2)^2} \tag{2.34}$$

If we substitute the exps. (2.28), (2.31), (2.33) and (2.34) into (1.1), then we get the proof of the theorem.

Theorem2.8 Let κ_{α_3} and τ_{α_3} be the curvature and torsion functions of N_1B_1- Smarandache curve, respectively. Then, the curvatures are given as follows.

$$\kappa_{\alpha_3} = \frac{2\sqrt{(\tau_1 y_3 + \tau_1 y_2)^2 + (\kappa_1 y_3 + \tau_1 y_1)^2 + (\tau_1 y_1 - \kappa_1 y_2)^2}}{\mu_1^2(\kappa_1^2 + 2\tau_1^2)\sqrt{\kappa_1^2 + 2\tau_1^2}},$$

$$\tau_{\alpha_3} = \frac{\sqrt{2}\left((\tau_1 y_1 - \kappa_1 y_2)(y_3' + \mu_1 y_2 \tau_1) - (\tau_1 y_3 + \tau_1 y_2)(y_1' - \mu_1 y_2 \kappa_1) + (y_1' - \mu_1 y_2 \kappa_1)(y_2' + \mu_1 y_1 \kappa_1 - \mu_1 y_3 \tau_1)\right)}{\mu_1\left((\tau_1 y_3 + \tau_1 y_2)^2 + (\kappa_1 y_3 + \tau_1 y_1)^2 + (\tau_1 y_1 - \kappa_1 y_2)^2\right)}$$

Proof: Substituting the expressions (2.32), (2.33) and (2.34) into relation (1.2) completes the proof.

Definition 2.5 By taking the tangent, principal normal and binormal vectors of the $W-pedal$ curve as position vectors, a regular curve called the $T_1N_1B_1-$ Smarandache curve belonging to $W-pedal$ curve obtained from these vectors.

$$\alpha_4 = \frac{T_1 + N_1 + B_1}{\sqrt{3}} \tag{2.35}$$

Theorem 2.9 Let T_{α_4}, N_{α_4} and B_{α_4} be the Frenet vectors of $T_1N_1B_1-$ Smarandache curve. Then, Frenet vectors are given as follows.

$$T_{\alpha_4} = \frac{-\kappa_1 T_1 + (\kappa_1 - \tau_1)N_1 + \tau_1 B_1}{\sqrt{2\kappa_1^2 - 2\kappa_1\tau_1 + 2\tau_1^2}},$$

$$N_{\alpha_4} = B_{\alpha_4} \wedge T_{\alpha_4},$$

$$B_{\alpha_4} = \frac{(z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)T_1 + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)N_1 - (\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)B_1}{\sqrt{(z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)^2 + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)^2 + (\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)^2}}$$

where the coefficients z_1, z_2 and z_3.

$$z_1 = -\frac{(\mu_1\kappa_1)' + \mu_1^2\kappa_1(\kappa_1 - \tau_1)}{\sqrt{3}}, z_2 = \frac{(\mu_1\kappa_1 - \mu_1\tau_1)' - \mu_1^2(\kappa_1^2 + \tau_1^2)}{\sqrt{3}}, z_3 = \frac{(\mu_1\tau_1)' + \mu_1^2\tau_1(\kappa_1 - \tau_1)}{\sqrt{3}}.$$

Proof: Let take the derivatives (2.35) and consider (2.10). Following equalities are given.

$$\alpha_4' = \frac{\mu_1(-\kappa_1 T_1 + (\kappa_1 - \tau_1)N_1 + \tau_1 B_1)}{\sqrt{3}} \quad (2.36)$$

$$\alpha_4'' = z_1 T_1 + z_2 N_1 + z_3 B_1 \quad (2.37)$$

$$\alpha_4''' = (z_1' - z_2\mu_1\kappa_1)T_1 + (z_2' + z_1\mu_1\kappa_1 - z_3\mu_1\tau_1)N_1 + (z_3' + z_2\mu_1\tau_1)B_1 \quad (2.38)$$

$$\alpha_4' \wedge \alpha_4'' = \frac{\mu_1}{\sqrt{3}}\left((z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)T_1 + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)N_1 - (\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)B_1\right) \quad (2.39)$$

$$\det(\alpha_4', \alpha_4'', \alpha_4''') = \frac{\mu_1}{\sqrt{3}}\begin{pmatrix}(z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)(z_1' - z_2\mu_1\kappa_1) + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)(z_2' + z_1\mu_1\kappa_1 - z_3\mu_1\tau_1) \\ -(\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)(z_3' + z_2\mu_1\tau_1)\end{pmatrix} \quad (2.40)$$

$$\|\alpha_4'\| = \frac{\sqrt{6}\mu_1}{3}\sqrt{\kappa_1^2 - \kappa_1\tau_1 + \tau_1^2} \quad (2.41)$$

$$\|\alpha_4' \wedge \alpha_4''\| = \frac{\mu_1}{\sqrt{3}}\sqrt{(z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)^2 + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)^2 + (\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)^2} \quad (2.42)$$

Substituting the expressions (2.36), (2.39), (2.41) and (2.42) into relation (1.1) completes the proof.

Theorem 2.10 Let κ_{α_4} and τ_{α_4} denote the curvature and torsion functions of $T_1N_1B_1$ – Smarandache curve, respectively. Then, the curvatures are given by following equalities.

$$\kappa_{\alpha_4} = \frac{3\sqrt{2}\sqrt{(z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)^2 + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)^2 + (\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)^2}}{4\mu_1^2(\kappa_1^2 - \kappa_1\tau_1 + \tau_1^2)\sqrt{\kappa_1^2 - \kappa_1\tau_1 + \tau_1^2}},$$

$$\tau_{\alpha_4}=\frac{\sqrt{3}\begin{pmatrix}(z_3\kappa_1-z_3\tau_1-\tau_1z_2)(z_1'-z_2\mu_1\kappa_1)+(\tau_1z_1+\kappa_1z_3)(z_2'+z_1\mu_1\kappa_1-z_3\mu_1\tau_1)\\-(\kappa_1z_1-\tau_1z_1+\kappa_1z_2)(z_3'+z_2\mu\tau_1)\end{pmatrix}}{\mu_1\left((z_3\kappa_1-z_3\tau_1-\tau_1z_2)^2+(\tau_1z_1+\kappa_1z_3)^2+(\kappa_1z_1-\tau_1z_1+\kappa_1z_2)^2\right)}.$$

Proof: Substituting the expressions (2.40), (2.41) and (2.42) into relation (1.2), it completes the proof.

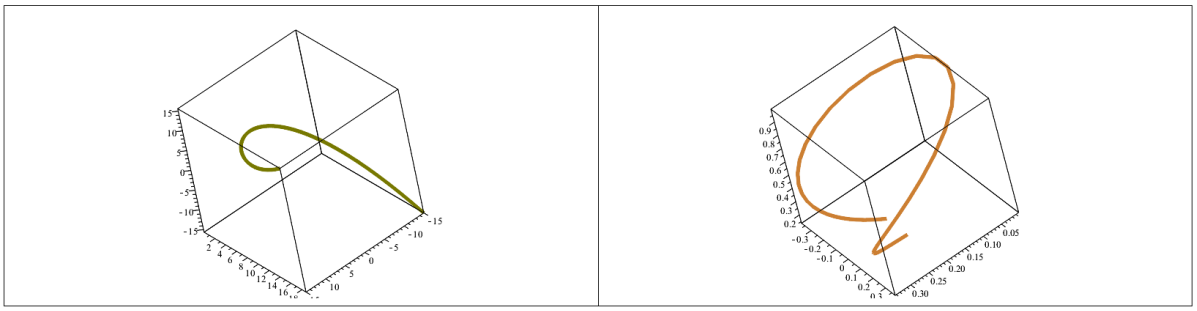
Example 2.1 Let think about the curve parametrized as $\alpha(t)=(6t,3t^2,t^3)$. The Flc frame and Darboux vector are given as follows.

$$\begin{cases}T=\dfrac{(2,2t,t^2)}{t^2+2},D_2=\dfrac{(-t^2,-t^3,2t^2+2)}{(t^2+2)\sqrt{t^2+1}},D_1=\dfrac{(t,-1,0)}{\sqrt{t^2+1}},\\ d_1=\dfrac{2t}{3(t^2+2)^2\sqrt{t^2+1}},d_2=\dfrac{-2}{3(t^2+2)^2\sqrt{t^2+1}},d_3=\dfrac{t^2}{3(t^2+2)^2(t^2+1)},\end{cases}$$

$$W=\frac{1}{(t^2+2)^2(t^2+1)}\left(2t^2,-2t,(t^2+2)^2\right)$$

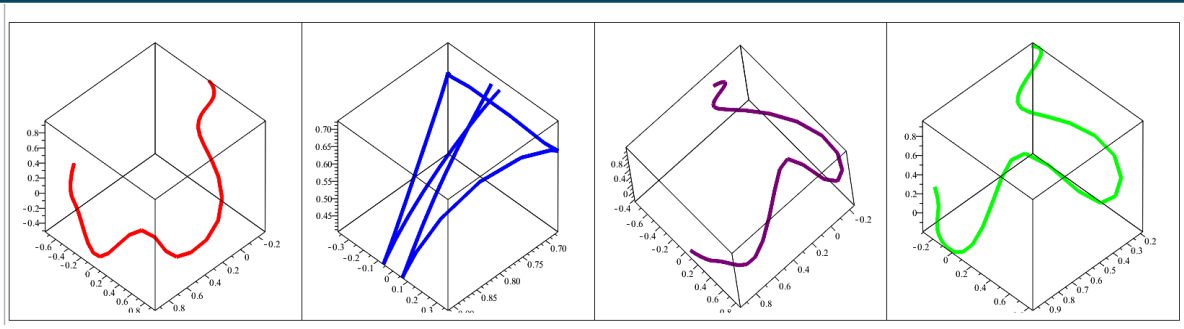
The equation of the $W-pedal$ curve from the relation (2.2) is given by the following equality.

$$\alpha_W(t)=(6t,3t^2,t^3)-\frac{t^3(t^4+4t^2+10)}{(t^2+2)^4(t^2+1)^2}\left(2t^2,-2t,(t^2+2)^2\right)$$



The curve α $W-pedal$ Pedal curve of the curve α

Fig. 1 The curve α and $W-pedal$ curve of the curve α



T_1N_1 −Smarandache curve T_1B_1 −Smarandache curve N_1B_1 −Smarandache curve $T_1N_1B_1$ −Smarandache curve

Fig. 2 The Smarandache Curves obtained from Frenet vectors of W −pedal curve of the curve α

REFERENCES

[1] A.T. Ali, Special Smarandache Curves in the Euclidean Space, International Journal of Mathematical Combinatorics, 2, 30-36. 2010.
[2] A. Gray, E. Abbena and S. Salamon, Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica, 3rd ed. Chapman and Hall/CRC: Boca Raton, FL, USA, 1016 pages, 2006.
[3] A.Y. Ceylan, M. Kara, On Pedal and Contrapedal Curves of Bezier Curves, Konuralp Journal of Mathematics, 9 (2), 217-221. 2021.
[4] D. Canlı, S. Şenyurt, F.E. Kaya, and L. Grilli, The Pedal Curves Generated by Alternative Frame Vectors and Their Smarandache Curves, Symmetry 2024, 16(8), 1012; 28 pages, https://doi.org/10.3390/sym16081012.
[5] E. As, A. Sarioğlugil, On the Pedal Surfaces of 2-d Surfaces with the Constant Support Function in E^4, Pure Mathematical Sciences, 4(3), 105-120. 2015.
[6] F. Ertem Kaya, Differential Geometric Aspects of Pedal Curves on Surfaces, Journal of Mathematics, Wiley, Volume 2024, Article ID 6237091, 11 pages, https://doi.org/10.1155/2024/6237091.
[7] M. P. do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1976.
[8] M. Turgut, S. Yılmaz, Smarandache Curves in Minkowski Space-Time, International Journal of Mathematical Combinatorics, 3, 51-55. 2008.
[9] M. Dede, A new representation of tubular surfaces, Houston Journal of Mathematics, 45(2018), 707–720. 2019.
[10] M. Dede, On Polynomial Space Curves with Flc-frame, Turkish Journal of Mathematics and Computer Science, 15(2), 414-422. 2023.
[11] M. Dede, Why Flc-Frame is Better than Frenet Frame on Polynomial Space Curves?, Mathematical Sciences and Applications E-Notes, 10 (4) 190-198. 2022.
[12] N. Kuruoğlu, A. Sarıoğlugil, On the characteristic properties of the a-Pedal surfaces in the Euclidean space E^3. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics, 42, 19-25. 1993.
[13] O.O. Tuncer, H. Ceyhan, İ. Gök, F. N. Ekmekci, Notes on pedal and contrapedal curves of fronts in the Euclidean plane, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 41(13), 5096–5111. 2018.
[14] Y. Li, Donghe Pei, Pedal curves of fronts in the sphere, Journal of Nonlinear Sciences and Applications, 9(3), 836-844. 2016.
[15] Y. Li, Pei D., Pedal curves of frontals in the Euclidean plane, Mathematical Methods in the Applied Sciencesi, 41(5), 1988-1997. 2018.
[16] Y. Li, O. Oğulcan Tuncer, On (contra)pedals and (anti)orthotomics of frontals in de Sitter 2-space, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 46(9), 11157-11171. 2023.

[17] S. Şenyurt, S. Sivas, An Application of Smarandache Curve, Ordu University Journal of Science and Technology, 3(1), 46-60. 2013.
[18] S. Şenyurt, D. Canlı, and K.H. Ayvacı, Associated Curves From A Different Point of View in E^3, Communications Faculty of Science University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics, 71(3), 826–845. 2022.
[19] S. Şenyurt, K. Eren, and K.H. Ayvacı, A Study on Inextensible Flows of Polynomial Curves with Flc Frame, Applications and Applied Mathematics: An International Journal, 17(1), 123 – 133. 2022.
[20] S. Şenyurt, K.H. Ayvacı, and D. Canlı, Smarandache Curves According to Flc-frame in Euclidean 3-space, Fundamentals of Contemporary Mathematical Sciences, 4(1), 16-30. 2023.
[21] S. Şenyurt, K.H. Ayvacı, and D. Canlı, Special Smarandache Ruled Surfaces According to Flc frame in E^3, Applications and Applied Mathematics: An International Journal,18(1), 18 pages, 2023.
[22] S. Şenyurt, K.H. Ayvacı, and D. Canlı, Some Characterizations of Spherical Indicatrix Curves Generated by Flc Frame, Turkish Journal of Mathematics and Computer Science, 13(2), 379-387. 2021.
[23] S. Şenyurt, K. Eren, and K.H. Ayvacı, Characterizations of tzitzeica curves using FLC frame, Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, 42(1), 37-41. 2024.
[24] S. Şenyurt, F. Ertem Kaya, and D. Canlı, Pedal curves obtained from Frenet vector of a space curve and Smarandache curves belonging to these curves, AIMS Mathematics, 9(8), 20136-20162, 2024.
[25] S. Şenyurt, F. Ertem Kaya, Pedal Curves and Applications According to a Vector lying on the Osculator Plane, Proceeding Book of 2nd International Conference on Pioneer and Innovative Studies ICPIS 2025, All Sciences Academy, 31-40. ISBN: 978-625-5954-58-9, Virtual Conference date: January 30-31, 2025, Konya, TÜRKİYE, Published date: February 6, 2025.
[26] S. Şenyurt, F. Ertem Kaya, Pedal Curves and Applications According to a Vector lying on the Normal Plane, Proceeding Book of 2nd International Conference on Recent and Innovative Results in Engineering and Technology ICRIRET 2025, All Sciences Academy, 16-26. ISBN: 978-625-5954-62-6, Virtual Conference date: February 11-12, 2025, Konya, TÜRKİYE, Published date: February 20, 2025.
[27] S. Şenyurt, F. Ertem Kaya, Pedal Curves and Applications According to a Vector lying on the Rectifying Plane, Proceeding Book of 4th International Conference on Contemporary Academic Research ICCAR 2025, All Sciences Academy, 21-31. ISBN: 978-625-5954-79-4, Virtual Conference date: February 22-23, 2025, Konya, TÜRKİYE, Published date: March 2, 2025.
[28] S. Şenyurt, F. Ertem Kaya, Pedal Curves and Applications Obtained From A Polynomial Curve According to a Vector lying on the $sp\{T, D_2\}-$ Plane, Proceeding Book of 4th International Conference on Recent Academic Studies ICRAS 2025, All Sciences Academy, 14-25. ISBN: 978-625-5954-91-6, Virtual Conference date: March 4-5, 2025, Konya, TÜRKİYE, Published date: March 15, 2025.
[29] S. Şenyurt, F. Ertem Kaya, Pedal Curves and Applications According to a Vector lying on $sp\{D_2, D_1\}-$ Plane, Proceeding Book of 6th International Conference on Innovative Academic Studies ICIAS 2025, All Sciences Academy, 1-12, ISBN: 978-625-5900-02-9, Virtual Conference date: March 12-13, 2025, Konya, TÜRKİYE, Published date: March 20, 2025.
[30] S. Şenyurt, F. Ertem Kaya, Pedal Curves and Applications Obtained from A Polynomial Curve according to A Vector Lying on $sp\{T, D_1\}-$ Plane, Proceeding Book of 6th International Conference on Scientific and Academic Research ICSAR 2025, All Sciences Academy, 1-12, ISBN: 978-625-5900-08-01, Virtual Conference date: March 19-20, 2025, Konya, TÜRKİYE, Published date: March 25, 2025.
[31] S. Şenyurt, F. Ertem Kaya, Pedal Curves Obtained from the Darboux Vector of the Alternative Frame and Its Applications, Proceeding Book of 3rd International Conference on Trends in Advanced Research ICTAR 2025, All Sciences Academy, 36-46, ISBN: 978-625-5900-21-0, Virtual Conference date: April 04-05, 2025, Konya, TÜRKİYE, Published date: April 25, 2025.

PEDAL CURVES OBTAINED FROM THE DARBOUX VECTOR ACCORDING TO THE FRENET FRAME AND SMARANDACHE CURVES BELONGS TO THESE CURVES

Süleyman ŞENYURT
Department of Mathematics, Faculty of Arts and Science, University of Ordu, Ordu, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-1097-5541
İsmail Gökhan GÜRSOY
Institute of Science, Ordu University, Ordu, Turkey
ORCID ID: 0000-0001-5066-5391

Abstract: In this study, C −Pedal curve associated with the Darboux vector of a differentiable curve was defined in terms of its Frenet vectors. The Frenet vectors, curvature and torsion of the defined curve were calculated. Then, by considering the position vectors of the Frenet vectors of the C −Pedal curve, Smarandache curves were expressed. Finally, for each Smarandache curve, the expressions of curvature and torsion in terms of the Frenet elements of the original curve were given. Thus, new curves were added to the family of curves.

Keywords: Pedal Curve, C −Pedal Curve, Smarandache Curves

2010 AMS Classification: 53A04

1. Basic Concepts

Curve theory is one of the fields that best represents differential geometry and makes it most interesting. When an orthonormal system is established on a curve, more information and theory can be obtained. The geometric locus of the perpendicular projection points from a point not on the curve onto the tangent or normal vector of the curve is defined as the pedal curve.

New pedal curves have been defined and new theories have been obtained by using different spaces and different frames. For detailed information, refer to sources $[3-5]$ and $[8-13]$. Researchs on curves have been conducted by taking different frames in many spaces. Similar researchs continue today.

When the Frenet vectors of a differentiable curve are taken as position vectors, the regular curves drawn by these vectors are called Smarandache curves [7]. Some applications of Smarandache curves are provided in the sources [1] and [14].

In this study, C −Pedal curve corresponding to the Darboux vector of the Frenet vectors of a differentiable curve was defined. The Frenet vectors, curvature and torsion of the C −Pedal curve were calculated. Then, Smarandache curves were obtained by taking the position vectors of the Frenet vectors of the C −Pedal curve. Finally, for each Smarandache curve, the curvature and torsion of the Frenet vectors were obtained based on the Frenet elements of the original

curve. Thus, new curves were added to the family of curves.

The Frenet vectors, curvatures and Frenet formulas of a differentiable curve are given respectively as follows:

$$T = \frac{\alpha'}{\|\alpha'\|}, \qquad B = \frac{\alpha' \wedge \alpha''}{\|\alpha' \wedge \alpha''\|}, \qquad N = B \wedge T = \frac{(\alpha' \wedge \alpha'') \wedge \alpha'}{\|\alpha' \wedge \alpha''\|\|\alpha'\|} \tag{1.1}$$

$$\kappa = \frac{\|\alpha' \wedge \alpha''\|}{\|\alpha'\|^3} \quad \tau = \frac{det(\alpha', \alpha'', \alpha''')}{\|\alpha' \wedge \alpha''\|^2}, \tag{1.2}$$

$$T' = v\kappa N, \qquad N' = v(-\kappa T + \tau B), \qquad B' = -v\tau N \tag{1.3}$$

where $v = \|\alpha'(t)\|$, [2]. The Darboux vector of the Frenet vectors of $\alpha(t)$ curve is a vector $W = \tau T + \kappa B$ lying in the rectifying plane [2]. If angle between the Darboux vector and the binormal vector is taken as $\varphi(t)$, unit Darboux vector is given as

$$C = \sin\varphi\, T + \cos\varphi\, B \tag{1.4}$$

where $\sin\varphi = \frac{\tau}{\sqrt{\kappa^2+\tau^2}}$ and $\cos\varphi = \frac{\kappa}{\sqrt{\kappa^2+\tau^2}}$.

2. C −Pedal Curve and Smarandache Curves Obtained From This Curve

Definition 2.1 In E^3, let the unit Darboux vector of the regular curve of α be C. The geometric place orthogonal projection points of a point $P \in E^3$, (which is not on the curve) onto the vector C is called C −Pedal curve of the curve α with respect to the point P.

According to definition, equation of C −Pedal curve is given by

$$\alpha_C(t) = \alpha(t) + < P - \alpha(t), C(t) > C(t) \tag{2.1}$$

If point P is choosen as origin point, dot product is written as $u(t) = -< \alpha(t), C(t) >$ and thus Eq.(2.1) transform into

$$\alpha_C(t) = \alpha(t) + u(t)C(t). \tag{2.2}$$

Note that $P \in E^3$ is not just origin point, for different points of P, the resulting curves are change.

Theorem 2.1 The Frenet vectors of the C −Pedal curve are donated as T_1, N_1 and B_1. These vectors are written as

$$T_1 = \omega_1(v + u'\sin\varphi + u\varphi'\cos\varphi)T + \omega_1(u'\cos\varphi - u\varphi'\sin\varphi)B,$$

$N_1 = B_1 \wedge T_1,$

$B_1 = -\eta_1 vy(x\kappa - y\tau)T + \eta_1(x'y - y'x)N + \eta_1 vx(x\kappa - y\tau)B.$

where $x = v + u'\sin\varphi + u\varphi'\cos\varphi$, $y = u'\cos\varphi - u\varphi'\sin\varphi$,

$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{(v+u'\sin\varphi+u\varphi'\cos\varphi)^2+(u'\cos\varphi-u\varphi'\sin\varphi)^2}},$

$\eta_1 = \frac{1}{\sqrt{(x'y-y'x)^2+v^2(x^2+y^2)(x\kappa-y\tau)^2}}.$

Proof: If we take the derivative of Eq.(2.2) and calculate required algebraic operations,

$$\alpha_C' = xT + yB, \tag{2.3}$$

$$\alpha_C'' = x'T + v(x\kappa - y\tau)N + y'B, \tag{2.4}$$

$$\alpha_C''' = \big(x'' - \kappa v^2(x\kappa - y\tau)\big)T + \big((vx\kappa - vy\tau)' + v(x'\kappa - y'\tau)\big)N + \big(y'' + \tau v^2(x\kappa - y\tau)\big)B, \tag{2.5}$$

$$\alpha_C' \wedge \alpha_C'' = -vy(x\kappa - y\tau)T + (x'y - y'x)N + vx(x\kappa - y\tau)B, \tag{2.6}$$

$$det(\alpha', \alpha'', \alpha''') = v(x\kappa - y\tau)\big(x''y - y''x + v^2(x\kappa - y\tau)(y\kappa + x\tau)\big) + (x'y - y'x)\big((vx\kappa - vy\tau)' + v(x'\kappa - y'\tau)\big) \tag{2.7}$$

$$\|\alpha_C'\| = \sqrt{x^2 + y^2}, \tag{2.8}$$

$$\|\alpha_C' \wedge \alpha_C''\| = \sqrt{(x'y - y'x)^2 + v^2(x^2 + y^2)(x\kappa - y\tau)^2}. \tag{2.9}$$

By these equations are writing in Eq. (1.1), Frenet Frame of C −Pedal curve are obtained.

Theorem 2.2 Curveture and torsion of C −Pedal curve are written respectively as κ_1, τ_1 and calculate as follow:

$\kappa_1 = \frac{\sqrt{(x'y-y'x)^2+v^2(x^2+y^2)(x\kappa-y\tau)^2}}{(x^2+y^2)^{3/2}},$

$\tau_1 = \frac{v(x\kappa-y\tau)\big(xy''-yx''+v^2(x\kappa-y\tau)(y\kappa+x\tau)\big)+(x'y-y'x)\big((vx\kappa-vy\tau)'+v(x'\kappa-y'\tau)\big)}{(x'y-y'x)^2+v^2(x^2+y^2)(x\kappa-y\tau)^2}.$

Proof: By substituting Eq.(2.7), (2.8) and (2.9) in Eq.(1.2) curvatures can be calculated.

Corollary 2.1 Frenet formulas of C −Pedal curve are written as follows:

$$T_1' = \mu_1\kappa_1 N_1, \qquad N_1' = \mu_1(-\kappa_1 T_1 + \tau_1 B_1), \qquad B_1' = -\mu_1\tau_1 N_1, \tag{2.10}$$

where $\mu_1 = \|\alpha_C'\|$.

Definition 2.2 $\alpha_1 = \frac{T_1+N_1}{\sqrt{2}}$ (2.11) regular curve obtained from the tangent and principal normal vectors of the C −pedal curve when taken as position vectors is called the T_1N_1 −Smarandache curve.

Theorem 2.3 The Frenet vectors of the T_1N_1 −Smarandache curve are donated as T_{α_1}, N_{α_1} and B_{α_1}. These vectors are written as

$$T_{\alpha_1} = \frac{-\kappa_1 T_1+\kappa_1 N_1+\tau_1 B_1}{\sqrt{2\kappa_1{}^2+\tau_1{}^2}},$$

$$N_{\alpha_1} = B_{\alpha_1} \wedge T_{\alpha_1},$$

$$B_{\alpha_1} = \frac{-(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_2)T_1+(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_1)N_1-(\kappa_1 x_2+\kappa_1 x_1)B_1}{\sqrt{(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_2)^2+(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_1)^2+(\kappa_1 x_2+\kappa_1 x_1)^2}}.$$

where $x_1 = -\frac{\mu_1^2+\kappa_1^2+(\mu_1\kappa_1)'}{\sqrt{2}}$, $x_2 = \frac{(\mu_1\kappa_1)'-\mu_1^2(\tau_1^2+\kappa_1^2)}{\sqrt{2}}$, $x_3 = \frac{\mu_1^2\kappa_1\tau_1+(\mu_1\tau_1)'}{\sqrt{2}}$.

Proof: By take the derivative of Eq.(2.11) and considering Eq. (2.10)

$$\alpha_1' = \frac{\mu_1(-\kappa_1 T_1+\kappa_1 N_1+\tau_1 B_1)}{\sqrt{2}}, \tag{2.12}$$

$$\alpha_1'' = x_1 T_1 + x_2 N_1 + x_3 B_1, \tag{2.13}$$

$$\alpha_1''' = (x_1' - \mu_1\kappa_1 x_2)T_1 + (x_2' - \mu_1\kappa_1 - \mu_1 x_3)N_1 + (x_3' + \mu_1\tau_1 x_2)B_1, \tag{2.14}$$

$$\alpha_1' \wedge \alpha_1'' = -\frac{\mu_1(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_2)}{\sqrt{2}}T_1 + \frac{\mu_1(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_1)}{\sqrt{2}}N_1 + \frac{\mu_1(\kappa_1 x_2+\kappa_1 x_1)}{\sqrt{2}}B_1, \tag{2.15}$$

$$det(\alpha_1', \alpha_1'', \alpha_1''') = \frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1)(x_2' + \mu_1\kappa_1 - \mu_1 x_3)\\ -(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2)(x_1' - \mu_1\kappa_1 x_2)\\ -(\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1)(x_3' + \mu_1\tau_1 x_2)\end{pmatrix}, \tag{2.16}$$

$$\|\alpha_1'\| = \frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\sqrt{2\kappa_1^2 + \tau_1^2}, \tag{2.17}$$

$$\|\alpha_1' \wedge \alpha_1''\| = \frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_2)^2 + (\kappa_1 x_3 + \tau_1 x_1)^2 + (\kappa_1 x_2 + \kappa_1 x_1)^2}. \tag{2.18}$$

By Eq.(2.12),(2.15),(2.17),(2.18) are substituting in Eq.(1.1), Frenet vectors of T_1N_1 −Smarandache curve are obtained.

Theorem 2.4 Curveture and torsion of T_1N_1 −Smarandache curve are written respectively as κ_{α_1}, τ_{α_1} and calculate as follow:

$$\kappa_{\alpha_1} = \frac{2\sqrt{(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_2)^2+(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_1)^2+(\kappa_1 x_2+\kappa_1 x_1)^2}}{\mu_1^2\left(2\kappa_1^2+\tau_1^2\right)^{3/2}},$$

$$\tau_{\alpha_1} = \frac{\sqrt{2}\left((\kappa_1 x_3+\tau_1 x_1)(x_2'+\mu_1 x_1-\mu_1 x_3)-(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_2)(x_1'-\mu_1\kappa_1 x_2)-(\kappa_1 x_2+\kappa_1 x_1)(x_3'+\mu_1\tau_1 x_2)\right)}{\mu_1((\kappa_1 x_3+\tau_1 x_2)^2+(\kappa_1 x_3+\tau_1 x_1)^2+(\kappa_1 x_2+\kappa_1 x_1)^2)}.$$

Proof: By substituting Eq.(2.16), (2.17) and (2.18) in Eq.(1.2) curvatures can be calculated.

Definition 2.3 $\alpha_2 = \frac{T_1+B_1}{\sqrt{2}}$ (2.19) regular curve obtained from the tangent and binormal normal vectors of the C −pedal curve when taken as position vectors is called the T_1B_1 −Smarandache curve.

Theorem 2.5 The Frenet vectors of the T_1B_1 −Smarandache curve are donated as T_{α_2}, N_{α_2} and B_{α_2}. These vectors are written as

$$T_{\alpha_2} = N_1, \qquad N_{\alpha_2} = \frac{-\kappa_1 T_1+\tau_1 B_1}{\sqrt{\kappa_1^2+\tau_1^2}}, \qquad B_{\alpha_2} = \frac{\tau_1 T_1+\kappa_1 B_1}{\sqrt{\kappa_1^2+\tau_1^2}}.$$

Proof: By take the derivative of Eq.(2.19) and considering Eq. (2.10)

$$\alpha_2' = \frac{\mu_1(\kappa_1-\tau_1)N_1}{\sqrt{2}}, \tag{2.20}$$

$$\alpha_2'' = \frac{-\kappa_1\mu_1^2(\kappa_1-\tau_1)T_1+(\mu_1\kappa_1-\mu_1\tau_1)'N_1+\tau_1\mu_1^2(\kappa_1-\tau_1)B_1}{\sqrt{2}}, \tag{2.21}$$

$$\alpha_2''' = \frac{\begin{array}{l}\left(\left(-\kappa_1\mu_1^2(\kappa_1-\tau_1)\right)'-\kappa_1\mu_1(\mu_1\kappa_1-\mu_1\tau_1)''\right)T_1\\ +\left((\mu_1\kappa_1-\mu_1\tau_1)''-\mu_1^3(\kappa_1-\tau_1)(\kappa_1^2+\tau_1^2)\right)N_1\\ +\left(\left(\tau_1\mu_1^2(\kappa_1-\tau_1)\right)'+\tau_1\mu_1(\mu_1\kappa_1-\mu_1\tau_1)''\right)B_1\end{array}}{\sqrt{2}}, \tag{2.22}$$

$$\alpha_2' \wedge \alpha_2'' = \frac{\mu_1^3(\kappa_1-\tau_1)^2\tau_1 T_1+\mu_1^3(\kappa_1-\tau_1)^2\kappa_1 B_1}{2}, \tag{2.23}$$

$$det\left(\alpha_2', \alpha_2'', \alpha_2'''\right) = \frac{\mu_1^5(\kappa_1-\tau_1)^3\left(\kappa_1\tau_1'-\tau_1\kappa_1'\right)}{2\sqrt{2}}, \tag{2.24}$$

$$\left\|\alpha_2'\right\| = \frac{\mu_1(\kappa_1-\tau_1)}{\sqrt{2}}, \tag{2.25}$$

$$\left\|\alpha_2' \wedge \alpha_2''\right\| = \frac{\mu_1^3(\kappa_1-\tau_1)^2\sqrt{\kappa_1^2+\tau_1^2}}{2}, \tag{2.26}$$

By Eq.(2.20),(2.23),(2.25),(2.26) are substituting in Eq.(1.1), Frenet vectors of T_1B_1 −Smarandache curve are obtained.

Theorem 2.6 Curveture and torsion of T_1N_1 −Smarandache curve are written respectively as κ_{α_2}, τ_{α_2} and calculate as follow:

$$\kappa_{\alpha_2}=\frac{\sqrt{2\kappa_1^2+2\tau_1^2}}{(\kappa_1-\tau_1)},\quad \tau_{\alpha_2}=\frac{\sqrt{2}(\kappa_1\tau_1'-\tau_1\kappa_1')}{\mu_1(\kappa_1-\tau_1)(\kappa_1^2+\tau_1^2)}.$$

Proof: By substituting Eq.(2.24), (2.25) and (2.26) in Eq.(1.2) curvatures can be calculated.

Definition 2.4 $\alpha_3=\frac{N_1+B_1}{\sqrt{2}}$ (2.27) regular curve obtained from principal normal and binormal normal vectors of the C −pedal curve when taken as position vectors is called the N_1B_1 −Smarandache curve.

Theorem 2.7 The Frenet vectors of the T_1B_1 −Smarandache curve are donated as T_{α_3}, N_{α_3} and B_{α_3}. These vectors are written as

$$T_{\alpha_3}=\frac{-\kappa_1T_1-\tau_1N_1+\tau_1B_1}{\sqrt{\kappa_1^2+2\tau_1^2}},\ N_{\alpha_3}=B_{\alpha_3}\wedge T_{\alpha_3},\ B_{\alpha_3}=\frac{-(\tau_1y_3+\tau_1y_2)T_1+(\kappa_1y_3+\tau_1y_1)N_1+(\tau_1y_1-\kappa_1y_2)B_1}{\sqrt{(\tau_1y_3+\tau_1y_2)^2+(\kappa_1y_3+\tau_1y_1)^2+(\tau_1y_1-\kappa_1y_2)^2}}.$$

where $y_1=\frac{\mu_1^2\tau_1\kappa_1-(\mu_1\kappa_1)'}{\sqrt{2}}$, $y_2=-\frac{\mu_1^2(\kappa_1^2+\tau_1^2)+(\mu_1\tau_1)'}{\sqrt{2}}$, $y_3=\frac{(\mu_1\tau_1)'-\mu_1^2\tau_1^2}{\sqrt{2}}$.

Proof: By take the derivative of Eq.(2.27) and considering Eq. (2.10)

$$\alpha_3'=\frac{\mu_1(-\kappa_1T_1-\tau_1N_1+\tau_1B_1)}{\sqrt{2}}, \tag{2.28}$$

$$\alpha_3''=y_1T_1+y_2N_1+y_3B_1, \tag{2.29}$$

$$\alpha_3'''=(y_1'-\mu_1y_2\kappa_1)T_1+(y_2'+\mu_1y_1\kappa_1-\mu_1y_3\tau_1)N_1+(y_3'+\mu_1y_2\tau_1)B_1, \tag{2.30}$$

$$\alpha_3'\wedge\alpha_3''=\frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\left((-(\tau_1y_3+\tau_1y_2)T_1+(\kappa_1y_3+\tau_1y_1)N_1+(\tau_1y_1-\kappa_1y_2)B_1)\right), \tag{2.31}$$

$$det(\alpha_3',\alpha_3'',\alpha_3''')=\frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\begin{pmatrix}(\tau_1y_1-\kappa_1y_2)(y_3'+\mu_1y_2\tau_1)-(\tau_1y_3+\tau_1y_2)(y_1'-\mu_1y_2\kappa_1)\\+(y_1'-\mu_1y_2\kappa_1)(y_2'+\mu_1y_1\kappa_1-\mu_1y_3\tau_1)\end{pmatrix}, \tag{2.32}$$

$$\|\alpha_3'\|=\frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\sqrt{\kappa_1^2+2\tau_1^2}, \tag{2.33}$$

$$\|\alpha_3'\wedge\alpha_3''\|=\frac{\mu_1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\tau_1y_3+\tau_1y_2)^2+(\kappa_1y_3+\tau_1y_1)^2+(\tau_1y_1-\kappa_1y_2)^2}. \tag{2.34}$$

By Eq.(2.28),(2.31),(2.33),(2.34) are substituting in Eq.(1.1), Frenet vectors of T_1B_1 −Smarandache curve are obtained.

Theorem 2.6 Curveture and torsion of N_1B_1 −Smarandache curve are written respectively as κ_{α_3}, τ_{α_3} and calculate as follow:

$$\kappa_{\alpha_3} = \frac{2\sqrt{(\tau_1 y_3+\tau_1 y_2)^2+(\kappa_1 y_3+\tau_1 y_1)^2+(\tau_1 y_1-\kappa_1 y_2)^2}}{\mu_1^2(\kappa_1^2+2\tau_1^2)\sqrt{\kappa_1^2+2\tau_1^2}},$$

$$\tau_{\alpha_3} = \frac{\sqrt{2}\begin{pmatrix}(\tau_1 y_1-\kappa_1 y_2)(y_3'+\mu_1 y_2\tau_1)-(\tau_1 y_3+\tau_1 y_2)(y_1'-\mu_1 y_2\kappa_1)\\+(y_1'-\mu_1 y_2\kappa_1)(y_2'+\mu_1 y_1\kappa_1-\mu_1 y_3\tau_1)\end{pmatrix}}{\mu_1((\tau_1 y_3+\tau_1 y_2)^2+(\kappa_1 y_3+\tau_1 y_1)^2+(\tau_1 y_1-\kappa_1 y_2)^2)}.$$

Proof: By substituting Eq.(2.32), (2.33) and (2.34) in Eq.(1.2) curvatures can be calculated.

Definition 2.5 $\alpha_4 = \frac{T_1+N_1+B_1}{\sqrt{3}}$ (2.35) regular curve obtained from principal normal, tangent and binormal normal vectors of the C −pedal curve when taken as position vectors is called the $T_1N_1B_1$ −Smarandache curve.

Theorem 2.9 The Frenet vectors of the $T_1N_1B_1$ −Smarandache curve are donated as T_{α_4}, N_{α_4} and B_{α_4}. These vectors are written as

$$T_{\alpha_4} = \frac{-\kappa_1 T_1+(\kappa_1-\tau_1)N_1+\tau_1 B_1}{\sqrt{2\kappa_1^2-2\kappa_1\tau_1+2\tau_1^2}},$$

$$N_{\alpha_4} = B_{\alpha_4} \wedge T_{\alpha_4},$$

$$B_{\alpha_4} = \frac{(z_3\kappa_1-z_3\tau_1-\tau_1 z_2)T_1+(\tau_1 z_1+\kappa_1 z_3)N_1-(\kappa_1 z_1-\tau_1 z_1+\kappa_1 z_2)B_1}{\sqrt{(z_3\kappa_1-z_3\tau_1-\tau_1 z_2)^2+(\tau_1 z_1+\kappa_1 z_3)^2+(\kappa_1 z_1-\tau_1 z_1+\kappa_1 z_2)^2}}.$$

where $z_1 = -\frac{(\mu_1\kappa_1)'+\mu_1^2\kappa_1(\kappa_1-\tau_1)}{\sqrt{3}}$, $z_2 = \frac{(\mu_1\kappa_1-\mu_1\tau_1)'-\mu_1^2(\kappa_1^2+\tau_1^2)}{\sqrt{3}}$, $z_3 = \frac{(\mu_1\tau_1)'+\mu_1^2\tau_1(\kappa_1-\tau_1)}{\sqrt{3}}$.

Proof: By take the derivative of Eq.(2.35) and considering Eq. (2.10)

$$\alpha_4' = \frac{\mu_1(-\kappa_1 T_1+(\kappa_1-\tau_1)N_1+\tau_1 B_1)}{\sqrt{3}}, \tag{2.36}$$

$$\alpha_4'' = z_1 T_1 + z_2 N_1 + z_3 B_1, \tag{2.37}$$

$$\alpha_4''' = (z_1' - z_2\mu_1\kappa_1)T_1 + (z_2' + z_1\mu_1\kappa_1 - z_3\mu_1\tau_1)N_1 + (z_3' + z_2\mu_1\tau_1), \tag{2.38}$$

$$\alpha_4' \wedge \alpha_4'' = \frac{\mu_1}{\sqrt{3}}((z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)T_1 + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)N_1 - (\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)B_1), \tag{2.39}$$

$$det(\alpha_4', \alpha_4'', \alpha_4''') = \frac{\mu_1}{\sqrt{3}}\begin{pmatrix}(z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)(z_1' - z_2\mu_1\kappa_1) + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)(z_2' + z_1\mu_1\kappa_1 - z_3\mu_1\tau_1)\\-(\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)(z_3' + z_2\mu_1\tau_1)\end{pmatrix}, \tag{2.40}$$

$$\|\alpha_4'\| = \frac{\sqrt{6}\mu_1}{3}\sqrt{\kappa_1^2 - \kappa_1\tau_1 + \tau_1^2}, \tag{2.41}$$

$$\left\|\alpha_4^{'} \wedge \alpha_4^{''}\right\| = \frac{\mu_1}{\sqrt{3}}\sqrt{(z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)^2 + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)^2 + (\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)^2}. \quad (2.42)$$

By Eq.(2.36),(2.39),(2.41),(2.42) are substituting in Eq.(1.1), Frenet vectors of $T_1N_1B_1$ −Smarandache curve are obtained.

Theorem 2.10 Curveture and torsion of $T_1N_1B_1$ −Smarandache curve are written respectively as κ_{α_4}, τ_{α_4} and calculate as follow:

$$\kappa_{\alpha_4} = \frac{3\sqrt{2}\sqrt{\left(z_3\kappa_1 - \tau_1(z_3+z_2)\right)^2 + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)^2 + (\kappa_1(z_1+z_2) - \tau_1 z_1)^2}}{4\mu_1^2(\kappa_1^2 - \kappa_1\tau_1 + \tau_1^2)\sqrt{\kappa_1^2 - \kappa_1\tau_1 + \tau_1^2}},$$

$$\tau_{\alpha_4} = \frac{\sqrt{3}\begin{pmatrix}(z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)(z_1^{'} - z_2\mu_1\kappa_1) + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)(z_2^{'} + z_1\mu_1\kappa_1 - z_3\mu_1\tau_1) \\ -(\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)(z_3^{'} + z_2\mu\tau_1)\end{pmatrix}}{\mu_1((z_3\kappa_1 - z_3\tau_1 - \tau_1 z_2)^2 + (\tau_1 z_1 + \kappa_1 z_3)^2 + (\kappa_1 z_1 - \tau_1 z_1 + \kappa_1 z_2)^2)}.$$

Proof: By substituting Eq.(2.40), (2.41) and (2.42) in Eq.(1.2) curvatures can be calculated.

REFERENCES

[1] A.T. Ali, Special Smarandache Curves in the Euclidean Space, International Journal of MathematicalCombinatorics vol. 2, pp. 30-36, 2010.

[2] A. Gray, E. Abbena and S. Salamon, Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica, Chapman and Hall/CRC: Boca Raton, FL, USA, 2016.

[3] A.Y. Ceylan, M. Kara, On Pedal and Contrapedal Curves of Bezier Curves, Konuralp Journal of Mathematics, 9 (2), 217-221, 2021.

[4] D. Canlı, S. Şenyurt, F. E. Kaya, L. Grilli, The Pedal Curves Generated by Alternative Frame Vectors and Their Smarandache Curves, Symmetry,*16*(8),1012; 2024, doi:10.3390/sym16081012.

[5] E. As, A. Sarioğlugil, (2015). On the Pedal Surfaces of 2-d Surfaces with the Constant Support Function in E^4, Pure Mathematical Sciences, 4(3), 105 – 120, 2015.

[6] M. P. do Carmo, Differential Geometry of Curves and Surfaces, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1976.

[7] M. Turgut, S. Yılmaz, Smarandache Curves in Minkowski Space-Time, International J. Math. Combin.,vol. 3, pp. 51--55, 2008.

[8] N. Kuruoğlu, A, Sarıoğlugil, On the characteristic properties of the a-Pedal surfaces in the euclidean space E3. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A1 Mathematics and Statistics, 42, 19-25, 1993.

[9] O.O. Tuncer, İ. Gök, F. N. Ekmekci, Notes on pedal and contrapedal curves of fronts in the Euclidean plane, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 41(13), 5096–5111, 2018.

[10] S. Şenyurt, F.E. Kaya, D. Canlı, Pedal curves obtained from Frenet vector of a space curve and Smarandache curves belonging to these curves, AIMS Mathematics, 9(8), 20136-20162, 2024, doi: 10.3934/math.2024981.

[11] S. Şenyurt, S. Sivas, An Application of Smarandache Curve, Ordu University Journal of Science and Tecnology, vol. 3, no. 1, pp. 46-60, 2013.

[12] Y. Li, Donghe Pei, Pedal curves of fronts in the sphere, Journal of Nonlinear Sciences and Applications, 9(3),836—844, 2016.
[13] Y. Li, Pei D., Pedal curves of frontals in the Euclidean plane, Math *Meth Appl Sci*., 2018, 1-10.

[14] Y. Li, O. Oğulcan Tuncer, On (contra)pedals and (anti)orthotomics of frontals in de Sitter 2-space, Mathematical Methods in the Applied Sciences, 46(9)**,**11157-11171, (2023).

[15] W. Fenchel, On the differential geometry of closed space curves, Bull. Am. Math. Soc., 57(1.P1),44-54, 1951.

PHYTOCHEMICAL CONTENT ANALYSIS OF ETHANOL EXTRACTS OF LEAVES OF *Rubus sanctus* SPECIES BY LC-MS/MS

Ismail YENER
Dicle University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-0988-9462
Abdulselam ERTAŞ
Dicle University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Diyarbakır, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2193-8386

ABSTRACT

It is well known that medicinal plants have been used by humans for a very long period. The first studies on the *Rubus* genus, which belongs to the Rosaceae family, date back to 8000 BC. The genus *Rubus* consists of 900-1000 species worldwide, the most important of which are blackberries and raspberries. The *Rubus* genus consists of species that are mostly perennial, a few annual, herbaceous or woody, and some have thorny stems. *Rubus saxatilis, R. idaeus, R. caesius, R. sanctus, R. discolor, R. canescens, R. tereticaulis, R. hirtus*, and *R. caucasicus* are the nine species of Rubus that have been reported to exist in Turkey. In this study, ethanol extracts of leaves of *R. sanctus* species of the *Rubus* genus were prepared using the maceration technique. Phytochemical content analysis of the prepared extract was carried out by LC-MS/MS. According to LC-MS/MS analysis results, the main components were determined as ellagic acid (25.755 mg analyte/g extract), miquelianin (20.470 mg analyte/g extract) and quinic acid (11.844 mg analyte/g extract). As a result, it can be said that the species can be a natural resource in the functional food and pharmaceutical industry due to its rich chemical content.

Keywords: *R. sanctus*, Ellagic acid, LC-MS/MS

1.INTRODUCTION

Long before recorded history, humans began utilizing the natural resources provided by plants. Through centuries of accumulated experience, they turned to local resources, developing and sustaining ethnobotanical and ethnopharmacological systems. Ethnobotany and ethnopharmacology aim to document the multifaceted relationships between plants and human cultures by examining how indigenous communities use, evaluate, and interpret medicinal and aromatic plants. Throughout this process, spanning food, traditional medicine, clothing, shelter, rituals, and cosmetic products, people have gathered knowledge about plants with notable health effects, and with the advancement of technical sciences, this knowledge has paved the way for new discoveries (Tirillini, 2023; Chaachouay et al., 2023; Osmanoglu, 2024). In recent

years, the increasing number of scientific studies on plants has led to remarkable developments, uncovering previously unknown medicinal properties of plants that have been known for centuries. Over the last century, traditional methods in plant research have gradually been replaced by more detailed scientific approaches. These studies focus on a comprehensive examination of the phytochemical structures and biological effects of plants. Due to the broad spectrum of activity and extensive use of medicinal and aromatic plants in various fields, there is a growing demand in pharmaceutical, food, and nutritional sciences to obtain knowledge about their biological activities and phytochemical contents (Tirillini, 2023; Chaachouay et al., 2023; Osmanoglu, 2024). humans have benefited from medicinal plants since ancient times. This practice began with the observation of wounded animals attempting to heal themselves using the plants around them (Bozyel et al., 2019). Archaeological studies have uncovered evidence dating back to 8000 BC related to the genus *Rubus* species of the Rosaceae family (Zengin et al., 2019). The genus *Rubus* comprises approximately 900–1000 species worldwide, among which the most significant fruits are blackberries and raspberries (Ryu et al., 2018). The genus *Rubus* consists of mostly perennial, a few annual, herbaceous or woody species, some of which are thorny and possess climbing stems. It has been reported that Turkey hosts a total of nine *Rubus* species, namely *Rubus saxatilis* L., *R. idaeus* L., *R. caesius* L., *R. sanctus* Schreber, *R. discolor* Weihe & Nees, *R. canescens* DC., *R. tereticaulis* P.J. Mueller, *R. hirtus* Waldst. Kit., and *R. caucasicus* L. (Yıldız and Cüneyt, 2018). The genus *Rubus* species, commonly referred to as brambles or shrubs, is native to six continents. It is found in diverse habitats, ranging from mountain peaks to coastal regions at sea level (Hummer, 2010). *Rubus* species are commonly used in traditional medicine due to their widespread distribution across the world (Akkol et al., 2015).

Rubus species (Rosaceae), including *Rubus amabilis*, *Rubus niveus* Thunb., and *Rubus sachalinensis*, are frequently used in traditional Chinese herbal medicine. These plants contain a diverse array of bioactive compounds, such as polyphenolics, flavanols, flavonoid glycosides, pregnane glycosides, lignan glycosides, triterpene glucosyl esters, alkanols, anthocyanins, lignans, and tannins (Tadesse et al., 2007; Caidan et al., 2015). Pharmacological studies have demonstrated that *Rubus*-based medicinal preparations exhibit multiple therapeutic properties, functioning as radical scavengers (Rahimi et al., 2005; Caidan et al., 2015), anti-inflammatory agents, anticonvulsants, muscle relaxants, antimicrobials, antiphlogistics, analgesics, detoxifying agents, and antitumor therapeutics (George et al., 1014; Caidan et al., 2015). Especially the fruits of *R. sanctus* species contain abundant phenolic compounds such as

phenolic acids, flavonoids and anthocyanins. It is also a rich source of antioxidants such as vitamin A and vitamin C (Ishkeh et al., 2021).

In this study, ethanol extracts of leaves of *R. sanctus* species of the *Rubus* genus were prepared using the maceration technique. Phytochemical content analysis of the prepared extract was carried out by LC-MS/MS. According to LC-MS/MS analysis results, the main components were determined as ellagic acid, miquelianin and quinic acid. As a result, it can be said that the species can be a natural resource in the functional food and pharmaceutical industry due to its rich chemical content.

2.MATERIAL AND METHODS

2.1.Preparation of the extract

The root and aerial parts of *Rubus sanctus* Schreber were collected from Genç/Bingöl, in October 2023 when the plant was in flower, dried in the shade and then powdered and used. The 100 g of air-dried and powdered leaf part of the *R. sanctus* (RSL) were used to make the ethanol extract. Moreover, the 10 g of leaf part of *R. sanctus* were macerated 3 times with 50 mL of ethanol for 24 hours. The appropriate concentrations of the extracts obtained by mesaration technique were prepared and phytochemical analysis was performed by LC-MS/MS (Yilmaz et al., 2020; Ertas and Yener, 2020).

2.2.LC-MS/MS and GC-MS conditions for phytochemical compounds

The quantification of phenolic and flavonoid compounds in the extracts was performed using LC-MS/MS (Shimadzu LCMS-8040 triple quadrupole mass spectrometer). A total of fifty-three phytochemicals belonging to phenolic and flavonoid classes were identified in the leaf extract of *Rubus sanctus* using an ethanol solvent. The analysis was carried out employing an LC-MS/MS method that had been previously developed and validated by our research team (Yilmaz et al., 2020; Ertas and Yener, 2020).

3.RESULTS AND DISCUSSION

3.1.Quantitative analysis of phytochemical compounds by LC-MS/MS

An LC-MS/MS system was employed for the quantitative analysis of 53 phenolic and flavonoid compounds (Yilmaz, 2020). In this study, the ethanol extract of the leaf part of *R. sanctus* was prepared. LC-MS/MS analysis of the ethanol extract from the leaf part of *R. sanctus* led to the quantitative determination of 53 phytochemical compounds, and the major components of the species were identified as ellagic acid (25.755 mg analyte/g extract), miquelianin (20.470 mg analyte/g extract), and quinic acid (11.844 mg analyte/g extract) (Table 1 and Fig. 2).

Table 1. Quantification of phytochemical compounds by LC-MS/MS

No	Analytes	RSL	No	Analytes	RSL
1	Quinic acid	**11.844**	29	Salicylic acid	0.442
2	Fumaric aid	nd	30	Cyranoside	nd
3	Aconitic acid	nd	31	Miquelianin	**20.47**
4	Gallic acid	0.352	32	Rutin-D3-IS	IS
5	Epigallocatechin	nd	33	Rutin	nd
6	Protocatechuic acid	0.553	34	Isoquercitrin	10.069
7	Catechin	nd	35	Hesperidin	nd
8	Gentisic acid	nd	36	*o*-Coumaric acid	nd
9	Chlorogenic acid	1.023	37	Genistin	nd
10	Protocatechuic aldehyde	1.075	38	Rosmarinic acid	nd
11	Tannic acid	nd	39	Ellagic acid	**25.755**
12	Epigallocatechin gallate	nd	40	Cosmosiin	nd
13	Cynarin	nd	41	Quercitrin	0.214
14	4-OH Benzoic acid	nd	42	Astragalin	9.106
15	Epicatechin	4.654	43	Nicotiflorin	nd
16	Vanilic acid	nd	44	Fisetin	nd
17	Caffeic acid	2.028	45	Daidzein	nd
18	Syringic acid	nd	46	Quercetin-D3-IS	IS
19	Vanillin	nd	47	Quercetin	0.500
20	Syringic aldehyde	nd	48	Naringenin	0.019
21	Daidzin	nd	49	Hesperetin	nd
22	Epicatechin gallate	nd	50	Luteolin	0.008
23	Piceid	nd	51	Genistein	nd
24	*p*-Coumaric acid	nd	52	Kaempferol	0.133
25	Ferulic acid-D3-IS	IS	53	Apigenin	0.007
26	Ferulic acid	nd	54	Amentoflavone	nd
27	Sinapic acid	nd	55	Chrysin	0.048
28	Coumarin	nd	56	Acacetin	0.007

RSL: leaf part of *R. sanctus*, IS: Internal standard, nd: not dedected

3.2.Therapeutic properties of the main components of the study in short summary

Ellagic acid*:* In recent years, ellagic acid (EA) has attracted significant interest due to its notable antioxidant (Devipriya et al., 2007), anti-inflammatory (Rogerio et al., 2008), antimutagenic, and antiproliferative properties, as well as its therapeutic potential in the treatment of various human diseases. Numerous studies have demonstrated that EA may modulate various cellular signaling pathways, thereby preventing, alleviating, or slowing the progression of chronic diseases, including cardiovascular disorders (Sharifi-Rad et al., 2022).

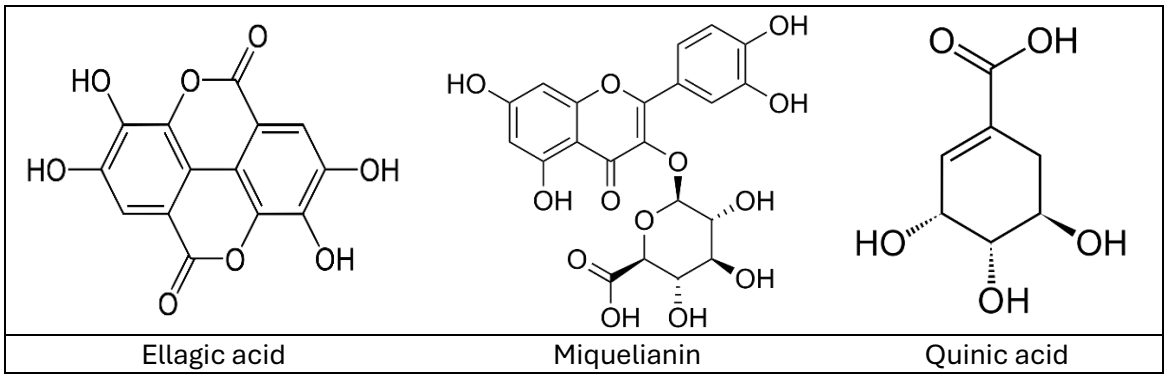


Fig 1. Main components detected from the studied species

Miquelianin (quercetin 3-O-glucuronide) is a bioactive flavonoid derivative and a major phase-II metabolite of quercetin. Miquelianin exhibits various biological activities. Additionally, Miquelianin is also a quercetin metabolite in rat plasma (Moon et al.,2001). It demonstrates antioxidant effects in human plasma (Terao et al., 2001). In vitro studies demonstrate that miquelianin is capable of crossing the blood-brain barrier following intestinal absorption (Terao et al., 2001; Moon et al.,2001).

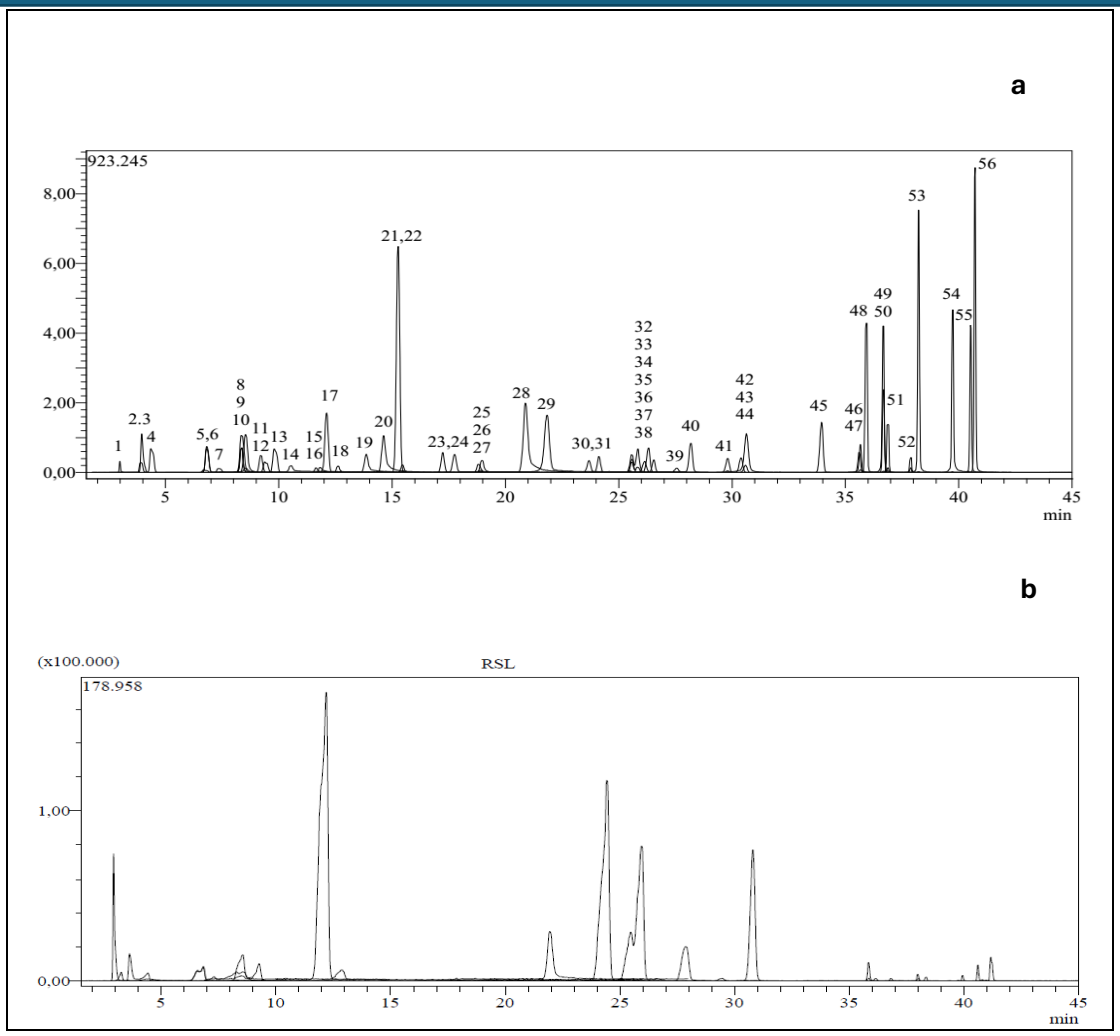


Fig. 2. LC-MS/MS chromatograms **a**: TIC chromatogram of standard chemicals analysed by LC-MS/MS method. **b**: LC-MS/MS chromatogram of the leaf part of *R. sanctus* species.

Acknowledgments

For the LC-MS/MS analyses and identification of plant material in this study, the author is grateful to Mustafa Abdullah Yilmaz

CONCLUSIONS

The ethanol extracts of the leaf parts of the R. sanctus species were prepared, and it was aimed to determine their phytochemical content by LC-MS/MS. According to the LC-MS/MS analysis results of the R. sanctus species, the major components in its leaf parts were identified as epicatechin, ellagic acid, and miquelianin. Furthermore, it was concluded that this species could be a good source for these compounds, which were determined as its major constituents. In light of the LC-MS/MS results obtained, it can be stated that the fruit is edible, and the leaf parts of the species can be used as herbal tea, while due to their high phytochemical content, they may have potential for use in functional foods and the pharmaceutical industry.

REFERENCES

Akkol E.K., Süntar I., Ilhan M., Aras E. (2015). *In vitro* enzyme inhibitory effects of *Rubus sanctus* Schreber and its active metabolite as a function of wound healing activity. Journal of Herbal Medicine 5, 207-210. https://doi.org/10.1016/j.hermed.2015.09.002

Bozyel M., Bozyel, E.M., Canli K., Altuner E. (2019). Anticancer uses of medicinal plants in Turkish traditional medicine. *Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Agriculture and Nature* 22, 465-484. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.550334

Caidan R., Cairang L., Pengcuo J., Tong L. (2015). Comparison of compounds of three *Rubus* species and their antioxidant activity. Drug Discoveries and Therapeutics 9, 391-396.

Chaachouay N., Azeroual A., Zidane L. (2023). Ethnobotany, ethnopharmacology, and traditional uses of medicinal and aromatic plants. 1 st ed. *In Ethnobotany and Ethnopharmacology of Medicinal and Aromatic Plants* 79-88.

Devipriya N., Srinivasan M., Sudheer A.R., Menon V.P. (2008). Effect of ellagic acid, a natural polyphenol, on alcohol-induced prooxidant and antioxidant imbalance: A drug dose dependent study. *Singapore Medical Journal* 48, 311–318.

Ercan L., Dogru M. (2022). Antioxidant and antimicrobial capacity of quinic acid. *Bitlis Eren University Journal of Science* 11, 1018-1025. https://doi.org/10.17798/bitlisfen.1167047

Ertas A., Yener I. (2020). A comprehensive study on chemical and biological profiles of three herbal teas in Anatolia; rosmarinic and chlorogenic acids. *South African Journal of Botany* 130, 274-281. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.01.008

George B.P., Parimelazhagan T., Sajeesh T., Saravanan S. (2014). Antitumor and wound healing properties of *Rubus niveus* Thunb. root. *Journal Environ Pathol Toxicol Oncol* 33, 145-158.

Hummer K.E. (2010). *Rubus* pharmacology: Antiquity to the present. *Hort Science*, 45, 1587-1591. https://doi.org/10.21273/hortsci.45.11.1587

Ishkeh S.R., Shirzad H., Asghari M., Alirezalu A., Pateiro M., Lorenzo J.M. (2021). Effect of chitosan nanoemulsion on enhancing the phytochemical contents, health-promoting components, and shelf life of raspberry (*Rubus sanctus* Schreber). *Applied Sciences* 11, 2224. https://doi.org/10.3390/app11052224

Moon, J. H.; Tsushida, T.; Nakahara, K.; Terao, J. (2001). "Identification of quercetin 3-O-β-D-glucuronide as an antioxidative metabolite in rat plasma after oral administration of quercetin. *Free Radical Biology and Medicine* 30, 1274–1285. https://doi.org/10.1016/S0891-5849(01)00522-6

Osmanoğlu E.H. (2024). Determination of antidiabetic properties of extracts prepared in ethanol solvent of *Salvia multicaulis* Vahl. and *Mentha longifolia* (L.) L. subsp *typhoides* (Briq.) Harley species collected from different localities. Master's Thesis, Dicle University Institute of Health Sciences. Diyarbakır, Türkiye.

Rahimi R., Nikfar S., Larijani B., Abdollahi M. (2005). A review on the role of antioxidants in the management of diabetes and its complications. *Biomed Pharmacother* 59, 365- 373.

Rogerio A.P., Fontanari C., Borducchi E., Keller, A.C., Russo M, Soares E.G., Albuquerque D.A., Faccioli L.H. (2008). Anti-inflammatory effects of *Lafoensia pacari* and ellagic acid in a murine model of asthma. European Journal of Pharmacology 580, 262–270. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2007.10.034

Ryu J., Kim W.J., Im J., Kim S.H., Lee K.S., Jo H.J., Kim E.Y., Kang S.Y., Lee J.H., Ha B.K. (2018). Genotyping-by-sequencing based single nucleotide polymorphisms enabled Kompetitive Allele Specific PCR marker development in mutant *Rubus* genotypes. *Electronic Journal of Biotechnology*, 35, 57-62. https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2018.08.001

Sharifi-Rad J., Quispe C., Castillo C.M.S., Caroca R., Lazo-Velez M.A., Antonyak H., Polishchuk A., Lysiuk R., Oliinyk P., De Masi L., Bontempo P., Martorell M., Durna Dastan S., Rigano D., Wink M., Cho W.C. (2022). Retracted: Ellagic acid: A Review on its natural sources, chemical stability, and therapeutic potential. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2024, 848084. https://doi.org/10.1155/2022/3848084

Tadesse S, Asres K, Veeresham C. (2007). Antioxidant activities of three *Rubus* species growing in Ethiopia. *Ethiopian Pharmaceutical Journal* 25, 103-110

Terao J., Yamaguchi S., Shirai M., Miyoshi M., Moon J.H., Oshima S., Inakuma T., Tsushida T., Kato Y. (2001). Protection by quercetin and quercetin 3-O-β-D-glucuronide of peroxynitrite-induced antioxidant consumption in human plasma low-density lipoprotein. Free Radical Research 35, 925–931. https://doi.org/10.1080/10715760100301421

Tirillini B. (2023). Special issue on medicinal and aromatic plants: Pharmacy, food and nutrition. *Applied Sciences* 13, 11152.

Yıldız C., Cüneyt A.K.I. (2018). Determination of the effects of *Prunus spinosa* L. and *Rubus sanctus* Schreb. leaves extract on the total protein amount and peroxidase activity in *Capsicum annuum* L. varieties. *Journal of Awareness* 3, 609-616. https://doi.org/10.26809/joa.2018548673

Yilmaz M.A. (2020). Simultaneous quantitative screening of 53 phytochemicals in 33 species of medicinal and aromatic plants: A detailed, robust and comprehensive LC–MS/MS method validation. *Industrial Crops and Products* 149, 112347. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112347

Zengin G., Ferrante C., Senkardes I., Gevrenova R., Zheleva-Dimitrova D., Menghini L., Orlando G., Recinella L., Chiavaroli A., Leone S., Brunetti L., Ricot-Allain C.M.N., Rengasamy K.R.R., Mahomoodally M.F. (2019). Multidirectional biological investigation and phytochemical profile of *Rubus sanctus* and *Rubus ibericus*. *Food and Chemical Toxicology* 127, 237-250. https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.03.041

ENDÜSTRİ MİRAS ALANLARININ ANLAMI VE İŞEVLENDİRİLMELERİ ÜZERİNDEN İNCELENMESİ

Mehtapnur BAYRAK
Ministry of Culture and Tourism, Izmir Surveying and Monuments Directorate,Bornova, 35100, İzmir
ORCID: 0009-0000-3139-5832
Prof. Dr. Müjgan KARATOSUN
9 Eylül University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, Department of Restoration
ORCID: 0000-0002-5120-077X

ÖZET

Endüstri Devrimi'nin temsilcileri olan endüstri alanları ve yapıları, mimarlığın o zamana kadar gelen anlam üretme görevini değiştirmiş ve sadece işlev odaklı amaç güden yapılar olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle teknoloji ve mimari başta olmak üzere hayatın her alanında köklü değişimlerin en hızlı yaşandığı, 19. yüzyıl, ile 20. yüzyıl ikinci yarısına kadar olan ki döneme şahitlik eden bu yapılar bir dönem sonra değişen kent şartlarına ayak uyduramamaları ve üretim kapasitesini karşılamada yetersiz kalmaları gibi sebepler ile atıl duruma düşmüşlerdir. Endüstri Devrimi sonrası değişen anlam arayışları, estetik algı, değerler sistemi ve koruma hassasiyetleri ile bu alanlara bakış açıları değişmiş sahip oldukları potansiyellerin keşfedilmesiyle birer kültürel miras olarak günümüze ulaşmışlardır. Koruma altına alınmış olsalar da yeniden işlevlendirildikleri bazı durumlarda, onları kültürel miras yapan özelliklerinden uzaklaşılabilmekte ve anlamları zayıflamaktadır. Bu çalışmanın yapılmasındaki amaç, bu alanların işlevlendirilmelerinde, sahip oldukları somut özelliklerin ötesinde, sosyolojik, ekonomik, kültürel, kentsel, beşeri ve anı değerleri gibi soyut ve bireysele hitap eden özellikleri ile birlikte çok katmanlı anlamlarının anlaşılmasını sağlamaktır. Bu çerçevede endüstri alanları için anlam kavramı ele alınırken 'nesnel', 'öznel' ve 'somut olmayan' olarak üç kategoride anlam ölçütleri oluşturulmuştur. Alanın özgün işlev ve fiziksel özelliklerinin görünebildiği ve kanıtlanabildiği somut veriler nesnel ölçüt, alanın görünenin ötesinde bireysel algıya ve kişisel deneyimlere hitap edecek veriler öznel ölçüt, bu iki ölçütün bütüncül bir çerçevedeki bir üst ölçekte, daha geniş bir kesime hitap edecek verileri ise somut olmayan ölçüt olarak kabul edilmiştir. Endüstri alanlarının işlevlendirilmeleri ise, 'Değerlendirmek için işlevlendirme', 'Korumak ve Değerlendirmek için işlevlendirme' ve 'Koruma amaçlı /biçimi olarak işlevlendirme' olarak gruplandırılmıştır. Bu gruplandırmada belirlenen işlevlendirme türlerinin, endüstri miras alanlarında yarattığı anlam değişimleri, örnekler üzerinden analiz edilmiştir. Sonuç olarak, endüstri mirasının anlaşılması kapsamında, örnek olarak ele alınan işlevlendirilmeler eleştirel bir çerçeveyle incelenerek bu alanlara en uygun işlevin verilmesinde farkındalık yaratılmasına dair çok yönlü ve bütüncül bir anlayış geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Endüstriyel miras alanları, işlevlendirme, anlam, anlam değişimi

EXAMINATION OF INDUSTRIAL AREAS IN TERMS OF THEIR MEANING AND FUNCTIONALIZATION

ABSTRACT

Industrial areas and structures, which are the representatives of the Industrial Revolution, changed the task of producing the meaning of architecture until that time and emerged as structures that only aimed at function. These buildings, which witnessed the period between the 19th century and the second half of the 20th century, where radical changes were experienced in all areas of life, especially in technology and architecture, became idle after a period due to reasons such as their inability to keep up with the changing urban conditions and their inability to meet the production capacity. Post-Industrial Revolution, changing searches for meaning, aesthetic perceptions, value systems, and preservation sensitivities have changed perspectives on these areas. Their potential has been discovered, and they have reached the present day as cultural heritage. Even though they are under protection, in some cases where they are re-functioned, the features that make them cultural heritage can be lost and their meaning weakened. The purpose of this study is to understand the multifaceted meanings of these areas, going beyond their concrete characteristics, including sociological, economic, cultural, urban, human, and memorial values, which are abstract and appeal to individuals, in their functionalization. In this context, while discussing the concept of meaning for industrial areas, meaning criteria have been created in three categories as 'objective', 'subjective', and 'intangible'. Concrete data demonstrating and proving the original functions and physical characteristics of the area are considered objective criteria; data appealing to individual perception and personal experiences beyond the apparent are considered subjective criteria; data appealing to a wider audience in a higher-level, holistic framework are considered non-concrete criteria. The functionalization of industrial areas is grouped as 'Functionalization for Evaluation', 'Functionalization for Protection and Evaluation' and 'Functionalization for the purpose/form of protection' The changes in meaning created by the functional types determined in this grouping in industrial heritage areas were analyzed through examples. Consequently, within the scope of understanding industrial heritage, the functionalities exemplified are critically examined, aiming to develop a multifaceted and holistic understanding to raise awareness in determining the most appropriate function for these areas.

Keywords: Industrial heritage areas, functionalization, meaning, change of meaning

GİRİŞ

Endüstri Devrimi yapıları, mimarlığın anlam üretme görevini değiştirerek işlev odaklı hale gelmiştir. Bu yapılar, zamanla değişen kent koşullarına ve üretim kapasitesine uyum

sağlayamadıkları için atıl duruma düşmüştür. 1950'lerde bu yapıları koruma fikri ortaya çıkmış ve popülerleşmiştir. Medyanın etkisiyle, endüstriyel yapıların görsel cazibesi artmış ve uluslararası kurumlar tarafından korunmaları sağlanmıştır.

Endüstriyel yapıların kullanımı, özgün işlevlerinden modern tasarımlara kadar birçok değişim geçirmiştir. Bu yapıların korunması ve yeniden işlevlendirilmesi, onlara anlam kazandıran özellikleri öne çıkarmıştır. Nesnel, öznel ve somut olmayan ölçütler doğrultusunda yeniden işlevlendirilen endüstri alanlarının anlam değişimleri örneklerle incelenmiştir.

Sonuç olarak, bu yapıların işlevlerine uygun şekilde yeniden kullanımı, anlamlarını korumak ve güçlendirmek için önemlidir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

1. Endüstri Alanlarının miras alanlarına dönüşümünün anlamsal boyutu

Endüstri mirasının korunması, yapıların değerlerinin tehdit altında olmasıyla başlamıştır. Britanya'nın öncülük ettiği endüstri arkeolojisi, 1955'te Michael Rix tarafından ortaya atılan 'Endüstriyel Arkeoloji' ifadesiyle farkındalık kazanmıştır. Önemli uluslararası belgeler şunlardır:

- 2003: TICCIH - Nizhny Tagil Tüzüğü
- 2011: ICOMOS ve TICCIH - Dublin İlkeleri

Bu düzenlemeler, endüstri miras alanlarının değerlerini koruyarak anlamlarını güçlendirmektedir.

1.Endüstri Miras Alanlarının Anlamı ve ölçütlerinin belirlenmesi

Endüstri alanlarının anlamı, mimarlık ve korumacılık disiplinleri üzerinden nesnel, soyut ve öznel algılarla değerlendirilmiştir. Bu yaklaşımlarla endüstri yapıları, sadece işlevsel değil, aynı zamanda kültürel ve tarihi değerler olarak ele alınmıştır. Anlam felsefesi doğrultusunda, farklı açılardan ve her çeşit ölçütün değerli olabileceği farkındalığıyla analizler yapılmıştır.

1.1.Anlamı oluşturan ölçütlerin belirlenmesi

Endüstri miras alanlarının anlamını belirleyen faktörler, zaman, kullanıcı, anı, kültür ve işlev gibi farklı boyutlar açısından büyük önem taşır. Bu alanların anlamsal analizi için üç temel düzlem belirlenmiştir: mekanın imgelenmesi (imaj, görsellik), mekanın algılanması veya deneyimlenmesi (kişisel etkileşim) ve kolektif etki (bütünsellik) karşılık gelebilecek ölçütler çıkarılmıştır.

- Nesnel ölçüt (imge, görsellik, somut var oluş)
- Öznel ölçüt (bireysel ilişki kurma, algılama, deneyim)
- Somut olmayan ölçüt, (bütünsellik içeren, kollektive ile ilişki kuran soyut değerler)

Bu ölçütler, görsel ögelerin anlaşılması, sembolik ögelerin belirlenmesi ve bu ögelerin hissedilmesine yönelik düşünceler geliştirilmesi amacıyla üç farklı katmanda gruplandırılmıştır. Bu alanların kapsamlı anlaşılması ve korunma yöntemlerinin uygulanması amaçlanmaktadır.

Anlamı oluşturan nesnel ölçütler: Yapısal özelliklerin bir anlam unsuru olarak değerlendirilmesi öznenin ilk ve en güçlü olarak algıladığı görsellik üzerine kurulmuştur. Yapının anlam katmanlarını oluşturan nesne odaklı görsel algıya dayalı özellikler, mimarlığın bir anlam üretme aracı olduğu zamanlarda mesaj ve iletişim aracı olarak ön plana çıkarılmıştır. Zamanla sembolik bir anlam kazanan endüstri alanlarını anlamlı kılan somut etkenlerinin anlaşılması için Göstergebilim, dilbilim, yapısalcılık, art yapısalcılık gibi nesne merkezli yaklaşımlarının sentezi üzerinden nesnel ölçütler belirlenmiştir. Endüstri yapıların göstergeler üzerinden kurduğu iletişimde, nesnel ölçütleri belirleyen unsurlar başlıca şöyle belirlenmiştir.

- Yapı elemanları ve kompozisyonu, yönler ve sınırlar; insanın nesneyi veya mekanı anlamlandırabilmesi için önemli referanslardır. Örneğin, fabrika özgün işlev kurgusunun korunmuş olmasıyla algılanan mekanlar verilebilir.
- Teknik donanımlar, bilgi ve belgeler; günümüzde endüstri alanlarının belirleyici nesnel ölçütlerinden biridir. Teknik donanımların korunmadığı bir endüstri yapısı, sadece estetik bir kabuk olarak kalabilir. Örneğin; fabrikanın teknik donanımlarının nasıl çalıştığını gösteren bilgi, belge ve videolar sunulabilir.
- Malzeme, doku, renk, ışık zamansal somut izler/eskilik; deneyimsel algılamanın ve mekânın atmosferini hissetmenin en önemli araçları olan bu etmenlerin yaşanmışlık algısı veren izleri taşıması ile anlamsal değerleri artmaktadır. Örnek; Eskilik ve yaşanmışlık izleri olan, toz ve pas, kullanımdan kaynaklı iziler.
- Mekân, düzen, ölçek ve kütle; endüstri yapılarının bölüntüsüz iç mekanlar ve farklı mimari ölçekler yaratmalarıyla öne çıkar. Yapının boyutsal durumu, kütlelerin oran ve ölçek algısı, doluluk-boşluk dengesi, görseli, duyusal ve bilişsel olarak önemli ölçütlerdir. Örneğin; yüksek iç hacimler ve ek teknik yapılar bu özellikleri taşır.

Anlamı oluşturan öznel ölçütler: Endüstri miras alanları son dönem mimari akımlar ile insan-yapı arasında etkileşimi süreç içinde çok değişen bir yapı türü olmaya başlamıştır. Endüstri mekanların öznel ölçütleri, iletişim kurduğu kullanıcının duyusal ve deneyimsel algılarına hitap edebilecek potansiyeller olarak değerlendirilmiştir. Bu ölçüt üzerinden anlamın anlaşılmasında fenomenolojik(görüngü bilim) Hermenötik (yorum bilim) gibi anlama kişisel algı ve yorumlamalara dayalı felsefi tabanlı açılımlardan yararlanılmıştır. Kişisel algılamayla o

mekan, yer hakkında duyularımıza hitap edecek görsel, sezgisel, bilişsel ögelerin artması ile mekan kullanım değeri artmaktadır. İnsan mekanı değişimle, kalıcılığıyla, malzemesiyle, hareketiyle, ışığıyla sürekli olarak deneyimlemektedir. (Piran, 2017, s. 37)

Duyular ve bilişsel süreçler bir bütün oluşturarak sadece yüzeysel imgelerle değil; bütün duyuların eşzamanlılığıyla bedensel olarak mekânsal bilincin özünü oluşturmaktadır. (Solak, 2017) Yapının öznel ölçütleri, yapının deneyimlenmesi ile ilgili kişisel duyuları ilgilendirdiğinden bu potansiyeli arttıracak değerler birer öznel ölçüttür. Bu kapsamda, endüstri yapılarını anlamlı kılan nesnel ölçütlerin deneyimlenmesine yönelik olarak ele alınacak olan öznel ölçütleri belirleyen unsurlar şunlardır;

- Ses, koku, kinestetik olgular; nesnel ögelerin öznel etkileşimini sağlayan duyusal iletişim sağlanabildiği önemli öznel ölçütlerdir. Pallasma, görme duyusunun dışında, ses, koku, kinestetik olguların mekânı anlamlandırmada etkin olduğuna işaret etmektedir (Aktaran; Ersal, 2013)(Pallasma, 2005). Bu olgular, fiziksel duyulara hitap etmesiyle nesnel ögeler olarak görünse de fenomenolojiye zemin hazırlamasında etkili deneyimsel duyularla kurulan iletişim araçlarıdır. Örnek; fabrika ile bütünleşen, gürültü, koku, çalışma zorluğu hissettiren imgeler.
- Yerin ruhu, atmosfer; Norberg-Schulz'un 'genius loci' (yerin ruhu) kavramı, mekânın atmosferik ruhunu algılamayı amaçlar. Endüstri alanlarında bu kavram, fiziksel özelliklerin soyut anlam kazanması ve kişisel bağ kurulması ile oluşan etkileşim dinamiği olarak ele alınabilir. Örnek olarak, nostalji hissi sağlayan yaşanmışlıklar, eski izler ve fotoğraflar.
- Çelişkili durumlar ve diyalektik oluşlar, endüstri alanlarında zaman içinde anlamsal kırılmalar yaratır. Bu kırılmalar, mekanın geçirdiği zamanı hissettirir. Örneğin, müzeye dönüştürülmüş bir endüstriyel alanda eski gürültü yerine sessizliğin ve dev teknik donanımların yanında olmanın verdiği his.

Anlamı oluşturan somut olmayan ölçütler: Mimarlık nesnesinde biçim ve anlam ilişkisi, ontolojik olarak real ön yapı ve irreal arka yapı arasındaki bağlantıya dayanır. Nesnenin biçimini belirleyen irreal katmandır. Endüstri alanlarının korunmasında, anlamların anlaşılması için belirlenen yaklaşımlar sonucunda, bu alanlara bütüncül bir bakış ve özün farkındalığı önem kazanmıştır. Bu nedenle, nesnel ve öznel ölçütlerin ötesini kapsayan ve kolektif bir kanı olarak tanımlanan somut olmayan ölçütler belirlenmiştir. Lefebvre'e göre, hiçbir mekân toplumsal bakımdan tarafsız değildir, stratejik ve siyasi anlamlar taşıyan toplumsal bir üründür ve her üretim biçimi kendi mekânını üretmektedir. (G. Solak (2017), endüstri alanlarının yalnızca üretim mekanları olmadığını, toplumsal bellek açısından korunmaları gereken önemli değerler taşıdığını vurgular. Yapının somut olmayan ancak somut öğelerin anlamının analiz edilmesine

katkı sağlayan ve geniş bir kitleye mal olmuş soyut değerleri etkileyen unsurlar başlıca şunlardır:

- Yapının öyküsü; yapının kurulduğu tarihten atıl kaldığı ve tekrar işlevlendirildiği döneme kadar yaşadığı dönüşümleri, topluma ve tarihe katkılarını kapsar. Örnek; Kuruluş öyküsü, tanık olduğu savaşlar, isyanlar, en büyük, ilk kurulan, tek olan gibi ilk olma durumları.
- Toplumsal bellekteki yeri (politik, sosyolojik, kültürel); Endüstriyel yapıların kentsel ölçekte simgesel ve ikonik bir konumu vardır. Bu yapılar, toplumun kültürünü temsil eder, ortak anılarla ilişkilidir ve politik olaylarla bağlantılıdır. Örnek; iş gücü göçü ile değişen toplum yapısı, işçi sendikaları ve grevler.
- Endüstriyel kimlik, Bu alanlar, bir kentin veya bölgenin ekonomik yapısının yanı sıra toplumsal dinamiklerini de şekillendirmesi, iş olanakları yaratması ve yerel ekonomiyi canlandırması aynı zamanda çeşitli sosyal etkileşimlere yol açarak topluluklar arasında güçlü bağlar kurulmasına yardımcı olmasıyla bir kimlik yaratmıştır. Örneğin; kentin fabrika kurulduktan sonra değişen kentleşme estetiği ve toplumsal yaşam tarzı.
- Çevresel etki alanı; yapıldıkları dönem etrafında şehir kurulması gibi büyük çaplı etki alanından, sonradan konumlandığı kentin dinamiklerini, doğasını, insan profilinin yapısını, yaşam tarzlarını değiştirmesi, çevresel etkinin unsurlarıdır. Örnek; kentin fabrika öncesi ve sonrasındaki nüfus değişimi, alt yapı, ulaşım, sosyal donatı gibi modern kentleşmeye olan etkisi.
- Tarihsel etki alanı, tarihsel ve politik olayları yönlendiren bir kavramdır. Endüstri devrimi bu alanların somut örneğidir; savaşlar, işçi hareketleri, isyanlar, göçler, ekonomik krizler ve akımlar üzerinde etkili olmuştur. Bu alanların tarihsel özellikleri, somut gerçekliklerini destekleyen soyut ölçütler olarak değerlendirilir.

Ontolojik bir yaklaşımla değerlendirilen endüstri alanları, nesne-özne-soyut gerçeklik etkileşimi anlamın dönüşümünde en temel faktörlerden biridir. Mevcut alanın anlamını etkileyebilecek unsurların fikir vermesi açısından, genel ve öncelikli olarak etkileyeceği ölçütler tablo halinde gösterilebilir.

Tablo 1. Endüstri Miras alanlarının anlamını etkileyen unsurlar

Endüstri alanları için anlamı etkileyen unsurlar	**Etkileyebileceği anlam ölçütü**
Korunmuşluk durumu	Nesnel, öznel ve somut olmayan ölçüt
Mevcut donanım potansiyeli	Nesnel, öznel ölçüt
Görsel etkisi	Nesnel, öznel ölçüt
Bulunduğu yer ve zaman (kültürel bakış)	Somut olmayan ölçüt
Bellekteki yeri	Somut olmayan ölçüt
Atıl kalması	Nesnel, öznel ve somut olmayan ölçüt
Zaman	Nesnel, öznel ve somut olmayan ölçüt
Kullanıcı profilinin değişmesi	Öznel ve somut olmayan ölçüt
Yeniden kullanılması, İşlevlendirilmesi	Nesnel, öznel ve somut olmayan ölçüt

Tabloyu yorumlayacak olursak, endüstri miras alanlarının anlam ölçütleri iç ve dış faktörlere bağlı olarak değişmiştir. Bu unsurların etkileri şöyle özetlenebilir:

Endüstri miras alanlarının korunmuşluk durumu, atıl kalması, zaman faktörü, yeniden kullanılması ve işlevlendirilmesi, bu alanların anlamını oluşturan nesnel, öznel ve somut olmayan ölçütleri doğrudan etkileyen unsurlardır. Alanın korunmuşluğu fiziksel durumu, içerdiği anlamın algılanması açısından önemlidir. Yapının uzun süre kullanılmaması ya da yeniden işlevlendirilmesi, değişen görüntüsü, kişisel kullanım deneyimini ve alanın toplumsal değerini değiştirdiğinden bu ölçütler üzerinde etkilidir. Zaman faktörü, yapının kullanıcı değişimi ve dönem yaklaşımları ile bu ölçütlerin hepsini etkiler. Endüstri alanlarının mevcut durumu ve potansiyeli endüstriyel estetik etkisini ve kişisel algıyı doğrudan etkiler. Endüstri mirasının bulunduğu yer ve kültürel yapısı, toplumdaki yerini ve dolayısıyla somut olmayan ölçütü etkiler. Kullanıcı profilinin değişmesi, kollektif bilincin bakış açısını ve kişisel ilişkiyi değiştirdiğinden somut olmayan ve öznel ölçütleri etkiler. Bu kapsamda, yapının toplumdaki adaptasyonu ve kullanıcıların ona yüklediği anlamlar açısından öneminin değerlendirilmesi sağlanarak, olası müdahalelerin bu alanlara etkisi açıklanmıştır.

2. Endüstri Miras Alanlarının yeniden işlevlendirilmesi

Yeniden işlevlendirme; çevresel, toplumsal, kültürel ve ekonomik gibi birçok nedene bağlı olarak işlevini yitirmiş mevcut yapıların, mekânsal ve kendine has yapısal özelliklerini koruyarak farklı bir fonksiyonla yeniden kullanılması olarak tanımlanabilir. (Eryiğit & Anıktar, 2021) Yeniden işlevlendirilecek endüstri yapılarında uygun işlev seçimi; yapının mimari değerine, konumuna, işlevsel kurgusuna, mekânsal ve hacimsel boyutlarına bağlı olarak şekillenmektedir. Bu işlevlendirmenin başarılı olarak gerçekleştirilebilmesi hem endüstri yapısının kendine özgü niteliklerinin korunması ve sergilenmesi hem de yapının toplum yararına, uzun vadeli, nitelikli bir biçimde kent hayatına dahil olabilmesi ile sağlanabilmektedir.

(Köksal, 2012, s.19-21). Tez kapsamında, endüstri miras alanlarının değerlendirilmesinde sadece fiziksel potansiyelleri değil, tarihsel ve toplumsal önemlerinin de gözetilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu alanların korunması ve yeniden işlevlendirilmesi, nesnel, öznel ve somut olmayan ölçütler çerçevesinde ele alınmalıdır. Nesnel ölçütler kullanıcı deneyimiyle tamamlanırken, tarihsel ve toplumsal unsurlar soyut değerler olarak belirlenir. Bu ölçütler, işlevlendirmenin türüne, sebebine, uygunluğuna, tekniğine ve yaklaşımına göre anlam değişiminde etkili olur.

2.1 Endüstri Yapılarının işlevlendirilmesine yön veren etkenler

Endüstri alanları, atıl kaldıktan sonra tekrar kullanılmak üzere değerlendirilmiştir. Koruma hassasiyetleri bu alanların tarihsel ve kentsel önemini artırmış ve yapılara yüklenen anlamları değiştirmiştir. Uluslararası bildirgeler ve koruma parametreleri, yapıların geleceğe aktarılacak miras olarak korunmasını ve işlevlendirilmesini teşvik etmiştir.

- **Koruma politikaları:** Kültürel ve doğal mirasın korunması konusundaki yeni anlayış ve açılımlara göre; Endüstriyel miras, kültürel mirasın ayrılmaz bir parçası olduğu ve kültürel miras alanına katkı sağladığı için, somut olmayan öğeler ve Yer'in ruhu ile birlikte mutlaka korunması-yaşatılması ve sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir. (Aslan, 2019) Endüstri mirası alanlarının işlevlendirilmesi, tarihsel ve teknik değerlerin korunması, toplumsal hafızanın ve kültürel kimliğin canlandırılması amacıyla gerçekleştirilir. Uluslararası oluşumlar özgünlük, yeniden işlevlendirme, toplumsal katılım, sürdürülebilirlik ve belgeleme ilkelerini öne çıkarır. Bu yaklaşımlar, geçmişin teknolojik ve kültürel mirasını yaşatırken çağdaş toplumun ihtiyaçlarına uygun mekanlar oluşturur. Koruma yaklaşımlarının evrensel düzeyde gelişimi, yerel veya ulusal yönetimlerin yaklaşımı ile önem kazanır.
- **Fiziksel potansiyelleri:** Endüstri alanlarında bulunan mimari yapıların büyük bir kısmı karakteristik yapım tarzı, sunduğu bölüntüsüz mekanlar, onların çağdaş kullanımlara, yeni işlevin gerektirdiği adaptasyonlara ve eklemelere en uyumlu yapan yapı guruplarından olmasını sağlamıştır. Endüstri yapısının korunmuşluk durumuna bağlı olarak teknik imkanlarının sağladığı fiziksel kolaylıkların yanı sıra, nitel durumu da onun işlevlendirilmesinde ne olacağı ve nasıl müdahale edileceği ile ilgili referans olmaktadır. Ayrıca günümüz mimarlığı tanımlayan; "sürdürülebilirlik, değişkenlik, işlevsellik, marjinal mekanlar, değişebilirlik, komplekslik, nonlineerlik, irrasyonellik, ve tarihsel bağlam" gibi kavramlara odaklanıp tasarımları ve mekânsal kurguları buna göre şekillenirken, endüstri mirası yapıları bu kriterlerin birçoğunu bünyesinde barındırmaktadır.

- **Çevresel ve ekonomik unsurlar:** Endüstri alanlarının özgün işlevlerinin sona ermesiyle atıl kalan, teknolojik yenilikleri karşılamayan ve çevresel şartları kötü etkileyen bu yapılar, yeniden işlevlendirilmeleri için çevresel ve ekonomik nedenlerle değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme sürecinde sadece mimarlık ölçütleri değil, çevresel ve toplumsal dönüşümler de dikkate alınmaktadır. Tarihi yapıların bakım ve onarımı enerji tasarrufu sağlar ve yeni yapıların inşasına göre daha ekonomiktir. Büyük endüstri yapılarının yıkılmak yerine korunması, kentsel dokuyu korur, kültürel dönüşümü destekler ve çevresel fayda sağlar.
- **Yapıya yüklenen anlamlar:** Endüstri devrimi ve endüstri yapılarının ortaya çıkış dinamikleri bulundukları yere göre farklılık göstermektedir. Bu alanların geçirdiği süreçlere tanıklık eden toplum için fiziksel var oluşlarında öte soyut bir bağın etkisiyle anlamları derinleşmektedir. Dolayısıyla sanayi alanları "Çoklu zaman katmanları ve kültürel aktiviteleri temsil etmelerinden dolayı mekânın ve insanların kimliğinin bir parçasıdırlar" (Aktaran; Büyükarslan & Güney, 2013) (Loures,2008). Bir yerin tarihsel geçmişi, orada yaşanan direnişler, savaşlar, çalışma koşulları ve sosyal yapılar, o yerin kimliğini ve topluluk için ortak bir değeri oluşturur. Bu olayların anlaşılması, hem bugünün şekillendirilmesi hem de geleceğin inşasında önemli rol oynar. Dolayısıyla, endüstri mirasının korunması ve yeniden işlevlendirilmesi bu anlamı sürdürme açısından teşvik edici bir unsurdur.

2.2 Müdahalelerine göre işlevlendirilme türleri ve anlam boyutunda analizi

Endüstri miras alanlarının bir koruma biçimi olarak işlevlendirilmesi kapsamında belli müdahaleler görmektedir. Bu müdahale türlerini sınıflayan Höhmann şu şekilde ele almıştır.

1. Herhangi bir müdahale yapmadan veya en az müdahale ile yeni işlev vermeksizin olduğu gibi korunması
2. Çok az bir değişime ve özgün işlevine yakın bir kullanımla korunması
3. Yapının müze olarak yeniden işlevlendirilerek korunması.
4. Özgün işlevini yitirmiş örneklerin yeniden işlevlendirilerek kullanılması. (Höhman,1992 aktaran; Köksal,2006)

Bu sınıflandırma farklı işlevlendirme ve buna bağlı olarak müdahale türlerinde görülmektedir.

Tarihi değeri olan tescilli bir yapı yeniden işlevlendirilirken de, sıradan bir yapı yeniden işlevlendirilirken de, mevcut mekânları kavramak ve felsefesini ortaya koymak gerekmektedir (Mesutoğlu,1995). İşlevlendirmeyle ilgili pek çok parametre bulunmakla birlikte genel olarak iki baskın düşünce etrafında şekillenmektedir. İlk yaklaşım, alanın miras değerinin öncelikli olduğuna dayanarak bu değerin korunması ve gelecek nesillere aktarılmasının önemini vurgulamaktadır. İkinci düşünce ise, birtakım endüstri alanlarının yeterince korunmadığı göz

önünde bulundurularak mevcut halinin veya kısmi korunmanın sürdürülmesi ve ekonomi, rant ve kentsel dönüşüm gibi gerekçelerle daha esnek kullanım alanlarının oluşturulmasını öne çıkarmaktadır.

Endüstri alanlarının korunması ve yeniden işlevlendirilmesinde bütüncül düşünmek önemlidir. Nesnel ölçütler, fiziksel ve görsel değişimlerle yapı ve çevreye yeni fonksiyonlar kazandırmada, öznel ölçütler ise sembolik anlamları güçlendiren deneyimler sunmada rol oynar. Somut olmayan ölçütler ise alanın tarihsel önemi ve toplum belleğindeki yerini korur. Müdahaleler ve konseptler, bu süreçte yapılan değişikliklerin anlamını etkileyebilir. Bu bağlamda, endüstri miras alanlarının işlevlendirmesi müdahale kapasitelerine göre sınıflandırılmıştır.

Büyük ölçüde/Kapsamlı müdahale; Bu tür müdahaleler, ekonomik değerlendirme ve kullanım ihtiyaçlarına göre yapının geniş kapsamlı düzenlemelerini içerir. Çağdaş ekler, alanın yeni anlamlar kazanmasını sağlarken, nesnel ve öznel özellikler geri planda kalır. Bu işlevlendirme türünde, ofis, konut, alışveriş merkezi ve eğlence merkezleri gibi kullanımlar ön planda tutulur. Şehir merkezindeki bu alanlar, çevresel ve ekonomik avantajlarından dolayı multifonksiyonel yaşam merkezlerine dönüşür.

Orta Ölçüde Müdahale: Alanın korunması ve fiziksel potansiyellerinin değerlendirilmesi amaçlanır. Hem anıtsal koruma hem de ekonomik değerlendirme ön planda tutulur. Çağdaş ekler dengeli yapılır, tasarım diliyle endüstriyel mirasa uyum sağlar. Nesnel ölçütler korunur, öznel ve somut olmayan ölçütlere kısmen önem verilir. Kültür, sanat, eğitim kompleksi veya müze gibi işlevlerle uygulanır. Yeni işlevi ile kullanım sürekliliği sağlanarak korunma amaçlanır.

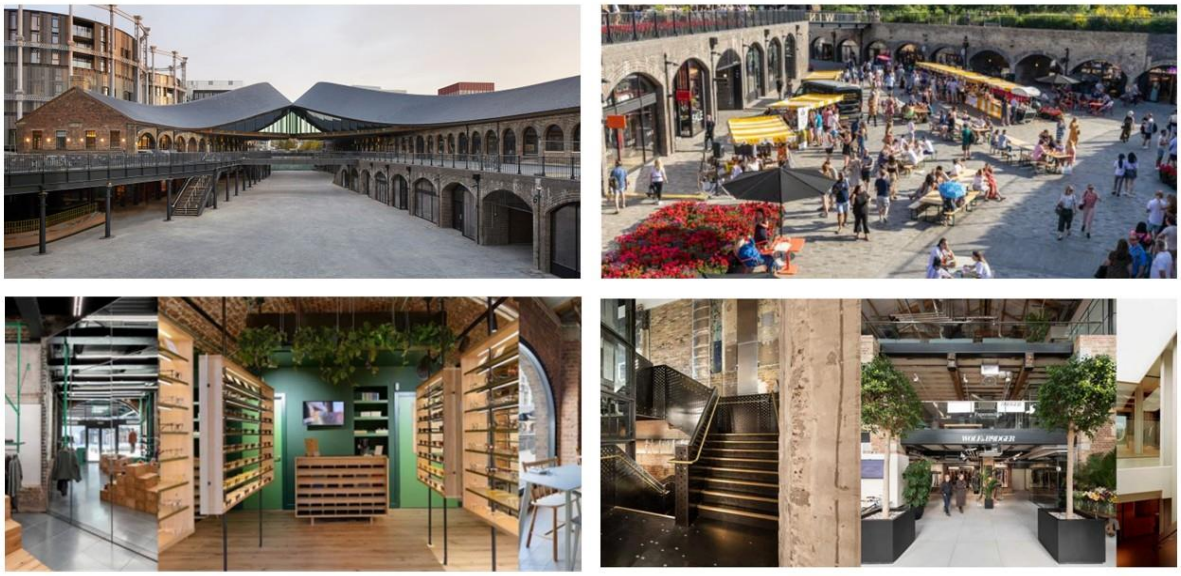
Minimum müdahale; endüstriyel kimlik potansiyeli yüksek, özgün koruma politikaları oluşturulmuş alanlarda görülür. Bu işlevlendirme türü, koruma öncelikli olup müze işlevi verilerek belgelenme, eğitim ve tarihsel açıdan sürdürülebilirlik sağlanır. Alanın bütün koruma değerleri göz önünde bulundurulur ve müze teması oluşturulur. Endüstriyel donanımlar belirli aralıklarla bakıma alınır ve sergilenir. Çağdaş müzecilik anlayışıyla farklı programlar da eklenebilir. Bu programlar bazen alanın anlamını zayıflatabilir veya pekiştirebilir. Alanın anlamını koruyan unsurlar dikkate alınarak müze konsepti oluşturulur. Koruma ön planda tutulur ve gerekli müdahaleler yapılır.

2.2.1 Örnekler Üzerinden İncelenmesi

Büyük Ölçekli/kapsamlı Müdahale türüne örnek;

Londra coal drops yard alışveriş merkezi

Eski işlev: kömür depo,



Şekil 2. Yapıya sonradan yapılan çağdaş ek (Source: Öztürk, S. S. & Koramaz, E. K.,2020)

Coal Drops Yard eski kömür depoları İşlevlendirilmesine yön veren etkenler;

- **Çevresel ve ekonomik unsurlar:** Atıl kalan eski kömür deposu kentsel çöküntü noktası olmuş ve konumu itibariyle önemli bir bölgede olduğunda, "King's Cross Central Gelişim Projesi" Kentsel dönüşüm kapsamında değerlendirilmiştir.
- **Yapıların fiziksel potansiyeli:** Dikdörtgen biçimli iki kömür deposu yapısı ile bitişik viyadük yapısının tasarıma dahil edilmiş fiziksel özellikleri iç mekanlarındaki dükkân, ofisler için uygun hacmi vermiştir. İki yapının ortasındaki boş alan da etkinlik alanı olarak kullanıma imkân vermiştir.

Günümüz mimarlığının tarihsel izleri korumasının yanı sıra eski ve yeninin diyalektik bir konsept çerçevesinde çağdaş bir ek ile yorumlaması çokça rastlanmaktadır. Bu alanda yapılan da eski yapıların çatılarının tamamen farklı bir çatı tasarımı ile dikkat çekici bir yaklaşımla yorumlanmasıdır.

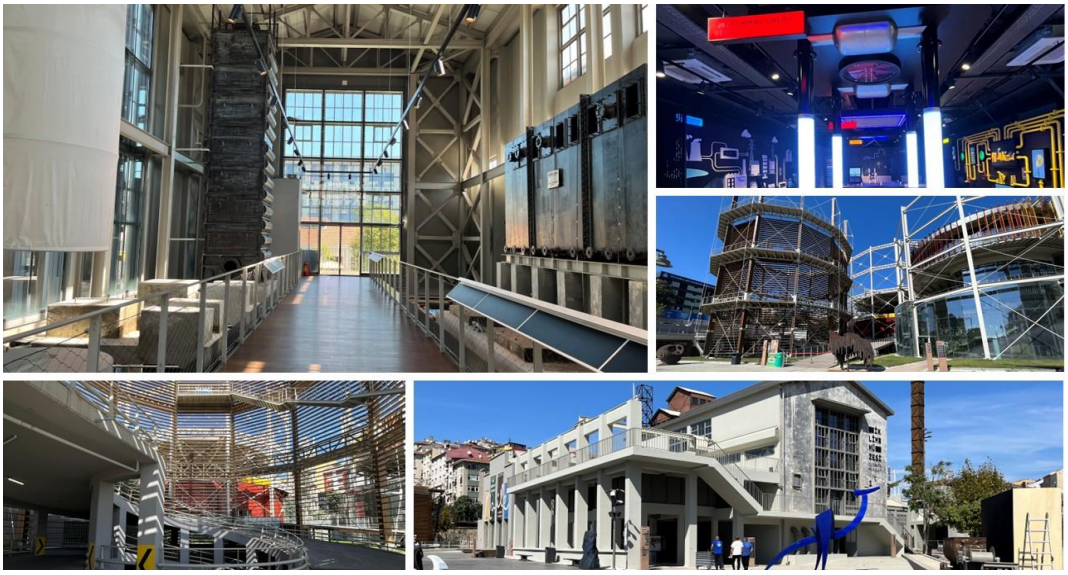
Alana yapılan müdahalelerin anlamsal boyutu:

- **Nesnel ölçüt**: İki yapıya eklenen çelik konstrüksiyonlu heykelsi çatı alanda baskın hale gelmesi, iç mekan kurguları ve tasarımının tamamen yeni işleve göre yapılması nesnel ölçütü zayıflatmıştır.
- **Öznel ve somut olmayan ölçüt:** Alanın kullanım konseptinin özgününden farklı olması ve özgün işleve dair alanın öyküsünün okunamaması alanla ilgili öznel ve somut olmayan ölçütleri zayıflatmıştır.

Orta Ölçekli Müdahale Türüne Örnekler;

Hasanpaşa (Kadıköy) Gazhanesi, İstanbul

Eski İşlev: Gazhane Yeni işlev: Müze Gazhane, kafe, etkinlik merkezi



Sekil 4. Arsivimden.

Hasanpaşa Gazhanesinin İşlevlendirilmesine yön veren etkenler;

- **Koruma politikaları:** Gazhane 1994 yılında sivil halkın girişimleri ile tescillenip 1996 senesine kadar sivil halk meslek kuruluşları ile yapılan toplantılar sonucu proje süreci başlaması etkili olmuştur.
- **Fiziksel Potansiyelleri**: Gazometreler şekilsel olarak ve iç mekanda yarattığı alternatif mekan tasarımları açısından ikonik görünümleri ile sıkça değerlendirilmektedir. Bu alanda yıkılmış bile olsa var olan temel ve izlerinden yorumlanarak yeniden yapılmış ve alanın önemli bir tasarım unsuru olarak dikkat çekilmesi hedefini sağlamıştır.

Alana yapılan müdahalelerin anlamsal boyutu:

- **Nesnel ölçüt**: alan yapı özgün işlevine yakın bir işlev ile eğlene, sanat ve müze konseptini bir arada sunmuş korunan iç mekan donanım ve endüstriyel izler nesnel ölçütlere katkı sunarken bağlamdan uzaklaşan iç mekân sergileri, yeniden yapılan gazometreler ve yenilen dış cepheler nesnel ölçütleri zayıflatmıştır.
- **Öznel ölçüt:** özgün işlevine dair alanın öyküsünün okunduğu yerler alanla etkileşimi artırarak öznel ölçüte katkı sağlarken farklılaşan kullanım konsepti bu etkileşimi ve öznel ölçütü zayıflamıştır.
- **Somut olmayan ölçüt:** Alanın gazhane olarak kullanıldığı dönemin toplumsal etkisi ve alanın korunma sürecinin anlatıldığı veya vurgulandığı soyut değerleri yeterince aktarılmadığından somut olmayan ölçütleri zayıflatmıştır.

Minimum Ölçekli Müdahale Türüne Örnekler;

Zollverein XII Kömür Madeni

Eski işlev: maden ocağı, kömür işletmesi,

Yeni işlev: müze, sergi salonları, kafe..

Şekil 6. Arşivimden,2024

Zeche Zoolverein İşlevlendirilmesine yön veren etkenler;

Koruma politikaları: 11 Mart 1980 tarihli Kuzey Ren-Vestfalya Eyaletinin Anıtların Korunması ve Saklanması Yasası'nın (Koruma Yasası) 2. ve 3. paragraflarına göre listelenmiş bir endüstriyel anıttır. 2001 yılında UNESCO Dünya Miras Listesi'ne alınmıştır.

- **Çevresel ve ekonomik unsurlar:** Fabrikadan geriye kalanların ve çevresel atıkların sürdürülebilirlik ilkesi ile hem ekonomik hem de çevresel dönüşümünün sağlanması. Ermscher Park Projesi kapsamında, 17 şehirdeki 100 yapının restorasyonu ve canlandırılması tamamlandıktan sonra, proje ulusal ve uluslararası alanda tanıtıldı.
- **Fiziksel Potansiyelleri:** Alan yerleşke ve peyzaj ölçeğinde büyük bir alanı kaplaması yapıların modern çizgileri alanın ise farklı deneyimlere imkan veren fiziksel özellikler barındırması teşvik edici bir unsur olmuştur.
- **Yapıya Yüklenen Anlamlar:** Alanının hem yerel ölçekte hem de uluslararasında sosyal, ekonomik ve kültürel geçmişin ortak köprüsü, teknoloji ve ilerlemenin simgesi gibi çok katmanlı anlamlar korunmasında ve yaşatılmasında etkili olmuştur.
- **Günümüz mimari anlayışına uyumu**: yapıların günümüz anlayışını yakalayan modern çizgileri, tarihi bir dokunun korunmuş olmasının ötesinde endüstriyel kimliğin yoğun bir şekilde olması farklı mekan deneyimlenmesi, günümüz mimarlığının da yapmaya çalıştığı "marjinallik" kavramını sağlamış olması işlevlendirmede ilham verici bir katkı sağlamıştır.

Alana yapılan müdahalelerin anlamsal boyutu:

- **Nesnel ölçüt**: alana minimum müdahale ile işlevlendirilmesi ve bütüncül bir anlayışla korunup sergilenmesi nesnel ölçütlere olumlu bir katkı sunmuştur.
- **Öznel ölçüt:** alan özgün mekan kurgusu ve alan işlev kurgusu teknik donanımları ile birlikte yaşanmışlıkların olduğunu hissettirip deneyimleterek alanla kullanıcı etkileşimini arttırmıştır.
- **Somut olmayan ölçüt:** alanın tarihsel ve kültürel bağlamları fiziksel özellikleri kadar, sergileme ve görsellik, video yönetimi ile ön plana çıkarılmış olduğundan olumlu katkılar sunmuştur.

Endüstri miras alanlarının işlevlendirilmesi sürecinde her yapı için özgün bir yaklaşım gerekmektedir. Evrensel koruma ilkelerine rağmen yapıların korunması ve işlevlendirilmesine yön veren pek çok faktör vardır. Müdahale türü, koruma politikaları, ekonomik getiriler, fiziksel potansiyeller ve yapının anlamı gibi unsurlara göre belirlenir.

Büyük ölçekli/kapsamlı müdahale örneği olan London Cord Yard, ekonomik gelir getirici yeni bir anlam üretmiştir. Yeni işlevi çevresel etkisini iyileştirmiş ve fiziksel özellikler ön planda tutulmuştur.

Orta ölçekli müdahale örneği Hasanpaşa Gazhanesi'nde ise koruma politikaları öncelikli olmuştur. Teknik ekipmanların korunduğu alanlarda olumlu sonuçlar gözlemlenmiş, ancak bağlamından uzaklaşmış müdahaleler olumsuz katkı sunmuştur.

Küçük ölçekli müdahale örneği Zeche Zollverein, erken koruma politikaları sayesinde iyi korunmuş ve müze olarak işlevlendirilmiştir. Alan fiziksel ve tinsel özünden kopmamış, yapılan müdahaleler olumlu katkı sağlamıştır.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Müdahale türlerinin endüstri miras alanlarına olumlu ve olumsuz yanları vardır. Kapsamlı müdahale türleri, günümüz mimarlık anlayışına teşvik edici unsurlar barındırarak endüstri yapılarının benimsenmesini ve tanınırlığını sağlamaktadır. Az müdahale türlerinde ise olumlu özellikler fazla olmakla birlikte, müze olarak işlevlendirilen bu alanların finansal sürdürülebilirliği için ek ihtiyaç programlarına ve bağlamdan uzaklaşabilen programlara ihtiyaç duyabilirler. Bu çıkarımları tablo halinde ifade edecek olursak;

Tablo 2. Kapsamlı müdahale türünün olumlu ve olumsuz özelliklerini gösteren tablo

Büyük Ölçüde/Kapsamlı Müdahale	
OLUMLU TARAFLARI	**OLUMSUZ TARAFLARI**
• Yapı tarzının benimsenmesi • Yapılara farkındalığın artması	• Yapı alanlarının soylulaşması • Kimliksizleşme, • Popülaritenin artması ve mekanların tüketilmesi, • Koruma odağının değişmesi • Endüstriyel donanımın dekorlaşması • Anlamın daralması, özünden uzaklaşarak değişmesi
• Anlam değişimi; Özgün kimliğinden uzaklaşmış ve yeni anlamlar üretmiştir. Anlam zayıflamıştır.	

Tablo 3. Orta ölçekli müdahale türünün olumlu ve olumsuz özelliklerini gösteren tablo

Ortak Ölçüde Müdahale	
OLMULU TARAFLARI	**OLUMSUZ TARAFLARI**
• Yapım tarzının benimsenmesi. • Yapıların rehabilitesi • Kullanım değerinin artması. • Yapıların korunmasına teşvik.	• Yapılara müdahalenin özgün kimliğin önüne geçebilmesi. • Koruma odağının değişmesi • Kullanım ihtiyacı için yapılan değişikliklerin baskın özgün mekan kurgusunu bozması.
• Anlam değişim; özgün kimliğin korunduğu yerlerde güçlü, bağlamdan uzaklaştığı her türlü değişimde anlam zayıflamıştır.	

Tablo 4. Minimum müdahale türünün olumlu ve olumsuz özelliklerini gösteren tablo

Minimum Ölçüde Müdahale	
OLUMLU TARAFLARI	**OLUMSUZ TARAFLARI**
• Yapı tarzının benimsenmesi. • Yapıların bütüncül bir bakış açısıyla korunmasının sağlanması. • Endüstriyel miras ile bilgilerin çok yönlü etkilerinin topluma aktarılması • Tarihsel, çevresel, sosyal ve kültürel bilincin uyandırılması. • Halkın endüstriyel miras hakkında bilinçlendirilmesinin sağlanması. • Alanların anlamının anlaşılması ve bu değerlerin korunması.	• Ekonomik sürdürülebilirlik için etkin bir yönetim programına ihtiyaç duyulması. • Fiziksel korumanın sürdürülebilir olması için sürekli finans kaynağının sağlanması.
• Anlam değişimi; büyük ölçüde korunmuş ve kendi bağlamında yapılan müdahaleler ise anlamı güçlendirmiştir.	

Sonuç olarak, incelenen örneklerden çıkarılan sonuçlara göre, müdahale türlerine göre endüstri miras alanlarının işlevlendirilmesi kapsamında anlam değişiminin en olumlu olduğu tür, minimum müdahalenin yapıldığı ve genelde müze işlevi ile değerlendirilen alanlardır. Anlam

için belirlenen nesnel, öznel ve somut olmayan ölçütlerin bütüncül bir çerçevede korunması büyük bir etkendir. Dolayısıyla, bu alanların işlevlendirilmesinde koruma politikalarının iyi yapılması, alanların anlam ölçütlerinin korunmasında önem taşımaktadır. Bu kapsamda endüstriyel miras alanları öncelikli kullanımı müdahale türünün en az uygulanabileceği müze olarak kullanımları, eğer korunmuşluk oranı düşük ise özgün işlevinden uzaklaşmayan ve çağdaş eklemelere çok ihtiyaç duymayan, Uluslararası yasal oluşumların değindiği gibi eğitim ve kültürel amaçlı kullanılmasının öncelikli olmalıdır.

KAYNAKLAR

Aslan H. (2019) *Endüstri Mirasını Belirleme ve Koruma-Yaşatma Kriterleri: Ankara Maltepe Elektrik ve Havagazı Fabrikası Örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Büyükarslan, B., Büyükarslan, B., & Güney, E. D. (2015). Endüstriyel Miras Yapılarının Yeniden İşlevlendirilme Süreci Ve İstanbul Tuz Ambarı Örneği. Beykent Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6(2), 31-57.

Ersal, L. Ö. (2013). Mimari mekanın biçimlendirilmesi ve anlam boyutu: Ontolojik yaklaşım. Yayımlanmamış (Yüksek Lisans Tezi) YÖK Ulusal Tez Merkezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Eryiğit B.E., Anıktar S. (2021). İdealkent: *Yeniden İşlevlendirilmiş Endüstri Yapılarında Mekân Algısı,* 12(32) 708-734. DOI:10.31198/idealkent.802512

Köksal, G. (2012). Endüstri mirasını koruma ve yeniden kullanım yaklaşımı. Güney Mimarlık Dergisi, 8, 18-23.

Loures, L. (2008). Industrial Heritage: The Past in the Future of the City. Wseas Transactions on Environment and Development, Volume 4, Issue 9.

Pallasmaa, J. (2011). Tenin gözleri, Mimarlık ve duyular, Yem yayın, İstanbul, (Çeviren Aziz Ufuk Klıç)

Piran, D. (2016). Endüstri yapılarının yeniden işlevlendirilmesi. (Yüksek Lisans Tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi. MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

DİJİTAL PLATFORM OLARAK TABİİ: LOGO VE GÖRSEL KİMLİK TASARIMININ GÖSTERGEBİLİMSEL ÇÖZÜMLEMESİ

Huriye ÇELİKCAN
Ankara Müzik ve Güzel Sanatlar University, Faculty of Music and Fine Arts, Department of Visual Arts Education TURKEY
ORCID: 0000-0002-8725-4251
Nimet ERSİN
İstanbul Yeni Yüzyıl University, Faculty of Communication, Department of Radio, Television and Cinema, 34040 Bayrampaşa/İSTANBUL
ORCID: 0000-0001-5878-5566

ÖZET

TRT'nin dijital platformu Tabii, TRT'nin diğer kanallarında ve mecralarında kullandığı TRT "Logotype"ını kullanmayarak kendini TRT kimliğinden ayrıştırmıştır. Bu çalışmada Tabii dijital platformunun logo ve görsel kimlik tasarımları Barthes'ın Dil ve Söz, Gösterilen ve Gösteren, Dizim ve Dizge, Düzanlam ve Yananlam göstergebilim ilkeleri ölçüt alınarak analiz edilmiştir. Tabii logosunun unsurları, sekiz köşeli yıldız, modern tipografi, siyah-yeşil ve beyaz renklerdir. Dil ve söz açısından Tabii logosu, görsel iletişim dilinin ortak kodlarını kullanmıştır. Renk kodları olarak beyaz, Türk kültüründe temizliğin ve aynı zamanda gücün simgesidir. Siyah, tarihte kimi zaman büyüklük, hükümranlık anlamında sancaklarda kullanılmış ve ayrıca dijital platformlarda ileri teknolojiyi vurgulayan bir renktir. Yeşil doğallık, sürdürülebilirlik veya tazelik gibi evrensel anlamları çağrıştırır. Yuvarlak hatlı, sade Tabii yazısında samimiyet ve ulaşılabilirlik gibi anlamlar yaratacak tipografik kod kullanıldığı, oynat düğmesi gibi ikonografilerde de aynı sadeliğin bulunduğu görülmektedir. Yazıda a ve b harflerinin içindeki kare şekli minimalist ve modern bir tasarım dilini göstermektedir. Sekiz Köşeli yıldız geometrik bir şekildir, gösterendir. Gösterilen ise İslam sanatında ve Türk kültüründe sıkça kullanılan bir motif olup, denge, bütünlük ve yenilenme gibi kavramları simgeler. Bu sembolün kullanımı, platformun kültürel köklerine bağlılığını ve yerel değerlere verdiği önemi vurgulamaktadır.Dizim açısından bakıldığında ana sayfa tasarımında görsel bir hiyerarşi göze çarpmaktadır. Tabii Logosu büyük, TRT logtype'ı küçük yazılmıştır. Platformun kendini TRT'nin üstünde konumlandırdığı görülmektedir. Tabii" sözcüğü, platformun erişilebilir, samimi ve doğal içerikler sunduğu izlenimi yaratır. "Bizi birleştiren Hikayeler!" Sloganı dizgesel olarak "herkesi" gibi diğer sözcükleri eleyerek TRT'nin birleştirici işlevine vurgu yapmaktadır. Tabii logosu düz anlam olarak üç renkten oluşmuş sade bir tasarımdır. Yan anlam olarak kültürel bağlam, çağrışımlar ve izleyicinin algısına göre şekillenen daha derin anlam katmanlarını içerir. Bu çerçevede Tabii logosu, sadece bir marka kimliği değil, aynı zamanda belirli bir kültürel ve ideolojik konumlanmanın da görsel göstergesi olarak okunabilir. Sonuç olarak Tabii dijital platformu logosuyla ve görsel kimlik tasarımlarıyla kendini farklı

konumlandırmayı amaçlamış ancak diğer yandan dizgesel olarak alt katmanlarda TRT kimliğine uyumlu bir çağrışım yaratmıştır. Dijital platform Tabii kurumsal aidiyet bağlamında başka çalışmalar için potansiyel taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Göstergebilim, Logo, Logotype, Tabii, Dijital Platform

TABİİ AS A DIGITAL PLATFORM: A SEMIOTIC ANALYSIS OF LOGO AND VISUAL IDENTITY DESIGN

ABSTRACT

The digital platform Tabii, launched by TRT, has differentiated itself from the TRT identity by not using the TRT logotype employed across TRT's other channels and platforms. This study analyzes the logo and visual identity designs of the Tabii digital platform based on Roland Barthes' semiotic principles, including langue and parole, signifier and signified, syntagm and system, denotation and connotation. The key elements of the Tabii logo are the eight-pointed star, modern typography, and the colors black, green, and white. From the perspective of langue and parole, the Tabii logo employs common codes of visual communication. In terms of color codes, white symbolizes both purity and power in Turkish culture. Black has historically been used in flags to signify greatness and sovereignty and is also associated with advanced technology in digital platforms. Green evokes universal meanings such as naturalness, sustainability, and freshness. The rounded, minimalist typography of the word "Tabii" conveys a sense of sincerity and accessibility. This simplicity is also reflected in iconography, such as the play button. The square shapes within the letters "a" and "b" reflect a minimalist and modern design language. The eight-pointed star is a geometric shape, serving as the signifier. The signified is a motif frequently found in Islamic art and Turkish culture, symbolizing concepts like balance, unity, and renewal. The use of this symbol emphasizes the platform's cultural roots and highlights its connection to local values. From a syntagmatic perspective, the homepage design reveals a clear visual hierarchy: the Tabii logo is displayed prominently, while the TRT logotype appears smaller. This suggests that the platform positions itself above TRT in terms of branding. The word "Tabii" (meaning "natural" in Turkish) conveys an impression of offering accessible, sincere, and authentic content. The slogan "Stories That Unite Us!" ("Bizi birleştiren Hikayeler!") systematically eliminates words like "everyone," thus emphasizing TRT's unifying role implicitly. On a denotative level, the Tabii logo is a simple design composed of three colors. On a connotative level, it carries deeper layers of meaning shaped by cultural context, associations, and audience perception. In this framework, the Tabii logo can be interpreted not only as a brand identity but also as a visual marker of a specific

cultural and ideological positioning. In conclusion, through its logo and visual identity designs, the Tabii digital platform aims to position itself distinctly while simultaneously creating, at a systemic level, subtle associations with the TRT identity. As a case of corporate affiliation within digital platforms, Tabii holds potential for further academic exploration.

Keywords: Semiotics, Logo, Logotype, Tabii, Digital Platform

DİJİTAL İLETİŞİM LİDERLİĞİNDE KÜRESEL TRENDLERİ YAKALAMAK

Doç. Dr. Yener Lütfü MERT
ORCID ID: 0000-0001-2345-6789

ÖZET

Son on yılda dijital iletişim teknolojilerde gerçekleşen hızlı değişiklik iş dünyası liderlerinin iletişim anlayışlarında da köklü dönüşümleri beraberinde getirmiştir. Geleneksel liderlik iletişim anlayışlarında sınırlı bilgi akışı bulunurken dijital liderlik, açık, şeffaf, anlık ve çift yönlü hızlı etkileşimin yoğunluklu olduğu bir paradigmaya evrilmiştir. Günümüz iş dünyası liderleri bu çerçevede yalnızca stratejik kararlar alan liderler değil, aynı zamanda doğrudan müşteriler, paydaşlar ve çalışanlarla iletişim kuran dijital iletişim liderleri hâline gelmişlerdir. Teknolojik gelişmelerle ortaya çıkan dijital trendler olarak sosyal medya, metaverse, yapay zeka veri analitiği, yeşil ekonomi odaklı iletişim ve kişisel marka stratejilerinin ön plana çıkması liderler tarafından bunların uygulanmasını gerektirmiş ve bu durum işletmelerin performansını paylaşmanın yanı sıra itibarını ve pazar payını da etkilemeye başlamıştır.

Bu çalışma, sözü edilen trendler çerçevesinde liderlerin (CEO'ların) söz konusu trendlere nasıl uyum sağladığını ve Türkiye'de durumun ne olduğunu analiz etmeyi amaçlamaktadır. Buradan hareketle öncelikle dijital iletişim liderliği ve geleneksel liderlik arasındaki dönüşüm şekli sorgulanmakta, küresel iş dünyasındaki dijital iletişim trendleri kapsamında başarılı CEO'ların bu trendleri nasıl kullandıkları ve ne kadar uyum sağladıkları ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Bunun yanı sıra dünyadaki ve Türkiye'deki iş insanlarından örnekler sunularak dünya ve Türkiye'deki iş dünyası liderleri arasında karşılaştırma yapılmaktadır.

Araştırma sonucu Türkiye'de iş dünyası iletişim liderlerinin dijital iletişim araçlarını daha çok kurumsal duyurular için kullandığı, bireysel dijital iletişimde küresel trendlerin gerisinde kaldığı ve kriz yönetimi, sürdürülebilirlik ve metaverse gibi konulara bireysel olarak dünya ölçeğinde yaşananlara oranla kayda değer yatırım yapılmadığını göstermektedir. Dijital iletişim stratejilerinin güçlendirilmesinin ve küresel trendlerin yakalanmasının Türk iş dünyasının küresel pazardaki rekabet gücünü artıracağı düşüncesinden hareketle bu yönde yatırım yapılması ve daha farklı düşünce ikliminin oluşturulması gerektiği değerlendirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Dijital liderlik, geleneksel liderlik, sosyal medya, yapay zeka veri analitiği, metaverse.

CATCHING GLOBAL TRENDS IN DIGITAL COMMUNICATION LEADERSHIP

ABSTRACT

The rapid changes in digital communication technologies over the past decade have brought about fundamental transformations in the communication approach of business leaders. While traditional leadership communication was characterized by limited information flow, digital leadership has evolved into a paradigm that emphasizes open, transparent, real-time, and bidirectional interaction. In this context, today's business leaders are not only strategic decision-makers but also digital communication leaders who directly engage with customers, stakeholders, and employees.

Emerging digital trends such as social media, the metaverse, artificial intelligence-driven data analytics, green economy-focused communication, and personal branding strategies have become prominent. Leaders are now required to adopt these trends, which, in turn, impact not only business performance but also corporate reputation and market share.

This study aims to analyze how leaders (CEOs) adapt to these trends and examine the current situation in Turkey. In this regard, the transformation from traditional leadership to digital communication leadership is explored, while also assessing how successful CEOs in the global business world adopt and integrate these digital trends. Additionally, a comparative analysis is conducted by providing examples of business leaders from both Turkey and the rest of the world.

The findings indicate that business communication leaders in Turkey primarily use digital communication tools for corporate announcements, lag behind global trends in individual digital communication, and make significantly fewer investments in areas such as crisis management, sustainability, and the metaverse compared to their global counterparts. Strengthening digital communication strategies and aligning with global trends are essential for enhancing the Turkish business sector's competitive power in the global market. Therefore, it is recommended that more investments be made in this field, and a new intellectual climate be fostered to support digital transformation.

Keywords: Digital leadership, traditional leadership, social media, artificial intelligence-driven data analytics, metaverse.

ÜCRETLİLER İÇİN GELİR VERGİSİ ADALETİNİN ÖLÇÜLMESİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ (2006–2023)

Cihan YÜKSEL
Mersin University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Public Finance, 33343 Mersin, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1959-1245

ÖZET

Bu çalışma, 2006–2023 döneminde Türkiye'de ücretlilere uygulanan gelir vergisinin dağılımsal adaletsizliğini, iki farklı gösterge aracılığıyla incelemektedir. Araştırmada ilk olarak, ücretlilerin gelir vergisi hasılatı içerisindeki payını ücret gelirlerinin toplam gelir içindeki payına oranlayarak ölçen Gelir Vergisi Temsil İndeksi (GVTI) hesaplanmıştır. İkinci olarak, ücretlilerin gelir vergisi hasılatındaki payının, toplam hanehalkı içindeki payına oranlanmasıyla tanımlanan Gelir Vergisi Demografi İndeksi (GVDI) değerlendirilmiştir. GVTI, ücretlilerin vergi gelirlerine katkısını doğrudan ekonomik kapasiteleriyle ilişkilendirdiği için dağılımsal adaletsizliği nicel ve somut bir biçimde ortaya koyar. GVDI ise, ücretlilerin vergi gelirlerine katkısının, nüfus temelli temsil oranlarına göre nasıl dağıldığını ortaya koyar. Her iki indeksin de 1'e eşit çıkması durumunda, vergilendirme dağılımının tam adil olduğu kabul edilmektedir. Öte yandan, bu indeksler 1'den küçük çıktığında vergi politikasının ücretlilere göreli avantaj sağladığı; 1'den büyük çıkması durumunda ise ücretlilerin dezavantajlı bir konumda olduğu anlaşılmaktadır. Araştırmada, TÜİK'in Hanehalkı Tüketim Araştırması verileri, eşdeğer hanehalkı kullanılabilir fert gelir dağılımı verileri ve Gelir İdaresi Başkanlığı'nın yıllık faaliyet raporlarından elde edilen veriler kullanılarak kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, GVTI'nin incelenen tüm yıllarda 1'den büyük olduğunu göstermekte; bu durum, ücretlilerin gelir vergisi hasılatına orantısız derecede yüksek katkıda bulunduğunu ve sistemin ücret gelirine dayalı vergilendirmede adaletsizlik içerdiğini ortaya koymaktadır. GVDI analizinde ise, 2022 yılı dışındaki tüm dönemlerde indeks 1'in üzerinde seyretmiş, ancak 2022 yılında GVDI'nin 1'den düşük çıktığı tespit edilmiştir. Bu farklılık, 2022'de asgari ücretin vergi istisnası kapsamına alınmasının demografik dağılım açısından ücretlilere belirli bir avantaj sağladığını göstermektedir. Bulgular, Türkiye'de ücretlilere yönelik vergi politikasının hem ekonomik kapasite hem de nüfus dağılımı açısından adaletsizlik barındırdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Gelir Vergisi Temsil İndeksi (GVTI), Gelir Vergisi Demografi İndeksi (GVDI), ücret geliri, vergide adalet, Türkiye

MEASURING INCOME TAX JUSTICE FOR WAGE EARNERS: THE CASE OF TÜRKİYE (2006–2023)

ABSTRACT

This study examines the distributive inequality of income taxation applied to wage earners in Türkiye between 2006 and 2023 through two distinct indicators. First, the Income Tax Representation Index (ITRI) is calculated by measuring the share of wage earners in income tax revenue relative to the share of wage income in total income. Second, the Income Tax Demographic Index (ITDI) is assessed by comparing the share of wage earners in income tax revenue to their share in total households. While ITRI quantitatively and concretely reveals distributive inequality by directly linking wage earners' contribution to tax revenues with their economic capacity, ITDI demonstrates how their tax contribution is distributed relative to their demographic representation. When both indices equal 1, the tax burden is considered perfectly equitable. Conversely, if these indices fall below 1, the tax policy is deemed relatively advantageous for wage earners, whereas values exceeding 1 indicate a disadvantageous position. The study employs data from the Turkish Statistical Institute's (Turkstat) Household Budget Survey, equivalent household disposable income distribution, and the Turkish Revenue Administration's annual activity reports to conduct a comprehensive analysis. The findings reveal that ITRI remains above 1 in all examined years, indicating that wage earners contribute disproportionately to income tax revenue, thereby reflecting an inequitable tax system. Also, ITDI is above 1 in all years except 2022, when it falls below 1. This discrepancy suggests that the exemption of minimum wage from income tax in 2022 provided wage earners with a relative demographic advantage. The results demonstrate that Türkiye's income tax policy for wage earners entails distributive inequality in both economic capacity and demographic representation.

Keywords: The Income Tax Representation Index (ITRI), the Income Tax Demographic Index (ITDI), wage income, tax justice, Türkiye

1. INTRODUCTION

In his work *The Wealth of Nations*, Adam Smith places tax justice at the forefront of the four fundamental principles that all taxes should adhere to (Smith, 1776/2007: 498). Tax justice is a pivotal concept in public finance, focusing on the equitable distribution of tax burdens among individuals and entities. It seeks to balance the need for public revenue with fairness in taxation, ensuring that individuals contribute to public finances in proportion to their economic capacity. The principles of tax justice are often evaluated through the lenses of horizontal and vertical

equity. Horizontal equity posits that individuals with similar economic situations should be taxed similarly, promoting fairness among taxpayers in comparable positions. Vertical equity, on the other hand, suggests that taxpayers with greater economic capacity should contribute more, justifying progressive taxation systems where tax rates increase with income levels (Galle, 2008: 1324-1325).

Income tax justice specifically examines how income taxes are structured to distribute tax liabilities among taxpayers. A fair income tax system is typically characterized by progressivity, where higher-income earners pay a larger percentage of their income in taxes compared to lower-income earners. This structure aims to reduce income disparities and fund public services that benefit society at large. Diamond and Saez (2011) present a case for progressive taxation based on optimal tax theory, arguing that such systems can achieve a balance between efficiency and equity. They contend that appropriately designed progressive taxes can mitigate income inequality without significantly distorting economic behavior.

In Türkiye, personal income tax is levied on seven types of income: wages, commercial income, agricultural income, professional income, income from movable capital, income from immovable property, and other income and earnings. Wage earners represent a significant segment of taxpayers, and the fairness of their tax treatment is crucial for overall tax equity. In many tax systems, wage earners are subject to direct income taxation, often withheld at the source, making their tax contributions both visible and substantial. Smith (1776/2007: 535) argues that a direct tax on wages increases wages by more than the amount of the tax itself, assuming constant labor demand and stable prices of consumer goods. Ricardo (1817: 285) similarly contends that this rise in wages diminishes the profits of capital, asserting that a tax on wages is effectively borne solely by those who employ labor and, in essence, constitutes a tax entirely on profits. Sugin (2004), however, argues that the combination of income and payroll taxes imposes a disproportionately heavy burden on labor compared to capital, leading to both horizontal and vertical inequities in the tax system. This imbalance suggests that wage earners may bear a greater relative tax burden than capital income earners, raising concerns about the fairness of the tax structure. Moreover, Sevilla-Bernabéu and Del-Valle-Calzada (2024) argue that integrating human rights perspectives into tax policy is essential for achieving tax justice. They emphasize that equitable tax systems should ensure that all individuals, including wage earners, contribute fairly to public finances, thereby enabling states to fulfill their obligations in mitigating economic and social inequalities.

Addressing these concerns requires careful consideration of how tax policies impact wage earners, ensuring that tax burdens are equitably distributed and do not disproportionately

disadvantage labor income relative to other forms of income. Although various approaches have been proposed to measure tax justice in general, there remains a gap in the literature regarding the assessment of income tax justice specifically for wage earners. Therefore, the aim of this study is to develop indices to measure income tax justice for wage earners and to present the index values for Türkiye over the period 2006–2023. Within this framework, the indices developed are first formalized, and the data to be used are introduced. Subsequently, the findings of the analysis are evaluated.

2. METHODS AND DATA

This study develops two indices to assess income tax justice for wage earners: the Income Tax Representation Index (ITRI) and the Income Tax Demographic Index (ITDI). Both indices aim to measure the fairness of income taxation for wage earners, each based on distinct criteria.

ITRI compares wage earners' share of total income with the share of income tax they actually pay, taking into account their economic capacity. From the perspective of tax justice, it is expected that the share of income tax paid by wage earners should be equal to or closely aligned with their share in total income. Developed to measure this alignment, ITRI is based on two key variables: the share of wage earners in income tax revenue and the share of wage income in total income. The former reflects the actual taxes paid by wage earners, while the latter indicates their level of representation in the economy based on economic capacity. The formulation of ITRI is presented in Equation (1).

$$ITRI = \frac{\begin{array}{c}share\ of\ wage\ earners \\ in\ income\ tax\ revenues\end{array}}{\begin{array}{c}share\ of\ wage\ income \\ in\ total\ income\end{array}} = \frac{\dfrac{income\ tax\ on\ wage\ earners}{total\ income\ tax}}{\dfrac{salary, wage\ and\ daily\ income}{total\ income}} \quad (1)$$

An ITRI value equal to 1 ($ITRI = 1$) indicates that wage earners pay income tax in proportion to their representation in the economy, which is considered the fairest scenario in terms of income taxation. In contrast, an ITRI value greater than 1 ($ITRI > 1$) implies that wage earners pay a higher share of income tax than their representation in the economy would warrant, thereby signaling tax injustice. Conversely, an ITRI value below 1 ($ITRI < 1$) indicates that wage earners pay less income tax relative to their economic representation. Although this situation may benefit wage earners, it could be interpreted as inequitable from the perspective of other income components in the economy. However, when considering income distribution justice—a fundamental function of governments—an ITRI value below 1 might reflect a

deliberate political choice. Particularly, given the notion that wage earners are at a disadvantage in a free-market economy, an ITRI below 1 may not necessarily be problematic.

ITDI compares the share of wage earners within the total household population—i.e., their demographic representation—with the share of income tax they actually pay. From the perspective of tax justice, it is expected that the share of income tax contributed by wage earners should be equal to or close to their demographic representation in the economy. Developed to measure this alignment, ITDI is based on two variables: the share of income tax revenue that comes from wage earners and the share of wage earners in the total number of households. The former reflects the actual tax paid by wage earners, whereas the latter indicates their level of representation based on the demographic structure. The formulation of ITDI is presented in Equation (2).

$$ITDI = \frac{\substack{share\ of\ wage\ earners \\ in\ income\ tax\ revenues}}{\substack{share\ of\ wage\ earners \\ in\ total\ households}} = \frac{\dfrac{income\ tax\ on\ wage\ earners}{total\ income\ tax}}{\dfrac{number\ of\ wage\ earner\ households}{total\ number\ of\ households}} \quad (2)$$

An ITDI value equal to 1 ($ITDI = 1$) indicates that wage earners pay income tax in proportion to their representation within the population, which is regarded as the fairest scenario. An ITDI value greater than 1 ($ITDI > 1$) implies that wage earners pay a larger share of income tax than their population share would warrant, signaling tax injustice. Conversely, an ITDI value below 1 ($ITDI < 1$) indicates that wage earners pay a smaller share of income tax relative to their representation in the population. Given that wage earners are at a disadvantage in a capitalist system, paying less income tax than their household representation might be a deliberate choice of state policy.

When analyzing income tax justice for wage earners in any country, values of these two indices equal to or less than 1 can be interpreted positively, whereas values exceeding 1 may be seen as indicative of income tax injustice. In Türkiye, both indices are employed to measure the justice of income tax for wage earners over the period 2006–2023. Certain data sources are used to calculate the variables for both indices. To determine the share of wage earners in income tax revenue, total income tax revenue data from the Turkish Ministry of Treasury and Finance (2024) is utilized, while the income tax paid by wage earners is derived from the Turkish Revenue Administration (2006–2023). The share of wage income within total income is calculated using data from the Turkish Statistical Institute (2024a), which provides the proportion of wages, salaries, and daily incomes in total income. Finally, the share of wage

earners in the total number of households is measured using data from the Turkish Statistical Institute (2024b). However, since data for 2020 and 2021 are not available in the Turkish Statistical Institute (2024b) dataset, the data series has been made linear by assuming that the figures for 2019 are identical to those of 2020, and the figures for 2022 are identical to those of 2021.

3. RESULTS AND DISCUSSION

This study aims to measure income tax justice for wage earners in Türkiye over the period 2006–2023. Utilizing the aforementioned datasets, the variables are first computed for each year, and then ITRI and ITDI are calculated based on these variables.

Fig. 1 illustrates the annual differences between the share of wage income in total income and the share of total income tax paid by wage earners, which forms the basis of ITRI.

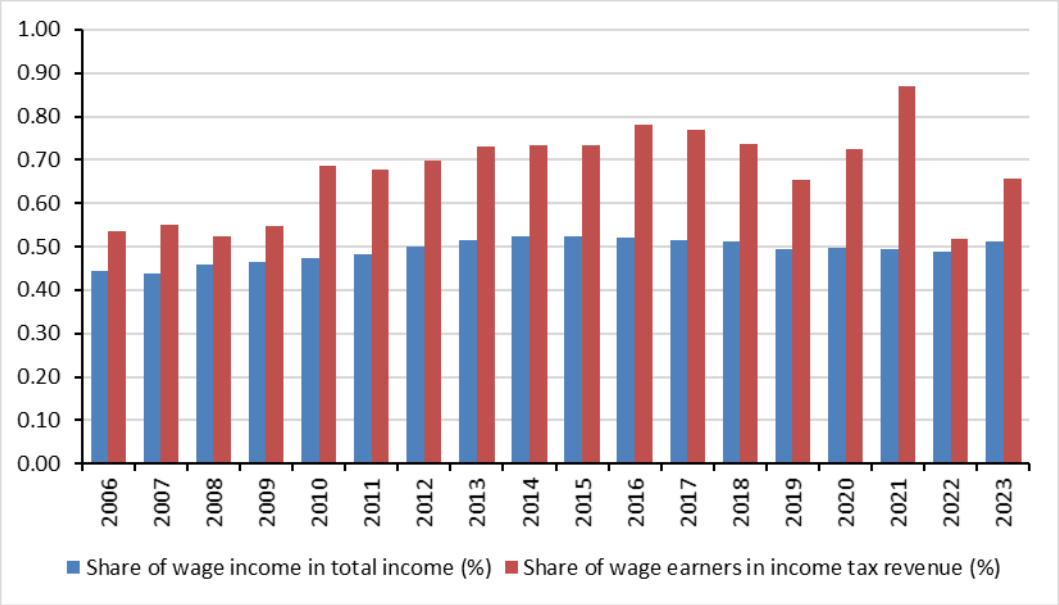


Fig. 1. Comparison of the variables constituting ITRI

Throughout the period 2006–2023 in Türkiye, wage earners consistently paid an income tax that exceeded their share of wage income in total income. The difference between these two variables notably increased from 2010 onward. After the discrepancy fell in 2022, it rose again in 2023 to approximately the average level observed in the 2010s.

Fig. 2 illustrates the annual trends in the share of wage income in total income and the share of total income tax paid by wage earners, which together form the basis for ITRI.

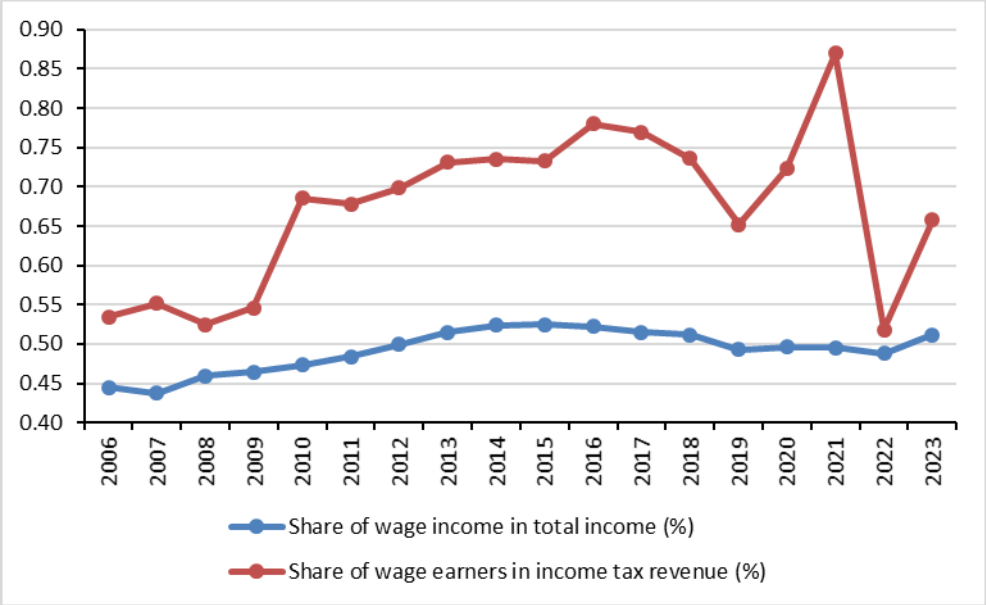


Fig. 2. Trends in the variables constituting ITRI

The share of wage income in total income over the period 2006–2023 initially follows an increasing trend before subsequently declining. The downward trajectory, particularly after 2015, remains stable following the COVID-19 pandemic. In contrast, the share of total income tax revenue attributable to wage earners, while variable across the years, generally exhibits an upward trend over the 2006–2023 period. This variable's fluctuations over time are characterized by a decline in 2019, an increase culminating in a peak in 2021, and an abrupt drop in 2022.

In 2019, Türkiye experienced a peak in unemployment and a significant decline in employment. Due to the reduction in labor force engagement, the share of income tax collected from wage earners relative to total income tax revenue decreased in that year. Although the share of wage income in total income did not increase, the substantial rise in the tax share paid by wage earners in 2021 can only be explained by a decrease in the share of taxes from non-labor income. The abrupt drop in the income tax paid by wage earners in 2022 is attributable to the introduction of an income tax exemption for amounts corresponding to the minimum wage from that year onward. Even though the policy of exempting the minimum wage from income tax continued in subsequent years, the share of income tax attributed to wage earners increased again in 2023. This outcome is attributed to the fiscal drag and inflation tax caused by the extremely high inflation in Türkiye during those years. In a high inflation environment, the nominal wage increases lead to wages being subjected to higher tax brackets under a progressive tax system. This fiscal drag results in an inflation tax, where the increase in taxes paid exceeds the rise in

income. Consequently, the income tax exemption applied to wages loses its significance under conditions of high inflation.

Fig. 3 presents the yearly correspondence between the share of wage income in total income and the share of total income tax paid by wage earners, which together form the basis of ITRI.

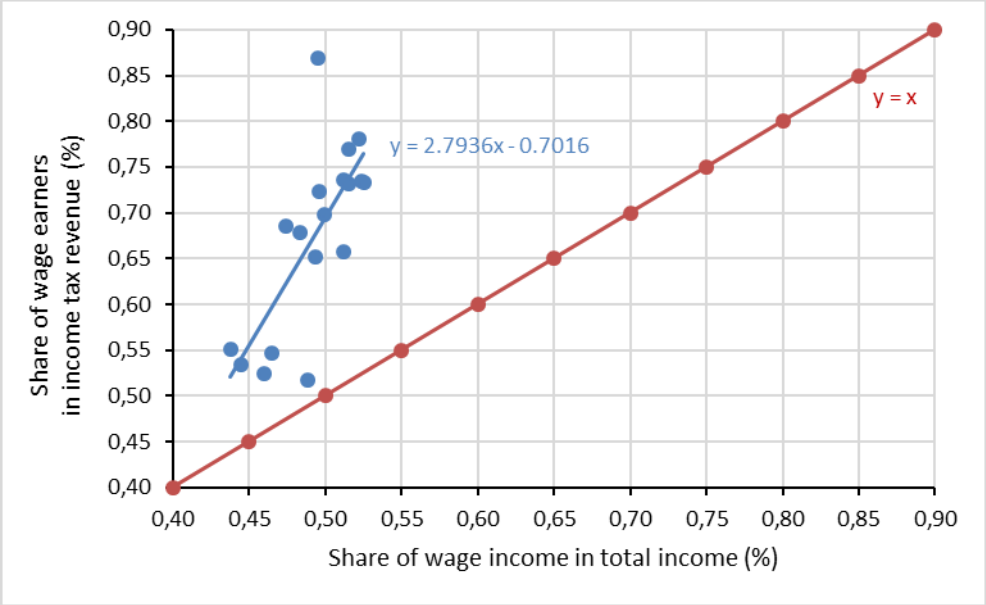


Fig. 3. Deviation from tax justice based on ITRI variables

The red line and dots in Fig. 3 are equidistant from the axes and represent the points of absolute equality between the two variables—namely, the share of wage income in total income and the share of total income tax paid by wage earners. In other words, this line indicates the points where ITRI equals 1 and should be regarded as the reference for tax justice. The blue dots and the linear trend line represent the actual situation. The greater the distance between the actual indicators and the line of absolute equality, the greater the degree of income tax injustice. Moreover, the fact that the blue indicators are positioned in the upper-left region relative to the absolute equality line indicates that ITRI is greater than 1—that is, wage earners are paying more in income tax than their economic representation would warrant.

Fig. 4 illustrates the annual differences between the share of wage earners in the total number of households and the share of total income tax paid by wage earners, which together form the basis of ITDI.

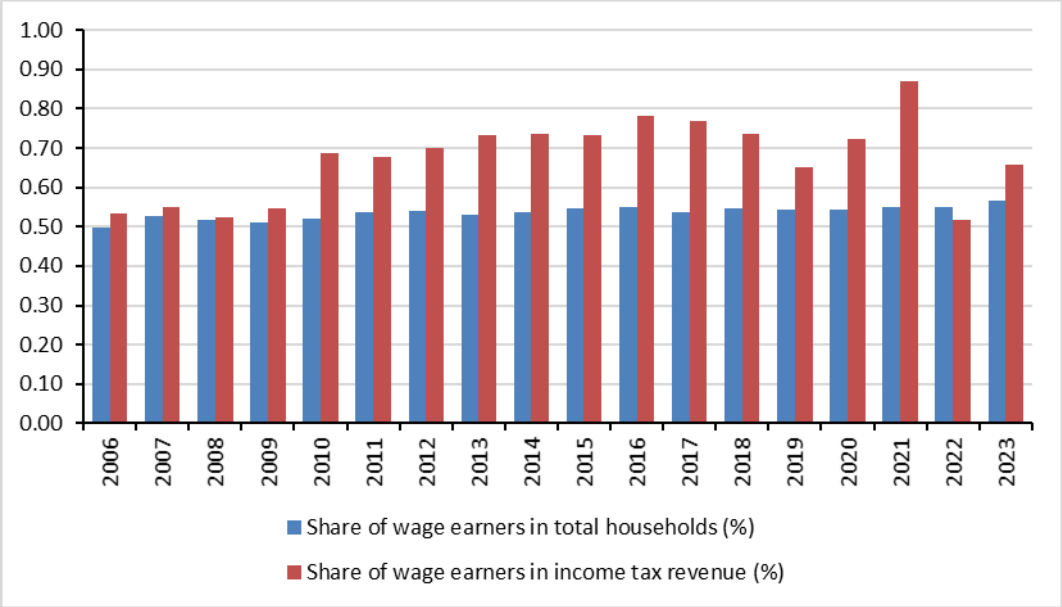


Fig. 4. Comparison of the variables constituting ITDI

Throughout the 2006–2023 period in Türkiye—except for the year 2022—the share of income tax paid by wage earners consistently exceeded their share in the total number of households. The gap between these two variables notably widened starting from 2010. After a reversal in 2022, the difference returned in 2023 to approximately the average level observed in the 2010s. Figure 5 illustrates the annual trends in the share of wage earners within total households and the share of total income tax paid by wage earners, which constitute the basis of ITDI.

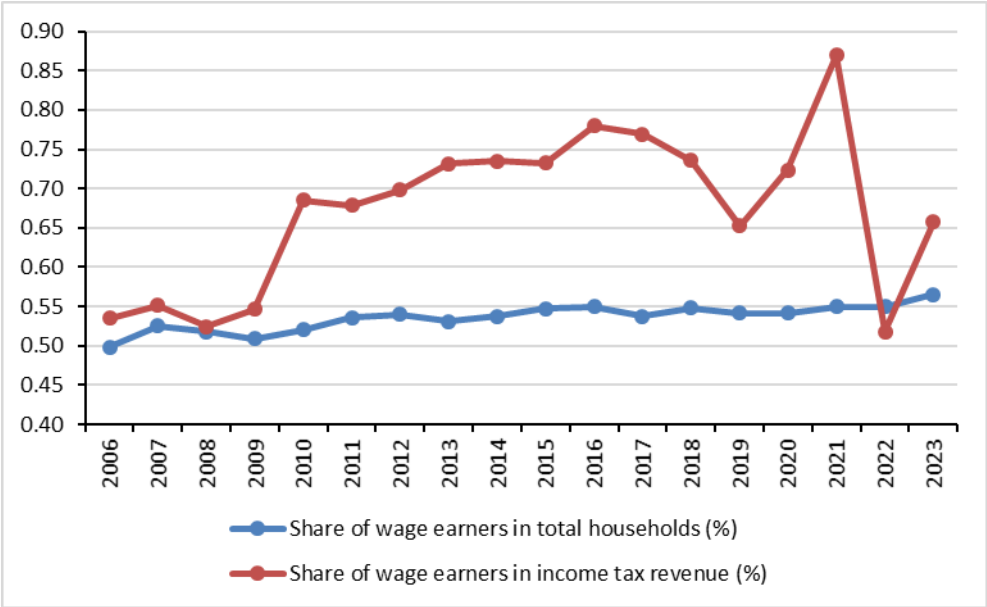


Fig. 5. Trends in the variables constituting ITDI

The share of wage earners within the total number of households shows a steady upward trend over the 2006–2023 period. While the share of income tax paid by wage earners fluctuates from year to year—due to reasons previously explained in relation to Fig. 2—it generally exhibits an upward trajectory throughout the same period.

Fig. 6 presents the yearly correspondence between the share of wage earners within total households and the share of total income tax paid by wage earners, which together form the basis of ITDI.

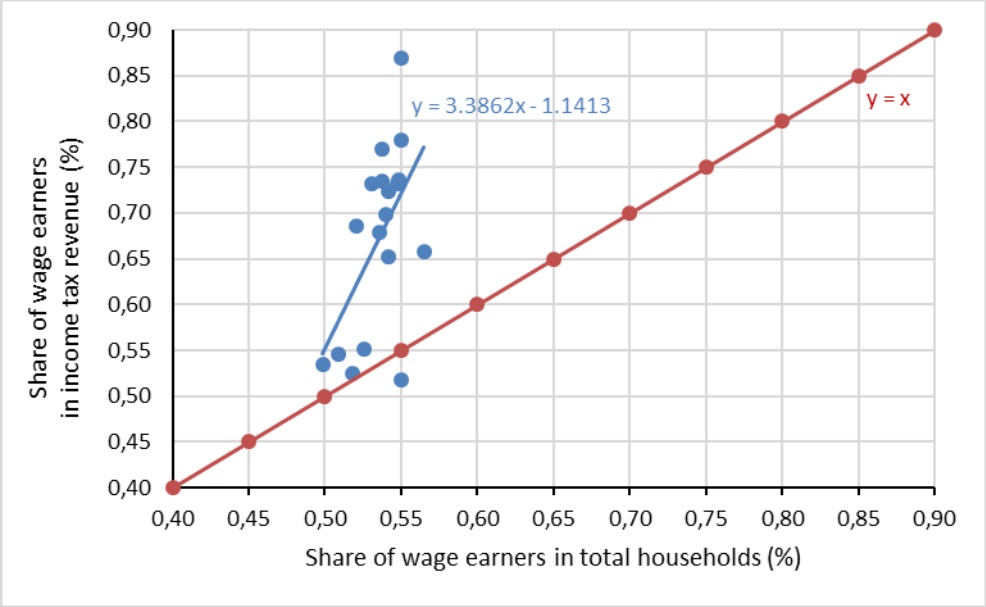


Fig. 6. Deviation from tax justice based on ITDI variables

In Fig. 6, the blue dots representing the actual values and the line indicating their linear trend deviate from the line of absolute equality. Although the degree of deviation is not as pronounced as in the case of the ITRI variables, this still points to a degree of income tax injustice. Only in 2022 do the variables intersect below and to the right of the reference line, indicating that the ITDI in that year favored wage earners.

Following the presentation and interpretation of the variables constituting ITRI and ITDI, the final objective is to present the results of these indices. The findings of ITRI and ITDI, which aim to assess income tax justice for wage earners in Türkiye over the 2006–2023 period, are displayed in Table 1.

Table 1. Empirical findings

Years	Share of wage earners in income tax revenue (%)	Share of wage income in total income (%)	Share of wage earners in total households (%)	Income Tax Representation Index (ITRI)	Income Tax Demographic Index (ITDI)
2006	53.49	44.49	49.86	1.20	1.07
2007	55.13	43.76	52.55	1.26	1.05
2008	52.44	45.99	51.83	1.14	1.01
2009	54.62	46.45	50.92	1.18	1.07
2010	68.55	47.38	52.04	1.45	1.32
2011	67.83	48.36	53.59	1.40	1.27
2012	69.85	49.93	54.00	1.40	1.29
2013	73.16	51.52	53.07	1.42	1.38
2014	73.50	52.36	53.72	1.40	1.37
2015	73.27	52.50	54.74	1.40	1.34
2016	78.01	52.20	55.01	1.49	1.42
2017	76.93	51.50	53.76	1.49	1.43
2018	73.59	51.20	54.81	1.44	1.34
2019	65.25	49.30	54.18	1.32	1.20
2020	72.34	49.60	54.18	1.46	1.34
2021	86.96	49.54	54.98	1.76	1.58
2022	51.79	48.81	54.98	1.06	0.94
2023	65.75	51.20	56.49	1.28	1.16

ITRI has remained above 1 throughout all years, indicating that wage earners have paid more income tax than their economic capacity would warrant. In 2022, due to the income tax exemption applied to the minimum wage, the ITRI value was 1.06, which can be interpreted as a result close to the ideal of full tax justice. As for ITDI, it exceeded 1 in all years except 2022, which implies that wage earners paid more income tax than their demographic representation would suggest. Only in 2022 did the ITDI fall slightly below 1 (0.94), indicating a more favorable tax justice outcome for wage earners. Additionally, the ITDI values of 1.05 in 2007 and 1.01 in 2008 also suggest near-equitable outcomes in those years.

Figure 7 presents the trends of ITRI and ITDI for the 2006–2023 period in Türkiye.

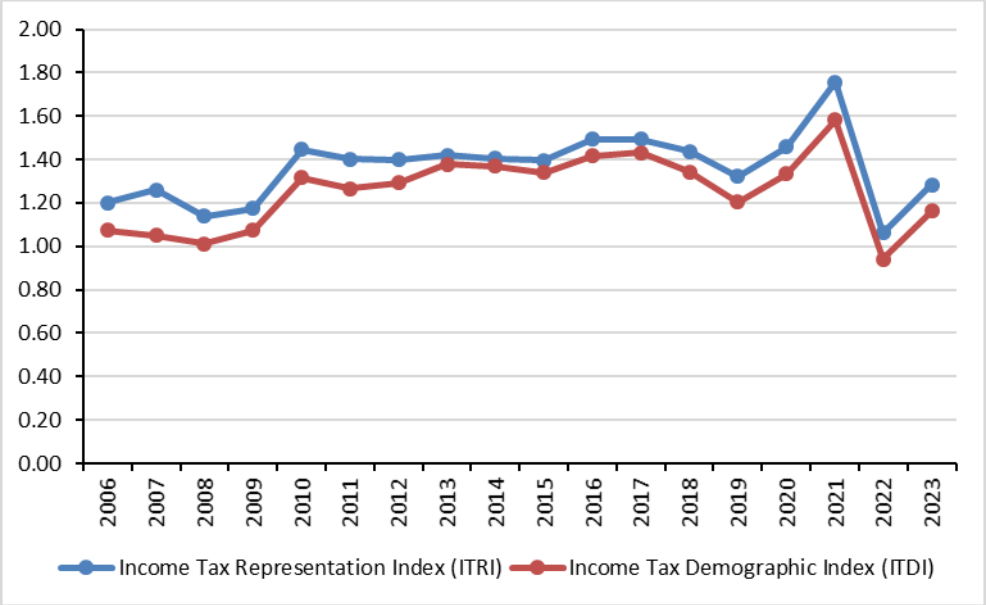


Fig. 7. Trends of ITRI and ITDI

The overall trend of the ITRI and ITDI indices demonstrates a general parallelism. When the two indices are compared, it becomes evident that the ITRI has consistently remained higher than the ITDI. In other words, the excess tax burden wage earners bear relative to their economic capacity exceeds the burden they bear relative to their demographic representation. Both indices exhibit an upward trend starting from 2010, reaching a peak in 2021. A notable break occurs in 2022, primarily due to the implementation of income tax exemptions for the minimum wage. However, from 2023 onwards, both indices enter a renewed upward trajectory, indicating a resurgence in the tax burden disproportionate to wage earners' representation.

4. CONCLUSION

This study develops two distinct indices to measure income tax justice for wage earners. The first is the Income Tax Representation Index (ITRI), which considers the taxes paid by wage earners relative to their economic capacity. The second is the Income Tax Demographic Index (ITDI), which evaluates taxes paid in relation to their demographic representation. Utilizing these indices, the study assesses income tax justice for wage earners in Türkiye over the 2006–2023 period. Overall, both indices reveal a pattern of income tax injustice against wage earners. Only in 2022 is a partial improvement in tax justice observed, largely due to the income tax exemption introduced for the minimum wage. Despite the continuation of this exemption, the renewed upward trend in both indices from 2023 onward is attributed to fiscal drag and inflation tax driven by high inflation, which erodes the intended relief and reinstates the disproportionate tax burden on wage earners.

REFERENCES

Diamond, P., and Saez, E. (2011). The case for a progressive tax: From basic research to policy recommendation. *Journal of Economic Perspectives, 25*(4), 165–190.

Galle, B. (2008). Tax fairness. *Washington and Lee Law Review, 65*(4), 1323–1379.

Ricardo, D. (1817). *On the Principles of Political Economy and Taxation*. London: John Murray.

Sevilla-Bernabéu, B., and Del-Valle-Calzada, E. (2024). Tax policies with a human rights perspective: towards greater tax justice. *South African Journal of Accounting Research, 38*(3), 264–277.

Smith, A. (1776/2007). *Wealth of Nations*. New York: Cosimo.

Sugin, L. (2014). Payroll taxes, mythology, and fairness. *Harvard Journal on Legislation, 51*(1), 113–170.

Turkish Ministry of Treasury and Finance (2024). *General Government's Financial Statistics*. Accessed at: https://en.hmb.gov.tr/general-government.

Turkish Revenue Administration (2006–2023). *Annual Activity Reports*. Accessed at: https://www.gib.gov.tr/kurumsal/stratejik-yonetim/faaliyet-raporlari.

Turkish Statistical Institute (2024a). *Income Distribution Statistics (Distribution of Annual Equivalised Household Disposable Income Types by Ordered Quintiles, 2006-2023)*. Accessed at: https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Gelir,-Yasam,-Tuketim-ve-Yoksulluk-107.

Turkish Statistical Institute (2024b). *Household Consumption Expenditure Statistics (Number of Households by Main Source of Income)*. Accessed at: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr

AYNI MADDELERDEN OLUŞAN BİYOLOJİ TESTİNDE FARKLI GRUPLARIN MADDE ANALİZLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Sevil ÖZCAN
Aydın Adnan Menderes University, Aydın Vocational School of Health Services, 09010 Efeler, Aydın
ORCID: 0000-0001-6352-0255
Şengül ŞENTÜRK
Aydın Adnan Menderes University, Aydın Vocational School of Health Services, 09010 Efeler, Aydın
ORCID: 0000-0003-4330-0700

ÖZET

Bu çalışmada, çok sayıda katılımcı ile gerçekleştirilen sınavlarda test grupları oluşturulurken kullanılan yöntemlere bağlı testin güvenirliği (KR20), maddelerin gücü (Pj), maddelerin ayırıcılık indeksi (Rjx) ile öğrenci başarısına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 8 farklı programda sağlık teknikerliği eğitimi alan 122 öğrenci ile öntest-sontest kontrol gruplu deneysel çalışma deseni kullanılarak biyoloji dersi Hücre ve Canlıların Temel Bileşenleri konularında çoktan seçmeli 20 maddelik testler kullanılmıştır. Öntest (ÖT) ile katılımcıların konulara ilişkin bilgi düzeyleri belirlenmiş, ardından 4 saatlik konu anlatımı ve öntest sonuçlarına göre başarı ortalamaları eşit dört gruba (A, B, C ve D) ayrılmış ve sontest (ST) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Testlerin güvenirlik katsayıları ÖT=0,74, sırasıyla ST=0,73, 0.79, 0.77 ve 0.84 olup gerekli güven düzeyini sağlamaktadır. ÖT ve ST'lerde maddelerin güçlük düzeyleri bir testte olması gerektiği gibi kolaydan-zora farklı maddelerden oluştuğu saptanmıştır. Madde ayırıcılık indeksleri değerlendirildiğinde Rjx< .20 olup testten çıkarılması gereken soru sayısı ÖT=2, ST A=2, B ve C=1 iken D'de atılmayı gerektirecek soru bulunmamaktadır. Aynı zamanda ÖT ve ST'lerde Rjx>=.40 mükemmel ayırıcılığa sahip soru sayıları kontrol edildiğinde ÖT ile A, B ve C grupları için n=12, en önemli deney grubumuz olan D=15 olarak belirlenmiştir. Grupların ÖT, ST puanları korelasyon testleriyle karşılaştırıldığında anlamlı fark saptanamamıştır (p>.05). Ancak öğrencilerin ÖT ve ST puanları, biyoloji konularında kendini bilgi sahibi ve ilgi duyduğunu belirtenlerin puan ortalamalarının istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksektir (p<,01). Sağlık eğitimi alan gençlerin yaklaşık ½'si canlıların yapısını inceleyen bilim dalı olan biyolojiye ilgi duymadığını ifade etmiştir, bu dikkat çekici bir noktadır ve araştırılması gereken bir konu olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: biyoloji, test güvenirliği, öğrenci başarısı, madde güçlük indeksi, madde ayırıcılık indeksi, test grubu

COMPARING ITEM ANALYSES OF DIFFERENT GROUPS IN A BIOLOGY TEST CONSISTING OF THE SAME ITEMS

ABSTRACT

In this study, the exams that conducted with a large number of participants, an attempt has been made to determine the impact of the methods used in forming test groups on test reliability (KR20), item difficulty (Pj), item discrimination index (Rjx), and student performance. For this purpose, an experimental design by a pretest-posttest control group was carried out with 122 students enrolled in eight different health technician training programs. Multiple-choice tests consisting of 20 items were used to assess the topics "Cells and the Fundamental Components of Living Organisms" in the biology course. The pretest was administered to determine participants' initial knowledge levels. Following a four-hour lecture, students were divided into four equal achievement-based groups (A, B, C, and D) according to their pretest results. Subsequently, the posttest was conducted. The reliability coefficients of the tests were Pretest = 0.74, and respectively Posttest = 0.73, 0.79, 0.77, and 0.84 indicating that they met the required level of reliability. The difficulty levels of the items in both the pretest and posttest were found to be appropriately distributed, consisting of a range of items from easy to difficult, as expected in a well-structured test. When evaluating the item discrimination indices, it was found that the number of items requiring removal due to Rjx < 0.20 was 2 in the pretest, and in posttest groups A=2, B and C=1, while no items required removal in group D. Additionally, when examining the number of items with Rjx ≥ 0.40, which indicates excellent discrimination, it was determined that 12 items met this criterion in the pretest and in groups A, B, and C of the posttest, while 15 items met this criterion in group D, which was the most critical experimental group. When the pretest and posttest scores of the groups were compared using correlation tests, no significant difference was found ($p > .05$). However, the pretest and posttest scores of students who reported having prior knowledge and interest in biology topics were statistically significantly higher ($p < .01$). Approximately half of the students receiving health education stated that they have no interest in biology, the science that studies the structure of living organisms. This is a noteworthy finding and suggests an area that warrants further investigation.

Keywords: biology, test reliability, student achievement, item difficulty index, item discrimination indices, test group

YENİ ŞİDDET ALANI: DİJİTAL ŞİDDET

Aybala ÇAYIR
Aksaray Üniversitesi

ÖZET

Gelişen iletişim teknolojileri ile insanların hayatında önemli bir yer edinen Dijital çağın getirdiği büyük değişimlerle birlikte, insanlar arasındaki etkileşim biçimleri de hızla evrilmiştir. İnternet ve sosyal medya platformlarının yaygınlaşması, bireyler arasında daha hızlı ve kolay iletişim kurmayı mümkün kılarken, hemen her yaştan, cinsiyetten ve kültürden insanların çevrelerini genişleteceği, iletişim kurabileceği, bilgi ve deneyimlerini paylaşıp üzerinde tartışmalar yapabileceği bir platform haline gelmiştir. Bu platformlar aynı zamanda dijital şiddet gibi yeni ve ciddi toplumsal sorunları da beraberinde getirmiştir.

Son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile birlikte şiddet türlerinin içerisine dijital şiddet adında yeni bir başlık eklenmektedir. Dijital şiddet, günümüz dijital çağının ortaya çıkardığı önemli bir toplumsal sorundur. İnternet ve dijital platformlar üzerinden gerçekleştirilen bu tür şiddet, mağdurlar üzerinde derin psikolojik ve sosyal etkiler bırakmaktadır.

Dijital şiddet, geleneksel şiddet türlerinin dijital ortamda yeniden üretilmesidir ve genellikle anonimlik, erişim kolaylığı ve hız gibi dijital dünyanın sunduğu özelliklerden yararlanır. Dijital şiddet, teknolojik araçlar ve internet üzerinden, bireylerin fiziksel, duygusal ve psikolojik zarar görmelerine neden olan her türlü davranış olarak tanımlanabilir. Bu tür şiddet, sosyal medya, e-posta, anlık mesajlaşma uygulamaları, oyun platformları ve diğer dijital araçlar kullanılarak bireylerin psikolojik ve duygusal sağlığını etkileyen eylemler olarak öne çıkmaktadır.

Bu bağlamda bu bildiride, dijital şiddet kavramı tanımlanarak, dijital şiddetin türleri, etkileri ve çözüm önerileri ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Dijital şiddet, sosyal medya, internet

KAYNAKÇA

Kavuk Kalender, M. ve Keser, H. (2020). “Sosyal Paylaşım Siteleri ve Siber Zorbalık”. İ. Tanrıkulu (Ed). Siber Zorbalık. Ankara: Anı Yayıncılık.

Kaygısız, G. E. (2019). Şiddetin E-Hali: Siber Zorbalık. TİHEK Akademik Dergi (Şiddetin Önlenmesi Özel Sayısı), 4-5, 161-174.

YENİ BİR KAVRAM: EV GENCİ

Aybala ÇAYIR
Aksaray Üniversitesi

ÖZET

Toplumların sosyal yapılarında yaşanan değişim ve dönüşüm, gençlerin yaşam biçimlerini, değer yargılarını ve sosyal rollerini de derinden etkileyen bir süreç olmuştur. Teknolojinin ve dijitalleşmenin hızla ilerlediği günümüzde, gençlerin yaşam biçimleri de köklü değişiklikler göstermektedir.

Gençlerin hem eğitim hem de iş gücü piyasalarındaki durumları, toplumların ekonomik ve sosyal dinamikleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, yeni bir kavram olarak ortaya çıkan "Ev Genci" kavramı, gençlerin toplumsal yaşamda pasifleşmesini ifade eden önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda, özellikle Türkiye'de, "ev genci" terimi giderek daha fazla kullanılmakta ve toplumsal bir sorun olarak dikkat çekmektedir. Bu kavram, ne eğitimde ne istihdamda olan, yani "NEET" (Not in Education, Employment, or Training) kategorisindeki gençleri ifade etmektedir. Bu gençler, hem ekonomik hem de sosyal açıdan önemli bir kesimi oluşturmaktadır.

Ev Genci, genellikle 18-24 yaş arasındaki gençleri tanımlar ve bu bireyler, eğitimde veya istihdamda yer almadıkları için toplumsal ve ekonomik hayata daha az katılım gösterirler. Tuik verilerine göre ülkemizde 4 milyon ev genci olduğu biliniyor. İstatistiklere göre ülkemizde 3 gençten 1'i ev genci.

Ev genci sorununun çözümü, bireysel düzeyden aileye, üniversitelere, sivil topluma ve devlete dek çok katmanlı tedbirler gerektirmektedir. Gençlere çok erken yaşlardan itibaren mesleki beceriler kazandırılması, toplumun gerçek ihtiyaçlarına yönelik eğitim sistemleri tasarlanması ve yükselen trendlere uygun olarak gençlerin yeteneklerini geliştirdikleri alanlarda "ustalaşmaları" için zemin hazırlanması önemlidir.

Sonuç olarak bu bildiri, "Ev Genci" kavramını tanımlayarak, nedenlerini, etkilerini ve bu durumla mücadele için yapılması gerekenleri detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ev genci, Tuik, istihdam

KAYNAKÇA

Tolgay, C. & Çakır, Ö. (2022). Ne eğitimde ne istihdamda olan gençlerin genç işsizliğine yönelik algıları üzerine bir araştırma. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Ss. 1680-1707.

TÜİK. (2024) İstatistiklerle gençlik 2023. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/ adresinden 05 Kasım 2024 tarihnde alınmıştır.

Usanmaz, A. (2024). Ne eğitimde ne istihdamda olan (Neet) gençlik üzerine bir inceleme. Çukurova Araştırmaları, 10(1), 19-37.

ANNELERİN ÇOCUK YETİŞTİRME TUTUMLARI ve OKUL ÖNCESİ ÇOCUKLARIN YARALANMA DAVRANIŞI İLİŞKİSİ

Prof. Dr. Arzu ÖZYÜREK
Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Gelişimi Bölümü
ORCID: 0000-0002-3083-7202
Prof. Dr. Yasemin AYDOĞAN
Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü
ORCID: 0000-0002-9802-7820

ÖZET

Okul öncesi yaş grubu çocuklar oldukça hareketlidirler ve kendilerine veya başkalarına zarar verecek davranışları ayırt edemeyebilirler. Bu aşamada, anne ve babaların çocuklarına yönelik tutum ve davranışları önem kazanır. Bu çalışmada, okul öncesi çocuğa sahip annelerin çocuk yetiştirme tutumları ile çocukların yaralanma davranışları arasındaki ilişkiyi incelemek amaçlanmıştır. Nicel olarak tasarlanan çalışmada, çalışma grubunu kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle kendilerine ulaşılabilen, okul öncesi 4-6 yaş grubunda çocuğu olan 104 anne oluşturmuştur. Verilerin toplanmasında Kişisel Bilgi Formu, çocuk yetiştirme tutumlarının belirlenmesinde Özyürek (2017) tarafından geliştirilen Anne Baba Çocuk Yetiştirme Tutumları Ölçeği A Formu, çocukların yaralanma davranışlarının belirlenmesinde Uysal vd. (2008) tarafından Türkçeye uyarlaması yapılan Yaralanma Davranışı Kontrol listesi kullanılmıştır. Verilerin analizinde betimsel istatistikler, Kruskal Wallis H testi, tek yönlü varyans analizi ve Spearman Korelasyon Katsayısı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda annelerin aşırı hoşgörülü çocuk yetiştirme tutumlarının baskın olduğu, çocukların yaralanma davranışlarının ise düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Çocukların yaralanma davranışları annelerinin yaşı ve çocuk sayısına göre anlamlı farklılık göstermemiştir. Annesi lise ve üniversite mezunu çocukların annesi ilkokul mezunlarına göre, annesi memur ve profesyonel bir mesleğe sahip çocukların annesi çalışmayan veya işçi olanlara göre yaralanma davranışının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çocukların yaralanma davranışları ile annelerin otoriter tutumları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı, fakat demokratik ve aşırı hoşgörülü tutumları arasında zayıf yönlü anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Annelerin demokratik tutumları arttıkça çocukların yaralanma davranışlarının azaldığı, aşırı hoşgörülü tutumları arttıkça yaralanma davranışlarının da arttığı belirlenmiştir. Ebeveyn tutumlarının çocuklar üzerindeki etkilerinden ve araştırma bulgularından hareketle, çocukların yaralanma davranışlarının önlenmesine yönelik öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ebeveyn tutumları, yaralanma davranışı, okul öncesi dönem

THE RELATIONSHIP BETWEEN MOTHERS' PARENTING ATTITUDES AND INJURY BEHAVIOR OF PRESCHOOL CHILDREN

ABSTRACT

Preschool children are very active and may not be able to distinguish behaviours that may harm themselves or others. At this stage, the attitudes and behaviours of mothers and fathers, towards their children gain importance. In this study, it was aimed to examine the relationship between child rearing attitudes of mothers with preschool children and children's injury behaviours. In the quantitatively designed study, the study group consisted of 104 mothers with preschool children in the 4-6 age group who could be reached by using the convenience sampling method. Personal Information Form was used to collect the data, Parent Child Raising Attitudes Scale Form A developed by Özyürek (2017) was used to determine child rearing attitudes, and Injury Behaviour Checklist adapted into Turkish by Uysal et al. (2008) was used to determine children's injury behaviours. Descriptive statistics, Kruskal Wallis H test, one-way analysis of variance and Spearman Correlation Coefficient were used to analyse the data. As a result of the study, it was determined that mothers' overly tolerant child rearing attitudes were dominant and children's injury behaviours were at a low level. Injury behaviours of children did not differ significantly according to their mothers' age and number of children. It was determined that children whose mothers were high school and university graduates had higher injury behaviours than those whose mothers were primary school graduates, and children whose mothers were civil servants and had a professional occupation had higher injury behaviours than those whose mothers were unemployed or workers. It was determined that there was no significant relationship between the injury behaviours of the children and the authoritarian attitudes of the mothers, but there was a weak significant relationship between the democratic and over-tolerant attitudes of the mothers. It was determined that as the democratic attitudes of the mothers increased, the injury behaviours of the children decreased, and as the over-tolerant attitudes increased, the injury behaviours of the children increased. Based on the effects of parental attitudes on children and the findings of the study, suggestions were developed to prevent children's injury behaviours.

Keywords: Parental attitudes, injury behavior, preschool period

GİRİŞ

Ebeveynlerin çocuklarına yönelik tutum ve davranışları, çocukların gelişimlerini pek çok yönden etkilemekle birlikte çeşitli davranışlarında yönlendirici rol de oynayabilmektedir. Çocuklar yapıları gereği oldukça hareketlidirler ve kendilerine veya başkalarına zarar verecek davranışları ayırt edemeyebilirler. Evde, okulda veya sokakta çeşitli kazalara neden olabilirler.

Bu aşamada, çocukların bakımından birinci derecede sorumlu olarak görülen anne ve babaların çocuklarına yönelik tutum ve davranışları önem kazanır.

Anne-babaların çocuk yetiştirmeye yönelik tutumları demokratik, koruyucu veya aşırı koruyucu, ilgisiz veya kayıtsız tutum, aşırı hoşgörülü, tutarsız, aşırı baskıcı ve otoriter tutumlar şeklinde sıralanabilir. Demokratik tutumda çocuklara kurallar konulurken bu kurallar evdeki tüm bireyler için geçerlidir, çocuğun sorumlulukları ve düşüncelerini belirtme hakkı vardır (Durmuş, 2006). Koruyuculuğun aşırıya kaçtığı tutum şeklinde, çocuğun her işi yetişkinler tarafından yapılıp ona hiçbir sorumluluk verilmemektedir. İlgisiz tutumda, çocuğun varlığı veya yokluğu belli değilken aşırı hoşgörülü tutumda çocuğa sınır koyulmaz (Kaya, 2010). Anne-babaların belirli durumlara yönelik gösterdikleri tepkileri yansıtan tutumları (Özyürek, 2017), çocuklarının nerede ve nasıl davranış sergileyeceğini yönlendirmede etkili olabilir. Anne-babalar gerek model olarak gerekse çeşitli kurallar koyup çocukların bu kurallara uymalarını bekleyerek onların davranışlarını yönlendirebilirler. Bu bağlamda, demokratik tutumu benimseyen anne-babaların çocuğun kendi kararlarını vermesine fırsat verdiği, aşırı baskıcı tutumda davranışlarını sürekli kontrol ederek uyarılarda bulundukları, aşırı koruyucu tutumda çocuğun yerine olacakları önceden sezip davranışına müdahale ettikleri veya ilgisiz tutumda çocuklarının nerede ve ne yaptığıyla ilgilenmedikleri söylenebilir. Bu tutumlar çocukların davranışlarını çeşitli şekillerde yönlendirerek kendilerine veya başkalarının yaralanmasına neden olacak davranışlarda bulunup bulunmama durumlarını etkileyebilir. Bu nedenle ailedeki bireylerin kazalar konusunda eğitim alması, kazaya neden olacak davranışlardan uzak durması, koruyucu tedbirleri alma konusunda farkındalık geliştirmeleri önemlidir. Anneler, çocukların en yakınında bulunan kişilerdir. Annenin kazaya neden olabilecek durumları önleme, kaza anında ilk müdahaleyi yapma konusundaki bilgisi, tutumu ve davranışları çocuğun yaşamını etkileyecek önemi sahiptir. Annelerin evdeki ilaçları çocuğun görüp ulaşamayacağı bir yere saklamaları, çocuk için tehlikeli olabilecek bir durumu önlemelerine örnek olarak verilebilir (Yıldız Çiçekler vd., 2012).

Çocuklar çeşitli kazalar sonucu yaralanabilirler ve bu durum ciddi bir sağlık problemi oluşturabilir. Oysa çocukların sağlıklı yetişmesi için tüm tedbirlerin alınması gereklidir. Yapılan çalışmalarda, Türkiye'deki ailelerin kazalardan korunmaya yönelik bilgilerinin yetersiz olduğu ve çocukların kaza geçirme risklerinin yüksek olduğu saptanmıştır (Akt. Yalaki vd., 2010). Kazalar, 1-4 yaş arası çocukların ölüm nedenleri arasında dördüncü sırada yer almaktadır. Düşme, oyuncakla ve suyla ilgili yaralanmalar, kesici-delici alet yaralanmaları, ilaç vd. kimyasalların kullanımı sonucu yaralanmalar sıklıkla görülebilir. Oysa bu durumlar, basit

tedbirler alınarak önlenebilir (Altuntaş vd., 2013; Şekerci ve İnal, 2016). Çocuk ve aileye ilişkin özellikler yanında yaralanma riskine yönelik bağlamlar da önemlidir. Çocuklarda yaralanmaya neden olan kazaların büyük oranda ev ortamında gerçekleştiği görülmektedir (Yurt ve Keleş, 2019). Özellikle dışa dönük, tehlikeli durumlara ilgi duyan, hareketli ve erkek çocukların kaza risklerinin yüksek olduğu söylenebilir. Bunun yanında sosyo-kültürel düzeyi düşük, ev ortamının kazaların önlenmesine yönelik oluşturulması konusunda bilgisi olmayan ailelerde çocukların kaza ve yaralanma riskleri yüksektir (Uysal vd., 2008).

Çocukluk döneminde çocuğun güvenliğinin sağlanması, yaralanma davranışına neden olabilecek durumların önceden tespit edilerek önlemlerin alınması gerekmektedir. Günlük yaşamda pek çok ortam ve olay çocuklarda kazaya, dolayısıyla yaralanmalara neden olabilir. Yurt ve Keleş (2019), okul öncesi çocuklarla yaptıkları çalışmada yaralanma bağlamının çocukların yaralanma riski davranışlarında anlamlı fark yarattığını, sokakta yaralandığını ifade eden çocukların daha fazla yaralanma riski davranışı sergilediği belirlenmiştir. Ayrıca sokak, park ya da diğer alanlarda yaralanma yaşayan erkek veya kız çocuklarının yaralanma riski davranışlarında anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır. Risk faktörleri belirlenebildiğinde kaza ve yaralanmalar öngörülüp önlenebilmektedir. Bu kapsamda çocuklara güvenli çevre düzenlemesi yapılması, güvenli araçlar kullanılması önemlidir (Baysal ve Birinci, 2006). Çocukların tehlikeli durumların ve kazaların bilincinde olmayışı, çevredeki risk durumlarına açık olması, vücut dengelerini yeterince sağlayamamaları, hareketli ve dikkatsiz olmaları, özellikle meraklı olmaları nedeniyle düşmeler başta olmak üzere çeşitli kazalara maruz kaldıkları görülmektedir. Bu da çocuğu ve aileyi, dolayısıyla toplumu yakından ilgilendiren maddi ve manevi çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir (Altuntaş, 2013; Şekerci ve İnal, 2016; Erdem vd., 2024).

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada annelerin çocuk yetiştirme tutumları ile okul öncesi yaştaki çocuklarının yaralanma davranışı ilişkisini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmada ayrıca annelerin çocuk yetiştirme tutumları ve çocukların yaralanma davranışlarının demografik bazı değişkenlere göre farklılık oluşturup oluşturmadığını ortaya koymak amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Çalışma betimsel ve ilişkisel tarama modelinde tasarlanmış ve nicel yöntem benimsenmiştir. İlişkisel taramalarda, birden fazla değişken arasında değişim olup olmadığı ve eğer bir değişim varsa yönünün belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır (Karasar, 2013). Bu çalışmada, annelerin

tutumlarıyla çocukların yaralanma davranışları arası ilişki olup olmadığı ve varsa bu ilişkinin hangi yönde olduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma Grubu

Çalışma grubunu kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemiyle kendilerine ulaşılabilen, çocuğu 4-6 yaş grubunda ve çalışmaya katılmaya gönüllü 104 anne oluşturmuştur.

Tablo 1. Çalışma Grubundaki Annelerin Demografik Özellikleri

Değişkenler		N	%
Yaş	25 yaş ve altı	9	8,7
	26-30 yaş	25	24,0
	31-35 yaş	41	39,4
	36-40 yaş	19	18,3
	41 yaş ve üzeri	10	9,6
Çocuk Sayısı	1 çocuk	39	37,5
	2 çocuk	42	40,4
	3 ve üzeri	23	22,1
Aile Yapısı	Çekirdek	93	89,4
	Geniş	7	6,7
	Tek ebeveynli	4	3,8
Öğrenim Durumu	İlköğretim	17	16,3
	Lise	28	26,9
	Üniversite	59	56,7
Mesleği	Çalışmıyor	46	44,2
	Memur	13	12,5
	İşçi	19	18,3
	Profesyonel	26	25,0

Tablo 1'de görüldüğü gibi çalışma grubundaki annelerin çoğunluğu 26-35 yaş aralığındadır ve %40,4 oranında iki çocuğa sahiptirler. Annelerin %89,4'ü çekirdek aile yapısına sahip, %56,7'i üniversite mezunu ve %44,2'i ev hanımıdır.

Veri Toplama Araçları

Verilerin toplanmasında, katılımcıların yaşı, cinsiyeti, öğrenim durumu, mesleği ve çocuk sayısı değişkenlerinin sorgulandığı kişisel bilgi formu; annelerin çocuk yetiştirme tutumlarının belirlenmesinde Anne-Baba Çocuk Yetiştirme Tutum Ölçeği (ABTÖ) A Formu ve okul öncesi çocukların yaralanma riski davranışlarının belirlenmesinde Yaralanma Davranışı Kontrol listesi (YDKL) kullanılmıştır.

Özyürek (2017) tarafından geliştirilen ABTÖ, toplam 38 madde ve üç alt boyuttan (demokratik tutum, baskıcı-otoriter tutum ve aşırı hoşgörülü tutum) oluşan beşli likert tipinde bir ölçektir. Cronbach alfa katsayısı Demokratik Tutum alt boyutu için 0,87, Baskıcı ve Otoriter Tutum alt boyutu için 0,77, Aşırı Hoşgörülü Tutum alt boyutu için 0,72 olarak bulunmuştur. Ölçekte ters madde bulunmamaktadır. Alınan yüksek puan, ilgili alt boyuta ilişkin anne-baba tutumlarının daha baskın olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Bu çalışma örnekleminde ölçeğin alt

boyutlarına ilişkin güvenirlik katsayıları Demokratik Tutum için 0,98, Baskıcı ve Otoriter Tutum için 0,64, Aşırı Hoşgörülü Tutum için ise 0,85 olarak belirlenmiştir.

Speltz vd. (1990) tarafından geliştiren YDKL'nin Türkçeye uyarlaması Uysal vd. (2008) tarafından yapılmıştır. Beşli likert tipinde 26 maddeden oluşan ölçekte, maddeler 0-4 arası puanlanmaktadır. Cronbach alfa katsayısı 0,87 olarak belirlenmiştir. Kontrol listesinden alınan puanın 48 ve daha fazla olması, çocuğun yaralanma davranışı riskinin yüksek olduğu, düşük olması ise riskin düşük olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Daha sonra Yurt ve Keleş (2019) tarafından Doğrulayıcı Faktör Analizi ile ölçeğin yapısının doğrulanıp doğrulanmadığı test edilmiştir. Yapılan DFA sonucunda, ölçekten bir madde çıkarılmıştır. Bu çalışma örnekleminde ölçeğin 26 maddelik yapısının güvenirlik katkasıyı 0,91 olarak bulunmuştur.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Verilerin bir kısmı annelere ölçüm araçlarının verilip doldurulması istenerek, bir kısmı ise veri toplama araçlarının Google formlar platformuna aktarılarak oluşturulan bağlantı linkinin paylaşılmasıyla toplanmıştır. Toplanan veriler bilgisayar ortamına aktarılarak normallik dağılımları Kolmogorov Smirnov Testi ile incelenmiştir. YDKL, ABTÖ Demokratik ve Aşırı Hoşgörülü Tutum alt boyut puanlarının anlamlılık değeri 0,5'ten küçük bulunmuştur. Çarpıklık ve basıklık değerleri, histogram ve Q-Q plot grafikleri de incelendiğinde, yalnızca ABTÖ Otoriter Tutum alt boyutunda dağılımın normal olduğu görülmüştür. Buna göre kişisel verileri ve ölçek puanları arası farkın incelenmesine yönelik analizlerde Otoriter Tutum alt boyutu için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve diğer puanlar için Kruskal Wallis H Testi kullanılmıştır. İki ölçek puanı arası ilişkinin incelenmesinde ise Spearman Brown Korelasyon Katsayısı kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde elde edilen bulgulara tablolar eşliğinde yer verilmiştir. Tablo 2'de ABTÖ ve YDKL puanları betimsel analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 2. ABTÖ ve YDKL Puanları Betimsel Analiz Sonuçları

Ölçümler		N	En Düşük	En Yüksek	Ort.	Std. Sapma
YDKL Toplam		104	0,00	64,00	23,92	15,15
ABTÖ	Demokratik Tutum	104	15,00/0,39	74,00/1,95	39,87/1,04	22,43
	Baskıcı ve Otoriter Tutum	104	19,00/1,58	51,00/4,25	35,36/2,94	6,32
	Aşırı Hoşgörülü Tutum	104	15,00/1,36	51,00/4,64	33,27/3,02	8,92

Tablo 2'de görüldüğü gibi annelerin görüşlerine göre çocukların YDKL puan ortalamaları 23,92'dir. Ölçekten alınabilecek puanların kesme noktası (48 puan ve üzeri yüksek risk, altı düşük risk) dikkate alındığında, çalışma grubundaki annelerin okul öncesi yaş grubu çocuklarının yaralanma risk davranışlarının oldukça düşük düzeyde olduğu söylenebilir.

Annelerin ABTÖ alt boyut puanları, alınabilecek en düşük ve en yüksek puanlara göre incelendiğinde, annelerin en yüksek ortalama puanı Aşırı Hoşgörülü Tutum alt boyutundan aldıkları, en düşük puanı ise Demokratik Tutum alt boyutundan aldıkları görülmektedir. Buna göre çalışma grubundaki annelerin çocuklarına yönelik baskın tutumunun aşırı hoşgörülü tutum olduğu, bunu baskıcı ve otoriter tutumun izlediği, en az demokratik tutuma sahip oldukları söylenebilir.

Tablo 3. Anne Yaşına Göre YDKL ve ABTÖ Puanları Analiz Sonuçları

Ölçümler		**Yaş**	**N**	**X̄**	**S**	**x^2/F**	**p**
YDKL		25 yaş ve altı	9	16,11	8,46	x^2=9,272	0,055
		26-30 yaş	25	29,68	16,26		
		31-35 yaş	41	25,58	15,58		
		36-40 yaş	19	18,36	14,25		
		41 yaş ve üzeri	10	20,30	11,24		
ABTÖ	Demokratik Tutum	25 yaş ve altı	9	33,88	22,36	x^2=2,740	0,602
		26-30 yaş	25	34,28	21,02		
		31-35 yaş	41	41,17	22,78		
		36-40 yaş	19	43,68	22,38		
		41 yaş ve üzeri	10	46,70	24,85		
	Baskıcı ve Otoriter Tutum	25 yaş ve altı	9	31,44	10,96	F=1,233	0,302
		26-30 yaş	25	34,76	6,04		
		31-35 yaş	41	36,41	5,79		
		36-40 yaş	19	35,47	4,68		
		25 yaş ve altı	10	35,90	6,27		
	Aşırı Hoşgörülü Tutum	25 yaş ve altı	9	35,77	6,83	x^2=1,934	0,748
		26-30 yaş	25	33,44	9,23		
		31-35 yaş	41	33,09	9,34		
		36-40 yaş	19	31,73	9,29		
		25 yaş ve altı	10	34,30	8,27		

Tablo 3'e göre annelerin yaşı ile YDKL ve ABTÖ istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Yani çocukların yaralanma davranışı ve annelerin çocuk yetiştirme tutumları, annelerin yaşına göre farklılık göstermemektedir.

YDKL bulgularıyla benzer olarak Çiçekler vd. (2012), 0-6 yaş aralığında çocuğa sahip annelerin, çocuklarının ev kazalarını önlemede güvenlik önlemli almaları açısından yaşa göre anlamlı fark olmadığını saptamışlardır. Farklı bir bulgu olarak Yalaki vd. (2010), anne ve babaların yaşlarının küçük olması durumunda çocukların ev kazası geçirme risklerinin arttığını saptamışlardır. Şekerci ve İnal (2016), 0-6 yaş grubunda ve kaza nedeniyle hastaneye yatan çocukların anneleriyle yaptıkları çalışmada, annenin yaşı ile çocuğun kaza geçirme sıklığı arasında anlamlı bir fark olmadığını saptamışlardır. Uslu Küçük vd. (2024), okul öncesi yaşta çocuğa sahip ebeveynlerle yaptıkları çalışmada, ebeveynin yaşı ile ev kazalarıyla ilgili güvenlik önlemlerini tanılamaları arasında anlamlı fark olmadığını saptamışlardır.

Tablo 4. Çocuk Sayısına Göre YDKL ve ABTÖ Puanları Analiz Sonuçları

	Ölçümler	Yaş	N	X̄	S	x^2/F	p
YDKL		1 çocuk	39	24,79	16,53	x^2=0,242	0,886
		2 çocuk	42	22,92	14,05		
		3 çocuk ve üzeri	23	24,26	15,19		
ABTÖ	Demokratik Tutum	1 çocuk	39	39,05	22,93	x^2=2,113	0,348
		2 çocuk	42	38,28	22,58		
		3 çocuk ve üzeri	23	44,17	21,74		
	Baskıcı ve Otoriter Tutum	1 çocuk	39	34,23	7,01	F=1,006	0,369
		2 çocuk	42	36,00	5,72		
		3 çocuk ve üzeri	23	36,13	6,15		
	Aşırı Hoşgörülü Tutum	1 çocuk	39	33,28	8,60	x2=0,470	0,791
		2 çocuk	42	33,88	9,60		
		3 çocuk ve üzeri	23	32,17	8,42		

Tablo 4'e göre annelerin çocuk sayısı ile YDKL ve ABTÖ istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur (p>0,05). Yani çocukların yaralanma davranışı ve annelerin çocuk yetiştirme tutumları, annelerin çocuk sayısına göre farklılık göstermemektedir.

YDKL bulgularıyla benzer olarak Şekerci ve İnal (2016), 0-6 yaş grubunda ve kaza nedeniyle hastaneye yatan çocukların anneleriyle yaptıkları çalışmada, çocuk sayısı ile çocuğun kaza geçirme sıklığı arasında anlamlı bir fark olmadığını saptamışlardır. Uysal vd. (2008) çalışmalarında, doğum sırasının çocukların yaralanma riski puanlarında anlamlı farklılık oluşturmadığı, en düşük puana sahip grubun ilk çocuklar olduğu saptanmış ve bu durum çocukların yaşlarının daha büyük olması nedeniyle tehlikeyi fark etme oranlarının yüksek olabileceği görüşüyle açıklanmıştır. Yıldız Çiçekler vd. (2012), çalışmalarında annelerin güvenlik önlemi almalarıyla çocukların ilk sırada doğup doğmamaları arasında anlamlı fark olmadığını, kazalara yönelik önlem alma konusunda en yüksek puanı üç çocuğu olan annelerin aldığını saptamışlardır. Çocuk sayısı fazla olan annelerin önceki çocuklarıyla yaşadıkları deneyimleri, kazalarla ilgili hangi önlemleri alabileceğine ilişkin öngörülerde bulunmasını sağlayabilir. Bu çalışmanın aksine Yalaki vd. (2010), çalışmalarında çocuk sayısı arttıkça çocukların kaza geçirme olasılığının arttığını saptamışlardır. Bu çalışmada çocukların 4-6 yaş aralığında olması dışında çocuklara ilişkin başka bir değişken ele alınmamış, konu anneler açısından ele alınmıştır. Fakat erkek çocukların daha hareketli olması veya çocukların yaşları büyüdükçe belli bazı davranışların sonuçlarını tahmin etme becerilerinin artacağı beklenen bir sonuç olarak görülebilir.

Tablo 5. Anne Öğrenim Durumuna Göre YDKL ve ABTÖ Puanları Analiz Sonuçları

Ölçümler		Yaş	N	X̄	S	x^2/F	p
YDKL		İlköğretim	17	14,11	8,46	8,824	**0,012***
		Lise	28	26,57	14,74	Fark: İlköğretim<lise,	
		Üniversite	59	25,49	15,89	üniversite	
ABTÖ	Demokratik Tutum	İlköğretim	17	47,11	22,18	3,009	0,222
		Lise	28	33,39	20,97		
		Üniversite	59	40,86	22,73		
	Baskıcı ve Otoriter Tutum	İlköğretim	17	36,41	8,35	0,301	0,740
		Lise	28	34,92	6,22		
		Üniversite	59	35,27	5,77		
	Aşırı Hoşgörülü Tutum	İlköğretim	17	31,64	10,17	1,567	0,457
		Lise	28	34,85	7,78		
		Üniversite	59	33,00	9,08		

*p<0,05

Tablo 5'e göre annelerin öğrenim durumu ile YDKL puanları arasındaki fark anlamlı iken (p<0,05) ABTÖ puanları arasında anlamlı bir fark yoktur (p>0,05). Farkın kaynağına ilişkin yapılan Mann Whitney U testine göre ilköğretim mezunu annelerin çocuklarının YDKL puanı (14,11), lise ve üniversite mezunu olanların puanından anlamlı düzeyde daha düşüktür. Yani annesi lise ve üniversite mezunu çocukların yaralanma davranışı annesi ilk-ortaokul mezunlarından daha fazladır. Annelerin çocuk yetiştirme tutumları ise annelerin öğrenim durumuna göre farklılık göstermemektedir.

YDKL bulgularıyla ilgili olarak alan yazında farklı bulgulara rastlanmıştır. Şekerci ve İnal (2016), 0-6 yaş grubunda ve kaza nedeniyle hastaneye yatan çocukların anneleriyle yaptıkları çalışmada, ortaokul ve daha üst öğrenime sahip annelerin ev kazaları konusunda daha fazla güvenlik önlemi aldıklarını saptamışlardır. Uslu Küçük vd. (2024), okul öncesi yaşta çocuğa sahip ebeveynlerle yaptıkları çalışmada, düşük eğitim ve gelir düzeyine sahip olanların ev kazalarına yönelik güvenlik önlemleri konusunda bilgilerinin yeterli olmadığını saptamışlardır. Yıldız Çiçekler vd. (2012), çalışmalarında ilköğretim mezunu annelerin ortaöğretim ve lisans mezunu annelere göre ev kazalarını önleme konusunda daha fazla tedbir aldıklarını saptamışlardır. Bu bulgunun çalışma bulgularını desteklediği söylenebilir. Düşük sosyo ekonomik düzeyde ve kazaları önlemeye yönelik bilgi sahibi olmayan aileye sahip çocukların kaza, yani yaralanma riskleri daha fazladır (Uysal vd., 2008). Fakat bu çalışmada, lise ve üniversite mezunu annelerin çocuklarının yaralanma davranışlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, öğrenim düzeyi yüksek annelerin çocukların davranışlarına yönelik hassasiyetlerinin daha yüksek olduğu ve yaralanmayla sonuçlanabileceği endişesi taşıdıklarını düşündürebilir. Yalnızca öğrenim durumu değil kaza ve yaralanmalar konusunda ebeveynlerin eğitimi, yaralanmaların kontrol altına alınmasında etkilidir. Ayrıca korumada en önemli

faktörlerden biri bireysel güvenlik danışmanlığı olduğundan bu konuya önem verilerek zaman ayrılması gerekmektedir (Baysal ve Birinci, 2006).

Tablo 6. Anne Mesleğine Göre YDKL ve ABTÖ Puanları Analiz Sonuçları

Ölçümler		Yaş	N	X̄	S	x^2/F	p
YDKL		Çalışmıyor	46	20,00	14,58	11,262	**0,010***
		Memur	13	32,38	18,96	Fark: Çalışmıyor<memur,	
		İşçi	19	21,89	14,85	profesyonel;	
		Profesyonel	26	28,11	12,01	işçi<profesyonel	
ABTÖ	Demokratik Tutum	Çalışmıyor	46	47,47	23,59	5,894	0,117
		Memur	13	34,00	21,93		
		İşçi	19	37,78	21,30		
		Profesyonel	26	30,88	17,40		
	Baskıcı ve Otoriter Tutum	Çalışmıyor	46	36,89	7,10	2,114	0,103
		Memur	13	32,92	6,61		
		İşçi	19	33,57	5,65		
		Profesyonel	26	35,19	4,52		
	Aşırı Hoşgörülü Tutum	Çalışmıyor	46	31,41	8,64	6,004	0,111
		Memur	13	33,07	10,99		
		İşçi	19	32,84	8,09		
		Profesyonel	26	37,00	8,19		

*p<0,05

Tablo 6'ya göre annelerin mesleği ile YDKL puanları arasındaki fark anlamlı iken (p<0,05) ABTÖ puanları arasında anlamlı bir fark yoktur (p>0,05). Farkın kaynağına ilişkin yapılan Mann Whitney U testine göre çalışmayan/ev hanımı annelerin çocuklarının YDKL puanı (20,00), memur ve doktor veya öğretmen gibi profesyonel mesleğe sahip olanların puanından, annesi işçi olanların puanı (21,89) profesyonel mesleğe sahip olanların puanından anlamlı düzeyde daha düşüktür. Buna göre annesi memur veya profesyonel mesleğe sahip çocukların yaralanma davranışı annesi çalışmayan/ev hanımı ve işçi olanlardan daha fazladır. Annelerin çocuk yetiştirme tutumları ise annelerin mesleğine göre farklılık göstermemektedir.

YDKL bulgularıyla ilgili olarak çalışmayan/ev hanımı annelerin çocuklarının yaralanma davranışlarının daha düşük olması, annelerin çocuklarını daima gözetim altında tutabilmeleri, çalışan annelerin ise çocukların davranışlarının yaralanmaya sebep olabileceği endişesi taşımalarıyla açıklanabilir. Annelerin meslekleri ve öğrenim durumlarının birbiriyle ilişki olabileceğinden hareketle, daha bilinçli ve çocuklarının yaralanmalarına neden olabilecek durumlarla ilgili önlemler almaları beklenebilir. Fakat bu annelerin işleri nedeniyle çocuklarıyla daha az birlikte olmaları, evde birlikte geçirilen zaman dilimi içerisinde ise çocuklarının hareketlerinin yaralanma nedeni olabileceği yorumu yapmalarına neden olabilir. Yıldız Çiçekler vd. (2012), çalışmalarında esnaf ve ev hanımı annelerin çocuklarının ev kazalarını önleme konusunda daha fazla tedbir aldıklarını saptamışlardır. Bu bulgunun çalışma bulgularını desteklediği söylenebilir. Çalışma bulgularından farklı olarak Altuntaş vd. (2013), 0-14 yaş

arası çocukların maruz kaldığı kazaları inceledikleri çalışmalarında, 143 çocuk hastadan %87,4'ünün annesinin ev hanımı olduğunu, çocukların en fazla düşme nedeniyle hastaneye yattığını belirlemişlerdir. Şekerci ve İnal (2016), 0-6 yaş grubunda ve kaza nedeniyle hastaneye yatan çocukların anneleriyle yaptıkları çalışmada, annenin çalışma durumu ile ev kazalarında güvenlik önlemi almaları arasında anlamlı bir fark olmadığını saptamışlardır. Uslu Küçük vd. (2024), okul öncesi yaşta çocuğa sahip ebeveynlerle yaptıkları çalışmada, ebeveynin çalışma durumuyla ev kazalarıyla ilgili güvenlik önlemlerini tanılamaları arasında anlamlı fark olmadığını saptamışlardır. Çalışmalarda, çocukluktaki önlenebilir kazalar konusunda bilgilendirme yapılmasının kazaları en aza indireceği vurgulanmıştır.

Tablo 7'de annelerin çocukların YDKL ve annelerin ABTÖ puanları Spearman Brown Korelasyon analizi sonuçları verilmiştir.

Tablo 7. YDKL ve ABTÖ Puanları Arasındaki Korelasyon Analizi Sonuçları

	Demokratik Tutum	Baskıcı ve Otoriter Tutum	Aşırı Hoşgörülü Tutum
r	-0,315**	-0,147	0,216*
p	0,001	0,138	0,028
N	104	104	104

Tablo 6'da görüldüğü gibi YDKL ve ABTÖ Demokratik Tutum (r=-0,315, p=0,001) ve Aşırı Hoşgörülü Tutum (r=0,216, p=0,028) alt boyut puanları arasında zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki vardır. Bu ilişkinin yönü Demokratik Tutum için negatif, Aşırı Hoşgörülü Tutum için pozitif yönlüdür. Buna göre annelerin demokratik tutumları arttıkça çocukları yaralanma davranışlarının azaldığı, aşırı hoşgörülü tutumlarının arttıkça yaralanma davranışlarının da arttığı söylenebilir. YDKL ve ABTÖ Baskıcı ve Otoriter Tutum alt boyut puanı arasında ise anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir (p>0,05).

Alan yazında yer alan evde kaza geçiren çocuklarla ilgili çoğu çalışmada, çocukların yanında annelerinin bulunduğu dikkat çekmektedir. Yani çocuklar yalnız olduğunda değil, anneleriyle birlikteyken daha fazla kaza geçirip yaralanmaktadırlar (Akt. Şekerci ve İnal, 2016). Bu durum aşırı koruyucu veya aşırı hoşgörülü annelik tutumuyla ilişkilendirilebilir. Çocuğun annesinin varlığına ve sorumluluğuna güvenerek tehlike oluşturabilecek davranışlar sergilemesi ve daha rahat davranması söz konusu olabilir.

ABTÖ sonuçlarıyla ilgili olarak, çalışmada annelere ait değişkenler ile çocuk yetiştirme tutumları arasında anlamlı farklılık olan bir sonuç elde edilmemiştir. Annelerin çocuk yetiştirme tutumlarının yaş, çocuk sayısı, öğrenim durumu aile yapısı, mesleği, aile geliri, yetiştirilme tarzları gibi pek çok kişisel ve aileye ilişkin değişkenlere göre farklılıkların saptandığı

çalışmalar (Sak vd., 2015; Abalı Öztürk vd., 2023; Erol, 2024) yanında farklılıkların olmadığı çalışmalar da yer almaktadır. Yapılan çalışmalarda genel olarak öğrenim düzeyi ve aile geliri yüksek, çekirdek aileye sahip, çocuk sayısı az ve profesyonel meslek grubundaki ebeveynlerin çocuk yetiştirme tutumlarının daha olumlu olduğu yönündedir. Bu çalışmada, ebeveyn tutumlarının kişisel değişkenlerle göre farklılaşmamasının nedeni katılımcıların tümünün annelerden oluşması, yaşlarının 26-35 aralığında olması, yaklaşık oranlarda %90'ının çekirdek aileye sahip olması, %57'sinin üniversite mezunu olması ve %44'ünün çalışmayan-ev hanımı anneler olmasından kaynaklanabilir. Daha homojen bir grupla çalışılması, farklı sonuçların elde edilmesini sağlayabilir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Okul öncesi 4-6 yaş çocuğa sahip annelerin çocuk yetiştirme tutumları ile çocukların yaralanma davranışının incelendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Çalışma grubundaki annelerin çocuklarına yönelik tutumları daha çok aşırı hoşgörülü tutumdur.
- Çalışma grubundaki annelerin okul öncesi çocuklarının yaralanma davranışları düşük düzeydedir.
- Çocukların yaralanma davranışları annelerinin yaşı ve çocuk sayısına göre anlamlı farklılık göstermemiştir.
- Çocukların yaralanma davranışları annelerinin öğrenim göre farklılık göstermiştir. Lise ve üniversite mezunu annelerin çocuklarının yaralanma davranışları annesi ilk-ortaokul mezunlarına göre daha fazladır.
- Çocukların yaralanma davranışları annelerinin mesleğine göre farklılık göstermiştir. Memur ve profesyonel mesleğe sahip annelerin çocuklarının yaralanma davranışları işçi veya çalışmayan/ev hanımı annelerin çocuklarına göre daha fazladır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda bazı öneriler geliştirilmiştir.

- Anneler, çocuklarının beli bazı kararları kendilerinin vermesi konusunda destekleyici olabilir, çocuklarına sorumluluk verebilir ve davranışlarının sonuçlarını tartışabilirler. Aşırı koruyucu ve aşırı hoşgörülü tutumlar, çocukların kendi davranışlarının sorumluluğuna almalarına engel olabilir. Kendisini koruyup kollayan bir ebeveyni olduğu sürece çocukta davranışlarını kontrol etmesi gerektiği düşüncesi gelişmeyebilir. Bu nedenle ebeveynler, demokratik ve yetkeci tutum sergileyerek çocukların yaralanmaya neden olabilecek davranışları tahmin etmeleri ve bu davranışlarında ölçülü olmaları konusunda kontrolü çocuklara bırakabilirler.

- Okul öncesi yaştaki çocuklar, gelişimsel özellikleri nedeniyle meraklı ve çok hareketlidirler. Çocukların ev ortamında rahat edebileceği bir ortam olması, zarar verebilecek sehpa, süs eşyaları vb. kaldırılması önerilebilir. Ayrıca çocukları enerjilerini atabilmeleri için belli sürelerle park, bahçe gibi alanlara götürülmesi, açık havada yürüyüş ve oyun etkinliklerine dahil olmalarının desteklenmesi önemlidir.
- Bu çalışmada çocuklara ilişkin özellikler ele alınmamıştır. İleriki çalışmalarda çocuğun cinsiyeti, yaşı, okula devam durumu ve mizaç özellikleri gibi değişkenler ele alınabilir. Öğretmen tutumlarının çocukların sınıf içi yaralanmaya neden olabilecek davranışlara etkileri incelenebilir.

Küçük çocuklar, kazalar ve bunun sonucunda yaralanmalar yönünden risk grubundadırlar. Ebeveynlerin ve çocukla ilgilenen yetişkinlerin çocuğun bakım sorumluluğu gereği çevre düzenlemesi ve çocuğun hareketlerini izleyerek kontrollü davranması gibi çeşitli önlemleri alması elbette önemlidir. Fakat aynı zamanda, çocukları davranışlarının sonuçları hakkında bilgilendirmeleri, tehlikeli olabilecek durumları öğretmeleri, aşırı hoşgörülü ve koruyucu tutum yerine çocuklarına sorumluluklar vererek bilinci davranışlar sergilemeye yönlendirmeye çalışmaları önemlidir.

KAYNAKÇA

Abalı Öztürk, Y., Şahin, Ç., & Demir, M. K. (2023). Okul öncesi dönem çocuğa sahip ebeveynlerin çocuk yetiştirme stillerinin incelenmesi. *International Social Sciences Studies Journal*, 9 (115), 8314-8326.

Altuntaş, M., Kaya, M., Demir, Ş., Oyman, G., Metecan, A., Rastgel, H., & Öngel, K. (2013). 0-14 yaş arası çocuklarda önlenebilir nitelikteki kazaların belirlenmesi ve ilişkili tedbirlerin alınması. *Smyrna Tıp Dergisi*, 28-33.

Baysal, S. U., & Birinci, A. (2006). Çocukluk çağında kazalar ve yaralanma kontrolü. *Türkiye Klinikleri Pidiatrik Bilimler* (Sosyal Pediatri Özel Sayısı), 2 (2), 64-78.

Durmuş, R. (2006). 3-6 yaş arası çocuğu olan ebeveynlerin kişilik özellikleri ile anne baba tutumlarının bazı değişkenlere göre incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Erdem, F. M., Erbay Dündar, P. Çallı, B. Y., Akbulut, C., Bayar, B., Erdoğdu, B. N., Yıldırım, C. & İgit, C. (2024). Kentsel ve yarı-kentsel iki aile sağlığı merkezine başvuran ebeveynler örneğinde: 0-6 yaş çocuklarda ev kazaları sıklığı ve etkileyen faktörler. *Sağlık ve Toplum*, 34 (1), 107-116.

Erol, E.T. (2019). Anne-baba tutumları ile 5-10 yaş grubu çocukların davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesi, *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 5(16), 597-617.

Karasar, N. (2013). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Nobel.

Kaya, A. (2010). İlköğretim öğrencilerinin anne-babalarının çocuk yetiştirme tutumlarının kişilik özelliklerine göre değişkenliğinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Özyürek, A. (2017). Okul öncesi çocuğa sahip anne-babalara yönelik "çocuk yetiştirmeye ilişkin anne-baba görüşleri ölçeği" ve "anne-baba tutum ölçeği" geliştirme çalışması. *Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi,* 2 (1), 26-38.

Sak, R., Şahin Sak, İ., Atlı, S., & Şahin, B. (2015). Okul öncesi dönem: anne baba tutumları. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3), 972-991.

Şekerci, E., & İnal, S. (2016). Hastanede yatan 0-6 yaş grubu çocukların annelerinin ev kazaları konusundaki bilgi ve uygulamalarının incelenmesi. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi* 3 (3), 160-172.

Speltz, M. L., Gonzales, N., & Sulzbacher, S. vd. (1990). Assessment of injury risk in young children: a preliminary study of the injury behavior checklist, *Journal of Pediatric Psychiatry*, 15 (1), 373-383.

Uslu Küçük, A., Demirbaş, N., & Karaoğlu, N. (2024). Okul öncesi dönemde çocuğu olan ebeveynlerin ev kazalarına yönelik tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi. *The Journal of Turkish Family Physician*, 15 (4), 146-159.

Uysal, A., Ergül, Ş., & Ardahan, M. (2008). Okul öncesi çocuklarda yaralanma riski. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 24(3), 105-114.

Yalaki, Z., Taşar, M.A., Kara, N., Dallar, N., (2010). Sosyoekonomik düzeyi düşük olan ailelerin ev kazaları hakkında bilgi düzeylerinin ölçülmesi. *Akademik Acil Tıp Dergisi*, 9 (3), 129-133.

Yıldız Çiçekler, C., Konuker, R., Alakoç Pirpir, D., & Büyükbayraktar, Ç. (2012). 0-6 yaş grubunda çocuğu olan annelerin ev kazalarına yönelik güvenlik önlemlerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21 (3), 157-174.

Yurt, Ö., & Keleş, S. (2019). 4-5 yaş çocuklarının yaralanma riski davranışlarının cinsiyet, yaralanma tipi ve bağlamı açısından incelenmesi. *Acıbadem Sağlık Bilimleri Dergisi*. 10(4), 581-588.

ERKEN MATEMATİK BECERİLERİNİN BAZI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

Prof. Dr. Yasemin AYDOĞAN
Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü
ORCID: 0000-0002-9802-7820
Prof. Dr. Arzu ÖZYÜREK
Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Gelişimi Bölümü
ORCID: 0000-0002-3083-7202

ÖZET

Bu çalışmada, 3-7 yaş çocuklarının erken matematik becerilerinin yaş, cinsiyet, el tercihi ve kardeş sayısına göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışma grubuna 18 ilden okul öncesi ve ilköğretim birinci sınıfa devam eden 3-7 yaş aralığında tipik gelişim gösteren 2304 çocuk çalışma grubuna dahil edilmiştir. Veriler 2021-2023 eğitim öğretim sürecinde elde edilmiştir. Çocukların matematik becerilerinin değerlendirilmesinde Aydoğan, Akkaya ve Özyürek (2020) tarafından geliştirilen Erken Matematik Testi (EMAT) kullanılmıştır. Çocukların yaş ve gelişimsel özelliklerine uygun görsel ögelerin kullanıldığı test, bireysel olarak uygulanmaktadır. Test toplam 105 madde ve sayı/sayma, geometri ve ölçme alt boyutlarından oluşmaktadır. Verilerin analizinde bağımsız örneklem t testi ve tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda erken matematik becerilerinin çocukların yaşı ve kardeş sayısına göre anlamlı farklılık gösterdiği, çocukların cinsiyeti ve el tercihine göre anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Erken matematik becerileri, okul öncesi dönem, el tercihi, sayı-sayma, ölçme, geometri.

INVESTIGATION OF EARLY MATHEMATICS SKILLS IN TERMS OF SOME VARIABLES

ABSTRACT

In this study, it was aimed to evaluate the early mathematics skills of children aged 3-7 years according to age, gender, hand preference and number of siblings. 2304 children with typical development between the ages of 3-7 years attending preschool and primary school first grade from 16 provinces were included in the study group. Data were obtained during the 2021-2023 academic year. The Early Mathematics Test (EMAT) developed by Aydoğan, Akkaya, and Özyürek (2020) was used to assess children's mathematics skills. The test, which uses visual elements suitable for children's age and developmental characteristics, is applied individually. The test consists of a total of 105 items and number/counting, geometry and measurement sub-dimensions. Independent sample t-test and one-way analysis of variance were used in the

analysis of the data. As a result of the study, it was determined that early mathematics skills differed significantly according to children's age and number of siblings, but did not differ significantly according to children's gender and hand preference.

Keywords: Early mathematical skills, preschool period, handedness, number-counting, measurement, geometry.

GİRİŞ

Erken çocukluk dönemi, gelişimsel açıdan çocukların belirli becerileri kazanma ve öğrenmeye daha hazır ve avantaljı olduğu 0-8 yaş arasını kapsamaktadır. Bu dönemde çocukların bilişsel, sosyal, duygusal ve fiziksel gelişim yanında beyin gelişimi için de teşvik edici bir ortam, yeterli beslenme ve özenli bir bakıma gereksinimi vardır (UNICEF, 2003). Çocukların bilişsel gelişiminde sezgisel dönemden mantıksal düşünmeye, işlem öncesi dönemden somut işlemelere geçişin olduğu bu dönem (Dalga vd., 2019), gelecek yaşamda gereksinim duyacakları pek çok davranış ve beceri için temel oluşturmaktadır. Bu becerilerden biri de matematik becerileridir.

Erken çocukluk yıllarını kapsayan matematik becerilerine yönelik çalışmalarda çocukların matematik kavram ve becerilerinin gelişiminde drama (Demir ve Dere Çiftçi, 2018), oyun (Karaman ve İvrendi, 2015), erken okuryazarlık (Çetin ve Bencik Kangal, 2021) ve matematik eğitim programlarının (Yüzbaşıoğlu ve Tepeli, 2022), manipülatif matematik materyallerinin (Boz vd., 2020) etkisinin olduğu ortaya konmuştur. Bu çalışmalar küçük örneklemlerle gerçekleştirilmiş, yapılan müdahalelerin olumlu etkilerinden yalnızca çalışmaya dahil edilen gruplar yararlanmışlardır. Çocukların matematiksel gelişimini çeşitli değişkenlere göre inceleyen (Çelik, 2015; Polat Unutkan, 2007; Tok ve Ünal, 2020) çalışmalarda, okul öncesi çocukların matematik kazanımlarını edinimlerini daha iyi anlamak için daha fazla çalışma yapılmasına gereksinim olduğu vurgulanmaktadır. Erken çocukluk yıllarında farklı dezavantajları nedeniyle erken deneyimlerden mahrum kalan çocuklara, okul öncesi eğitim sınıflarında matematik öğrenme fırsatı sunulabilir (Whittaker vd., 2020). Okul öncesi eğitim kurumlarına devam etmek, çocukların erken matematik becerilerinin gelişminde önemli bir avantajdır (Esplin vd., 2016). Eğitim programları geliştirmek veya öğretmenleri matematik öğretimi konusunda güçlendirmek gibi girişimler için ise okul öncesi çocukların matematik becerilerinin düzeyinin becerilerinin belirlenmesi, başlangıç noktası olabilir.

Matematik, örüntü ve düzen bilimi olarak tanımlanmaktadır (Gök Çolak, 2020). Erken yaşlarda kazanılacak matematik becerileri çocukların bilimsel düşünme, problem çözme, analiz vb. becerilerini desteklemektedir. Çocukların oldukça erken dönemlerde matematiksel bazı

becerileri edindiği, örneğin bebeklikte temel bir sayı bilincine sahip olduğu, yürüme döneminde nesne miktarını fark edebildiği ve sayıları isimlendirmeye başladığı (Altındağ Kumaş, 2020), küçük çocukların büyüklük, sayı, şekil, miktar, mekânsal ilişkiler gibi bazı matematiksel kavramları algılayabildiği, nesnelerin fonksiyon ve hareketlerini fark ederek günlük rutinlerinde matematik deneyimleri kazanabildiği belirtilmektedir (Ginsburg vd., 2008; Güven, 2000; Harris ve Petersen, 2019). Çocuklar, kültür veya ön yaşantı farkı olmaksızın benzer matematiksel düşünce, strateji ve becerileri geliştirmektedirler (Yüzbaşıoğlu ve Tepeli, 2022). Yaşamın her alanında yer alan matematiksel kavram ve becerilerin çoğu, günlük yaşantı ve deneyimlerle edinilmektedir. Çevreyle etkileşimler arttıkça gelişen matematik becerilerinin, okul öncesi eğitim döneminden itibaren programlı olarak ele alınması büyük yarar sağlamaktadır (Dalga vd., 2019). Erken çocukluk yıllarındaki matematik becerileri sayı ve işlemler, cebir, geometri, ölçme, veri analizi ve olasılık becerilerini kapsamaktadır. Tüm bu beceriler problem çözme, akıl yürütme, ispat, iletişim, ilişkilendirme ve temsilleştirme aracılığıyla kazanılmaktadır (NCTM, 2000). Ayrıca çocukların erken matematik becerileri gelişiminin manipülatif matematik materyalleri kullanımı (Boz vd., 2020), ses bilgisel ve yazı farkındalık becerileri gibi erken okuryazarlık becerileriyle yakından ilişkisi olduğu görülmüştür (Çetin ve Bencik Kangal, 2021).

Vygotsky (1986), sosyo-kültürel öğrenme kuramında çocukların erken matematik kavramlarını ve deneyimlerini aile ve yakın çevredeki yetişkin etkileşimleriyle öğrendiklerini, bu etkileşimlerle ileride daha karmaşık yapıları kavrayabildiklerini ileri sürmektedir. Piaget, çocuğun erken dönemde somut materyallerle etkileşimde bulunmasının, yetişkinlerle günlük yaşam etkileşimlerinin ve sözel becerilerle desteklenmesinin matematik eğitimindeki önemini vurgulamıştır (Ojose, 2008). Bronfenbrenner'in öncülüğünü yaptığı ekolojik gelişim kuramına göre de çocuğa gelişimsel deneyimler sunan ev ortamı, informal matematik deneyimleri ve matematik becerilerinin gelişiminde etkili bir faktördür. Bunun yanında ebeveynlerin matematik ve matematik öğrenmeye yönelik tutumları veya inançları, matematiğe ilgileri, deneyimleri, matematik etkinliklerine katılımı (Karakuş, 2022), öğrenim düzeyi, çocuk sayısı ve sosyoekonomik durumu (Tok ve Ünal, 2020) vb. faktörlerin çocukların matematik başarısı üzerine etkili olduğu görülmüştür.

Erken çocukluk döneminde matematik bilgi ve becerileri, informal ve formal yollarla edinilmektedir. İnformal matematik, çocuğun yaşantısıyla iç içe, oyun oynama vb. günlük deneyimler yoluyla öğrenilen yeterliliklerden oluşurken formal matematik okul öncesi eğitim kurumlarında öğretilen matematik kavram ve becerilerinden oluşmaktadır (Fuson vd., 2015; Purpura vd., 2013; Verdine vd., 2014). Çocuklarda erken dönem matematik becileri edinimi

eşleştirme, sınıflandırma, karşılaştırma, sıralama, örüntü oluşturma ve akıl yürütme, sayılar/sayma, işlemler, ölçme, geometri ve uzamsal bilgi şeklinde bir sıra izlemektedir (Altındağ Kumaş, 2020). Çocuğun günlük yaşamında matematikle meşgul olması, konuşurken matematiksel kavramları kullanması, mutfakta eşleştirme yapması, sofra kurması, örüntü oluşturması, arkadaşlarıyla sokakta sayışma yapması veya yetişkinlerin matematik deneyimlerini genişletmek üzere çocuğa fırsatlar sunması doğal ve informal şekilde ortaya çıkan eğlenceli öğrenme etkinlikleridir (Harris ve Petersen, 2019; Perry ve Dockett, 2018). Erken çocukluk döneminde kazanılan matematik becerileri, çocuğun yakın çevresindeki somut nesnelerle etkileşimlerini içeren günlük deneyimlerle gelişmektedir. Daha sonra okuldaki formal eğitim, yetişkinin etkili rehberliği ve desteğiyle pekiştirilmektedir. Bu süreçte çocuğun öğrenmesini desteklemek için kullanılan temel matematik faaliyetleri arasında oyunlar, sayı ve şekil kitapları, hikâye ve masallar, şarkılar, parmak oyunları ve çevredeki nesnelerin kullanıldığı etkinlikler, kütüphane ziyareti, müze ve park gibi alanlara yapılan geziler, takvim ve saatle ilgili çalışmalar yer almaktadır (Akman vd., 2000; Geist, 2001; Güven vd., 2012; LeFevre vd., 2009; Melhuish vd., 2008; Öngören ve Gündoğdu, 2021).

Erken matematik eğitiminde çocuğun gelişim düzeyi ve öğrenme ihtiyaçlarına uygun, somuttan soyuta, basitten karmaşığa, deneyerek öğrenmeye fırsat veren aktif öğrenme ortamlarının ve yenilikçi stratejilerin kullanılması (Erdoğan ve Baran, 2003), seçilen yöntem ne olursa olsun içeriğin sürecin parçası olması, doğru zamanda ve doğru şekilde sunulması önemlidir. Yapılan araştırmalar, çocukların bireysel özellikleri ve öğrenme güçlüklerini dikkate alan, özgür seçim fırsatı sunan, motivasyon sağlanan, gerçek materyaller kullanılan deneyimlerin kalıcı öğrenmeler sağladığına dikkat çekmektedir (Claessens ve Engel, 2013; Harris ve Petersen, 2019; Kol, 2012; Perry ve Dockett, 2018). Buna göre günlük yaşamla ilişkilendirilmesi gereken erken matematik eğitiminde işaret, sembol gibi tüm soyut kavramların gerçek nesnelerle somutlaştırıldığı (kaşık, kepçe, bardak, tabak, düğme, su, kum, çamur vb.) öğrenme deneyimleri oldukça önemlidir (Aral ve Doğan Keskin, 2018; Frakes ve Kline, 2000; Sylva vd., 2013; Uslu Çavdarcı ve Ünal, 2021; Vogt vd., 2018). Çocukların matematik öğrenmelerini desteklemede ilk aşama onların erken matematik becerileri düzeyini belirlemek olabilir. Okul öncesi eğitim kurumuna gelen çocuğun erken matematik beceri düzeyi, okul öncesi öğretmenin matematik etkinliklerini planlamada nereden başlayacağı, etkinliklerin içeriği ve sunumu, çocukların değerlendirilmesinde yol gösterici olacaktır. Bu bağlamda çalışmada, 3-7 yaş çocuklarının erken matematik becerilerinin yaş, cinsiyet, el tercihi ve kardeş sayısı durumuna göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

YÖNTEM

Metot

Çalışma genel tarama deseninde, nicel verilere dayalı bir çalışmadır. Tarama modelinde, mevcut durumun olduğu gibi betimlenmesi amaçlanmaktadır (Karasar, 2011). Nicel araştırmalarda, veriler sayılarla sembolize edilirler ve tasarlandıkları çerçevede verilerin nasıl elde edilip değerlendirileceğine göre farklı süreçler izlenir (Zülfikar, 2022).

Çalışma Grubu

Ulaşışabilir örneklem yöntemiyle belirlenen çalışma grubuna 18 ilden okul öncesi ve ilköğretim birinci sınıfa devam eden 3-7 yaş aralığında tipik gelişim gösteren 2304 çocuk dahil edilmiştir. Veriler 2021-2023 eğitim öğretim sürecinde elde edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırma verilerinin toplanmasında, çocukların yaşı, cinsiyeti, el tercihi ve kardeş sayısı bilgilerinin yer aldığı bir form ile erken matematik becerilerinin değerlendirilmesinde Aydoğan, Akkaya ve Özyürek (2020) tarafından geliştirilen Erken Matematik Testi (EMAT) kullanılmıştır.

EMAT, 3-7 yaşlar arasındaki okul öncesi ve ilkokul birinci sınıf çocukların matematik becerilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Test, test eğitimi almış araştırmacılar tarafından çocuklara bireysel olarak uygulanmaktadır. Testteki her maddeye verilen doğru cevaplar "1" puan, yanlış ve geçersiz cevaplar ise "0" puan ile puanlanmaktadır. Elde edilen toplam puanlar, çocukların çok yönlü erken matematik becerilerine ilişkin performanslarını belirlemeye yönelik veriler sunmaktadır. Ölçek alt testleri ve her bir düzey için madde sayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. EMAT Alt Testleri ve Madde Sayıları

EMAT	**Alt Testler**			**Toplam**
Düzey	**Sayı/Sayma**	**Geometri**	**Ölçme**	
1.düzey (3-4 yaş)	15 madde	6 madde	8 madde	29 madde
2.düzey (5-6 yaş)	18 madde	10 madde	9 madde	37 madde
3.düzey (7 yaş)	22 madde	6 madde	11 madde	39 madde
Toplam	55 madde	22 madde	28 madde	105 madde

Tablo 1'de görüldüğü gibi EMAT üç alt testten oluşmaktadır. Test maddeleri, üç farklı yaş düzeyine uygun olarak (okul öncesi 3-4 yaş, okul öncesi 5-6 yaş ve ilkokul birinci sınıf/7 yaş +) farklı zorluk derecelerine sahiptir. Uygulamada, çocukların bireysel gelişim özelliklerine göre, bir sonraki düzeye geçmesine fırsat sunmaktadır. Test maddelerinde çocukların yaş ve gelişimsel özelliklerine uygun görsel ögeler kullanılmıştır. Ölçeğin geçerlik ve güvenirlik

çalışmaları ve norm çalışması yapılmış, norm çalışmasında ölçek güvenirlik katsayıları 0,70-0,88 arasında bulunmuştur (Aydoğan vd., 2020).

Verilerin Toplanması ve Analizi

Verilerin toplanmasında, test uygulama eğitimi almış araştırmacılar görev almıştır. Test verilerinin normal dağılıma uygun olup olmadığı incelenmiş ve yapılan analiz sonuçlarına göre test alt boyutlarının çarpıklık ve basıklık değerlerinin ±2 aralığında olduğu, bu değerlerin normal dağılım göstergesi olduğu kabul edilmiştir (Büyüköztürk vd., 2011; Tabachnick ve Fidell, 2013). Normallik testine dayalı olarak verilerin analizinde ilişkisiz örneklemler için t testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi olarak 0,05 belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çocuklarının erken matematik becerilerinin yaş, cinsiyet, el tercihi, kardeş sayısı, anne-baba öğrenim durumuna göre analiz sonuçları tablolar halinde sunularak yorumlanmıştır.

Tablo 2. Yaşa Göre EMAT Puanları ANOVA Sonuçları

EMAT	Yaş	n	X	S	sd	F	p
Sayı/Sayma	3-4 yaş	762	17.69	9.99	2; 2301	1970.607	.000*
	5-6 yaş	634	31.20	10.33			
	7 yaş	908	46.60	8.12			
Geometri	3-4 yaş	762	9.98	4.54	2; 2301	840.129	.000*
	5-6 yaş	634	14.59	3.66			
	7 yaş	908	17.40	2.82			
Ölçme	3-4 yaş	762	9.97	4.62	2; 2301	1648.658	.000*
	5-6 yaş	634	16.03	4.71			
	7 yaş	908	22.72	4.30			
EMAT Toplam	3-4 yaş	762	37.65	16.98	2; 2301	2024.825	.000*
	5-6 yaş	634	61.83	16.87			
	7 yaş	908	86.73	13.64			

Tablo 2'de çocukların yaşları ile EMAT alt boyut toplam puanları arasındaki farkın anlamlı olduğu ($p<.01$) görülmektedir. Sayı-Sayma, Geometri, Ölçme alt boyutları ve toplam puanlarda birlikte artış görülmektedir. Birimler arası farkların hangi gruplar arasında olduğunu bulmak amacıyla yapılan Scheffe testinin sonuçlarına göre, tüm yaş grupları arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Tok ve Ünal (2020), 60-72 aylık çocuklarla yaptıkları çalışmada, genel olarak çocukların matematik becerilerinin ortanın üzerinde olduğunu, en yüksek puanın ise geometri ve uzamsal muhakeme boyutundan alındığını, bunu sayı/sayma, veri toplama ve istatistiksel farkındalığın izlediğini; en düşük puanın ölçme farkındalığı alt boyutundan alındığını saptamıştır. Aynı zamanda okul öncesi eğitime devam süresinin de matematik becerilerinde farklılık oluşturduğu, iki yıl ve daha fazla okul öncesi eğitime devam eden çocukların matematik becerilerinin daha yüksek olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada çocukların okul öncesi eğitim kurumuna devam etme süresi dikkate alınmamakla birlikte daha büyük yaştaki çocukların küçük yaştakilere göre okul öncesi eğitim kurumuna devam etme veya matematiksel kavramlarla ilgili uyaranlara daha fazla maruz kaldığı söylenebilir. Ayrıca bilişsel beceriler ve matematik gelişimin paralel seyrettiği (Esplin vd., 2016) düşünüldüğünde, yaşa bağlı gelişen bilişsel gelişimin matematik becerileri kazanımlarını edinmede etkili olduğu söylenebilir.

Tablo 3. Cinsiyete Göre EMAT Puanları t-Testi Sonuçları

EMAT	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Sayı/Sayma	Kız	1150	32.54	15.36	2302	.810	.418
	Erkek	1154	33.06	15.59			
Geometri	Kız	1150	14.19	4.71	2302	.162	.872
	Erkek	1154	14.16	5.00			
Ölçme	Kız	1150	16.53	7.11	2302	.918	.359
	Erkek	1154	16.80	7.00			
EMAT Toplam	Kız	1150	63.27	25.90	2302	.698	.485
	Erkek	1154	64.03	26.31			

Tablo 3'te cinsiyet değişkeninin EMAT puanlarında anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmektedir ($p>.05$). Buna göre çocukların erken matematik becerilerinin gelişiminde cinsiyetin etkili bir faktör olmadığı söylenebilir.

Cinsiyet ve matematik becerileri ilişkisini inceleyen çalışmalarda benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Dursun ve Dede (2004), öğretmenlerin görüşlerine göre ilköğretim öğrencilerinin matematik başarısını etkileyen faktörleri araştırdıkları çalışmalarında, öğrencilerin matematik başarısını en az etkileyen faktörün cinsiyet olduğunu saptamışlardır. Diğer bazı çalışmalarda da cinsiyetin matematiksel beceriler üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir (Demir ve Dere Çiftçi, 2018; Karabekmez, 2018; Özturhan, 2021; Polat-Unutkan, 2007; Tok ve Ünal, 2020). Bu bağlamda cinsiyet değişkenin matematik becerilerinde etkili olmadığı ve matematik

becerilerinin cinsiyet gözetilmeksizin her türlü oyun, oyuncak, materyal ve zengin uyarıcılarla desteklenmesinin önemi ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4. El Tercihine Göre EMAT Puanları t-Testi Sonuçları

EMAT	El tercihi	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Sayı/Sayma	Sağ	2036	33.00	15.46	2302	1.674	.094
	Sol	268	31.31	15.57			
Geometri	Sağ	2036	14.19	4.92	2302	.338	.736
	Sol	268	14.08	4.35			
Ölçme	Sağ	2036	16.76	7.07	2302	1.870	.062
	Sol	268	15.91	6.95			
EMAT Toplam	Sağ	2036	63.96	26.13	2302	1.562	.119
	Sol	268	61.31	25.81			

Tablo 4'e göre çocukların el tercihlerine göre EMAT alt boyutları ve toplam puanlarda anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>.05$). Bu sonuçlar sağ ve sol el kullanma konusunda daha ayrıntılı çalışmalar yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda yeni araştırmalarda solaklık terimini sadece el kullanımı ile sınırlandırmamak ve solaklık ile ilgili yatkınlıkları dikkate almak önem taşımaktadır. Bu kapsamda sol eli kullanmak ve sola yatkınlık eğilimlerini; ayaklarda, görme ve duyma gibi süreçlerle bütünleştirerek ele almak yararlı olacaktır.

İnsan beyni sağ ve sol yarımküreden oluşmakta, sağ beyin görsel ve sezgisel olup sanat, müzik, hayal kurma, bütünsel düşünme konularında yardımcı olurken sol yarımküre mantık, matematik, gerçek olaylar, objektif düşünme ve karar vermede yardımcı olmaktadır. Her iki yarımküre de aynı anda çalışır, birbiriyle ilişkilidir ve birbirlerini tamamlayıcıdırlar. Yine de beynin her iki tarafının işlevinin belirli alanlarda daha yoğun olduğu bilinmektedir. Ancak bazı fonksiyonlarda, sol elini kullanan bireylerin beynin her iki yarımküresini daha aktif kullandığı; dil yeteneklerinde, yüz tanımada, mekânsal yeteneklerde, mekânda konum yeteneklerinde daha iyi olduğu görülmüştür. Beynin her iki yarımküresini aynı anda kullanma yetisiyle ilgili bu farklılık, solak bireylerin kalıpların dışında düşünebilmelerini, problemlere farklı çözüm bulma yetisiyle ilgili sağ yarımküreyi daha aktif hale getirerek yaratıcı yollarla çözmesini sağlayabilmektedir (Uludüz, 2023). Matematik ve siyaset gibi zekayla bağlantılı alanlarda solak bireylerin sayısının daha fazla olduğu düşünülmektedir. Kuramsal olarak sol elini kullanan bireylerin beyinlerinin sağ tarafını daha fazla kullanmaları, bunda etken olabilmekte veya küçük yaşlardan itibaren sağ elini kullananların daha fazla olduğu dünyada hayatta kalmak için çözümler üretmeye başlamış olmaları olabilir. Avustralya'da yapılan bir araştırmada da solak

bireylerin video oyunlarında daha avantajlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu duruma solakların bilgiyi beyinde daha hızlı işlemden geçirip daha hızlı hareket etmelerinin etkili olduğu vurgulanmıştır (https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-42093111, 2017). Yazıcı ve arkadaşları (2020) da çalışmalarında, el ve göz tercihlerinde solak sporcuların problem çözme becerilerinin, sağ elini kullananlara göre daha iyi olduğunu belirlemişlerdir. Bu durumu, günlük hayatın sağ elini kullananlara göre dizaynı solakların problem yaşamasına ve bunun üstesinden gelmek için çaba göstererek problem çözme becerilerinde daha başarılı olmalarıyla açıklamışlardır. Yine de sağ ve sol el kullanma konusunda daha ayrıntılı çalışmalar yapılmasına gerek olduğu düşünülmektedir.

Tablo 5. Kardeş Sayısına Göre EMAT Puanları ANOVA Sonuçları

EMAT	Kardeş sayısı	N	$\overline{X}$	S	sd	F	p	Anlamlı fark
Sayı/Sayma	1.Kardeşi yok	513	29.24	15.57	3;2300	13.324	.000*	1-2,3,4
	2.Bir kardeş	981	34.10	15.18				
	3.İki kardeş	564	32.78	15.50				
	4.Üç+kardeş	246	35.08	15.28				
Geometri	1.Kardeşi yok	513	13.37	4.92	3;2300	6.879	.000*	1-2,1-4
	2.Bir kardeş	981	14.53	4.75				
	3.İki kardeş	564	14.15	4.84				
	4.Üç+kardeş	246	14.50	4.98				
Ölçme	1.Kardeşi yok	513	15.13	7.07	3;2300	11.931	.000*	1-2,3,4
	2.Bir kardeş	981	17.32	6.89				
	3.İki kardeş	564	16.61	7.06				
	4.Üç+kardeş	246	17.38	7.22				
EMAT Toplam	1.Kardeşi yok	513	57.74	26.26	3;2300	12.825	.000*	1-2,3,4
	2.Bir kardeş	981	65.96	25.60				
	3.İki kardeş	564	63.56	26.03				
	4.Üç+kardeş	246	66.97	26.08				

Tablo 5'te kardeş sayısı değişkeninin EMAT alt boyutlarında ve toplam puanlarında istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p<.01$) görülmektedir. Sayı-Sayma, Geometri, Ölçme ve toplam puanlarda kardeşi olmayan çocukların matematik becerilerinin daha düşük olduğu ve Scheffe testi sonuçlarına göre, bu grup ile diğer gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Ceylan (2016), iki kardeş olanların dört ve üzeri kardeş olanlara göre erken matematik becerilerinin daha yüksek olduğunu, Karabekmez (2018) tek çocukların sayma becerilerinin kardeşi olanlardan daha yüksek olduğunu, Tok ve Ünal (2020) ise bir kardeşe sahip olanların matematik becerilerinin daha yüksek düzeyde olduğunu ve kardeş sayısı arttıkça matematik beceri düzeyinin azaldığını saptamışlardır. Bu çalışmalar farklı göstergeler sunmasına karşın kardeş sayısının matematik becerilerinde etkili olduğunu vurgulamaktadır.

Bu araştırmada geniş bir örneklemle çalışılmıştır ve elde edilen bulgular hem EMAT toplam hem de alt boyutlarda kardeş sayısının önemli bir faktör olduğunu ortaya koymuştur. Tek çocukların tüm boyutlarda en düşük puanı alması, diğer yandan istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte bir ve üç+ kardeşe sahip çocukların daha yüksek matematik puanları elde etmeleri dikkat çekicidir. Sonuç olarak bu durum kardeşlerin, akran oyunlarının ve etkileşiminin matematik becerilerinin gelişiminde olumlu etkilerinin olduğuna işaret etmektedir. Bu çalışmada kardeşlerin okul öncesi çocuktan büyük veya küçük olması durumunun dikkate alınmaması, çalışmanın sınırlılığı olarak ele alınabilir. Bu kapsamda kardeşlerle ilgili değişkenlerin ele alındığı ayrıntılı çalışmalara gereksinim olduğu söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonucunda, erken matematik becerilerinin çocukların yaş ve kardeş sayısına göre anlamlı farklılık gösterdiği, çocukların yaşı ve kardeş sayısı arttıkça erken matematik becerilerinin arttığı belirlenmiştir. Diğer yandan çocukların cinsiyeti ve el tercihinin erken matematik becerileri üzerinde anlamlı farklılık yaratmadığı belirlenmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar 0-5 yaş arası küçük çocukların herhangi bir örgün eğitimden önce hem geniş hem karmaşık informal matematik becerilerini geliştirdiklerini göstermektedir (Whittaker vd., 2020). Soyut düşünmeye bağlı matematik becerilerinin okul öncesi dönemden hatta doğumdan itibaren desteklenmesi çocuğun matematiği anlayabilmesi, fiziksel ve sosyal çevresinin farkına varabilmesi, okula hazırbulunuşluluk ve akademik başarı açısından büyük önem taşımaktadır. Böylece özellikle erken yaşlarda sunulan nitelikli, zorlu ve erişilebilir matematik eğitimi, çocuğun gelecekte günlük yaşamla ilişkilendirdiği matematik başarısının temelini oluşturacaktır. Erken matematik eğitiminde çocuğun gelişim düzeyine, bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun, somuttan soyuta, basitten karmaşığa, deneyerek öğrenmeye fırsat veren aktif öğrenme ortamlarının ve yenilikçi stratejilerin kullanılması ve içeriğin doğru zamanda ve şekilde sunulması büyük önem taşımaktadır. Bu yönde yapılan araştırmalar da çocukların bireysel özelliklerinin, öğrenme zorluklarının dikkate alındığı, özgür seçim ve motivasyonla desteklenen, gerçek materyallerin yer aldığı deneyimlerin kalıcı öğrenmeler sağladığına dikkat çekmektedir.

Çalışma bulguları dikkate alındığında, küçük yaşlardan itibaren çocukların matematik becerilerinin belirlenmesi ve buna göre desteklenmesine yönelik girişimlerde bulunulması önemli görünmektedir. Ebeveynlerin, tüm gelişim alanlarında olduğu gibi matematik becerileri gelişiminde de rolü büyüktür. Bu nedenle, günlük yaşamda doğal ortamda çocuklarının matematiğe ilgisini artıracak etkinlikler gerçekleştirebilirler. Fakat her şeyden önce, eğer ailelerin matematiğe yönelik olumsuz düşünce ve tutumları varsa bunu çocuklarına yansıtmamaları önemlidir. Okul öncesi çocuklarla çalışan öğretmenlerin, öncelikle konuyla ilgili eksiklerini tamamlamaya yönelik eğitimlere katılma gibi bilinçli çaba göstermeleri önerilebilir. Erken matematik becerilerinin günlük yaşamdaki etkinliklerle kaynaştırılarak olabildiğince doğal ortamda verilmesi, çocukların eğlenerek öğrenmelerine öncelik tanımaları önerilebilir. Matematik öğreniminde aile eğitimi ve katılımının sağlanmasının da önemli olduğu unutulmamalıdır. Araştırmacılar, erken çocukluk döneminde matematik becerileri ile dikkat, algı, okuma-yazmaya hazırlık becerileri vb. değişkenler arasındaki ilişkileri inceleyebilirler. Matematik becerilerinin gelişimine yönelik eğitim programlarının etkinliğini değerlendiren nicel, nitel ve boylamsal çalışmalar yürütülebilir. Dijital çağın yaşandığı günümüzde, matematik becerilerinin desteklenmesine yönelik dijital materyallerin kullanılmasına yönelik projeler geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

Akman, B., Yükselen İpek, A., & Uyanık, G. (2000). *Okul Öncesi Dönemde Matematik Etkinlikleri*. İstanbul: Epsilon.

Aral, N., & Doğan Keskin, A. (2018). Ebeveyn bakış açısıyla 0-6 yaş döneminde teknolojik alet kullanımının incelenmesi. *Addicta: The Turkish Journal on Addiction*, 5, 317-348.

Altındağ Kumaş, Ö. (2020). Okul öncesi dönemde matematik. *The Journal of International Education Science*, 25(7), 16-28

Aydoğan, Y., Akkaya, R., & Özyürek, A. (2020). Erken Matematik Testi (EMAT) Geliştirme, Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 18 (1), 326-350.

Boz, M., Uludağ, G. & Erdoğan, S. (2020). The effect of the manipulative materials on the early mathematical skills. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9 (3), 492-500.

Büyüköztürk, Ş., Çokluk-Bökeoğlu, Ö., & Köklü, N. (2011). *Sosyal Bilimler İçin İstatistik* (7.baskı). Ankara: Pegem.

Ceylan, M. (2016). *Okul Öncesi Dönemde Erken Matematik Yeteneği Düzeyleri* (Yüksek lisans tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Claessens, A., & Engel, M. (2013). How important is where you start? Early mathematics knowledge and later school success. *Teachers College Record*, 115 (6), 6-29.

Çelik, M. (2015). Anasınıfına devam eden 60-72 aylık çocukların matematiksel gelişimlerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 1-18.

Çetin, A., & Bencik Kangal, S. (2021). *The impact of early literacy skills curriculum on early literacy and mathematics skills*, *Kastamonu Education Journal*, 29(2), 514-523.

Dalga, A., Güldenoğlu, İ. B., & Kargın, T. (2019). Anasınıfı çocuklarına yönelik erken matematik becerileri değerlendirme aracı (MATBED): Geliştirme çalışması. *Milli Eğitim*, 49 (227), 289-314.

Demir, E., & Dere Çiftçi, H. (2018). 5-6 yaş çocuklarına sayı kavramını kazandırmada drama çalışmalarının etkisinin incelenmesi. *Erken Çocukluk Çalışmaları Dergisi*, 2 (2), 309-333.

Dursun, Ş., & Dede, Y. (2004). Öğrencilerin matematikte başarısını etkileyen faktörler: Matematik öğretmenlerinin görüşleri bakımından. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 217-230.

Esplin, J.A., Brionne, G., Neilsan, A. M., Austin, B., Blevins-Knabe, B., Hendershof, S. M., & Loesch, L. A. (2016). Numbr line skills and home numeracy activities for preschoolers in center-based and family-based child care. B. Blevins-Knabe, A.M.B. Austin (eds.), *Early Childhood Mathematics Skill Development in the Home Environment*, DOI 10.1007/978-3-319-43974-7_7.

Erdoğan, S., & Baran, G. (2003). Erken çocukluk döneminde matematik. *Eğitim ve Bilim*, 28 (130), 32-40.

Frakes, C., & Kline, K. (2000). Teaching young mathematicians: The challenges and rewards. *Teaching Children Mathematics*, 6 (6), 376-381.

Fuson, K. C., Clements, D. H., & Sarama, J. (2015). Making early math education work for all children. *Phi Delta Kappan*, 97 (3), 63-68.

Geist, E. (2001). Children are born mathematicians: promoting the construction of early mathematical concepts in children under five. *Young Children*, 56 (4), 12-19.

Ginsburg, H. P., Lee, J. S., & Boyd, J. S. (2008). Mathematics education for young children: What it is and how to promote it. *Social Policy Report*, 22 (1), 1-24.

Gök-Çolak, F. (2020). Erken çocukluk döneminde matematik eğitimi kaynak kitaplarında örüntü becerisinin ve örüntüleme süreçlerinin incelenmesi. *Ulakbilge*, 52, 983-994.

Güven, B., Öztürk, Y. Karataş, İ., Arslan, S., & Şahin, F. (2012). Okul öncesi öğretmenlerinin matematik öğrenme ve öğretmeye yönelik inançlarının sınıf ortamına yansımaları. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. 27-30 Haziran. Niğde.

Güven, Y. (2000). *Erken Çocukluk Döneminde Sezgisel Düşünme ve Matematik*. İstanbul: Ya-Pa.

Harris, B., & Petersen, D. (2019). Developing math skills in early childhood. *Mathematica Policy Research*, 2-6, https://www.mathematica.org/publications/developing-math-skills-in-early-childhood, 12/03/2022.

https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-42093111. (2017). Solak olmanın avantajları. Erişim tarihi: 15.10.2023.

Karabekmez, S. (2018). *Okul Öncesi Eğitimi Alan 5 Yaş Çocuklarının Sayı Becerilerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi* (Yüksek lisans tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Karakuş, H. (2022). Erken Matematik Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 5(1), 197-220. http://doi.org/10.33400/kuje.1059336

Karaman, S. & İvrendi, A. (2015). Okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerileri ile onların sosyodemografik özellikleri ve sosyo-dramatik oyunları arasındaki ilişki. *Eğitim ve Bilim*, 40(177), 313-326.

Karasar, N. (2011). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Nobel.

Kol, S. 2012. Okul öncesi eğitimde teknolojik araç-gereç kullanımına yönelik tutum ölçeği geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 20 (2), 543-554.

LeFevre, J., Skwarchuk, S., Smith Chant, B. L., Fast, L., Kamawar, D., & Bisanz, J. (2009). Home numeracy experiences and children's math performance in the early school years. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 41, (2), 55-66.

Melhuish, E. C., Phan, M. B., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (2008). Effects of the home learning environment and preschool center experience upon literacy and numeracy development in early primary school. *Journal of Social Issues*, 64 (1), 95-114.

NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va. Nctm.

Ojose, B. (2008). Applying Piaget's theory of cognitive development to mathematics instruction, *The Mathematics Educator*, 18 (1), 26-30.

Öngören, S., & Gündoğdu, S. (2021). Erken çocukluk döneminde geleneksel çocuk oyunlarıyla matematik. *Kastamonu Education Journal*, 29 (5), 1052-1064.

Özturhan, M. (2021). *6 Yaş Çocuklarının Geometrik Şekilleri Tanıma Becerileri, Korunum Becerileri ve Erken Matematik Becerilerinin İncelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Perry, B., & Dockett, S. (2018). Using a bioecological framework to ınvestigate an early childhood mathematics education intervention. *European Early Childhood Education Research Journal*, 26 (4), 604-617.

Polat Unutkan, Ö. (2007). Okul öncesi dönem çocuklarının matematik becerileri açısından ilköğretime hazır bulunuşluğunun incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 32, 243-254.

Purpura, D. J., Baroody, A. J., & Lonigan, C. J. (2013). The transition from ınformal to formal mathematical knowledge: mediation by numeral knowledge. *Journal of Educational Psychology, 105* (2), 453-464.

Sylva, K., Sammons, P., Lydia, Chan, L. L. S, Melhuish, E., Siraj Blatchford, I., & Taggart, B. (2013). The effects of early experiences at home and pre-school on gains in English and mathematics in primary school: A multilevel study in England. *Z Erziehungswiss*, 16 (2), 277-301.

Tabachnick, B.G., Fidell, L.S. (2013*). Using Multivariate Statistics* (Sixth ed.) Pearson, Boston.

Tok, Y., & Ünal, M. (2020). Investigation of mathematical skills of 60-72 months old children attending preschool education in terms of some variables. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 9(1), 168-184.

Uludüz, D. (2023). Solak kişilerin beyinleri daha mı iyi çalışıyor? Erişim: https://www.deryauluduz.com/solak-kisilerin-beyinleri-daha-mi-iyi-calisiyor/ Erişim tarihi: 15.10.2023.

UNICEF (2023). https://www.unicef.org/reports/state-of-worlds-children 2023. Erişim: https://www.unicef.org/media/108161/file/SOWC-2023-full-report-English.pdf, 11.10.2023.

Uslu Çavdarcı, T., & Ünal, F. (2021). Aile destekli matematik eğitimi programının okul öncesi dönem çocuklarının erken matematik becerisine etkisi. *Uluslararası Dil, Eğitim ve Sosyal Bilimlerde Güncel Yaklaşımlar Dergisi (CALESS)*, 3(2), 244-264.

Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., & Newcombe, N. S. (2014). Finding the missing piece: Blocks, puzzles, and shapes fuel school readiness. *Trends in Neuroscience and Education*, 3, 7-13.

Vogt, F., Hauser, B., Stebler, R., Rechsteiner, K., & Urech, C. (2018). Learning through play-pedagogy and learning outcomes in early childhood mathematics. *European Early Childhood Education Research Journal*, 26 (4), 589-603.

Whittaker, J. V., Kinzie, M. B., Vitiello, V., DeCoster, J., Mulcahy, C., & Barton, E. A. (2020). Impacts of an early childhood mathematics and science ıntervention on teaching practices and child outcomes, *Journal of Research on Educational Effectiveness*, DOI: 10.1080/19345747.2019.1710884.

Yazıcı, A.G., Özdemir, K., & Engin, A.O. (2020). Sağlak ve solak sporcuların problem çözme becerilerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Uluslararası Egzersiz Psikolojisi Dergisi,* 2(2), 67-74.

Yüzbaşıoğlu, Y., & Tepeli, K. (2022). Küçük çocuklar için büyük matematik eğitim programının 36-38 aylık çocukların matematik becerilerine etkisinin incelenmesi. *Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 12 (1), 171-191.

Zülfikar, H. (2022). Nicel araştırma yöntemleri (Ed.: Y. Saraç) *Sosyal Bilimler Ansiklopedisi*, 2.basım. Cilt: 3, s.153. Ankara: TÜBİTAK.

OTONOM ARAÇLARDA ELEKTRONİK DEVRE TASARIMI VE ÖRNEK UYGULAMALAR

Kerem Ali TAŞ
İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği, 34445 Beyoğlu/İstanbul
ORCID ID: 0009-0002-4286-4352
Mehmet Can KARABIYIK
İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği, 34445 Beyoğlu/İstanbul
ORCID ID: 0009-0002-1467-0454
Dr. Öğr. Üyesi Kürşat TANRIVER
İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği, 34445 Beyoğlu/İstanbul
ORCID ID: 0000-0002-1723-4108
Dr. Öğr. Üyesi Mine AK
İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi Mekatronik Mühendisliği, 34445 Beyoğlu/İstanbul
ORCID ID: 0000-0003-1131-5529

ÖZET

Otonom araç teknolojileri, gelişmiş elektronik devre sistemleri sayesinde hızla ilerlemekte ve güvenli, verimli ulaşım çözümleri sunmaktadır. Bu çalışmada, otonom araçlarda kullanılan elektronik devre tasarımları ve örnek uygulamalar ele alınmıştır. Mikrodenetleyiciler, motor sürücüleri ve güç yönetimi gibi temel bileşenler detaylandırılarak, bu sistemlerin otonom sürüş üzerindeki etkileri tartışılmaktadır. Çalışmada, özellikle LIDAR, ultrasonik ve kızılötesi sensörlerin entegrasyonu ile çevresel algılama mekanizmaları incelenmiş, verilerin işlenmesi ve karar alma süreçlerindeki rolü vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra, motor sürücü devreleri ve batarya yönetim sistemleri üzerinden enerji verimliliği ve performans optimizasyonu konuları ele alınmıştır. Örnek bir otonom mobil robot üzerinde gerçekleştirilen uygulama ile elektronik devrelerin tasarımı, devre şemaları ve sistem entegrasyonu adım adım açıklanmıştır. Sonuç olarak, otonom araçların başarısı büyük ölçüde elektronik devrelerin hassasiyetine ve güvenilirliğine bağlıdır. Bu çalışmada sunulan tasarım prensipleri ve uygulama örnekleri, otonom sistemlerin geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Otonom araçlar, elektronik devre tasarımı, motor sürücüleri, batarya yönetimi, mikrodenetleyiciler.

ELECTRONIC CIRCUIT DESIGN AND CASE STUDIES IN AUTONOMOUS VEHICLES

ABSTRACT

Autonomous vehicle technologies are advancing rapidly due to the development of sophisticated electronic circuit systems, providing safe and efficient transportation solutions. This study examines electronic circuit designs and case studies used in autonomous vehicles. Fundamental components such as sensor fusion, microcontrollers, motor drivers, and power management are detailed, and their impact on autonomous driving is discussed.

The study specifically analyzes environmental perception mechanisms by integrating LIDAR, ultrasonic, and infrared sensors, emphasizing their role in data processing and decision-making. Additionally, energy efficiency and performance optimization are explored through motor driver circuits and battery management systems. A case study involving an autonomous mobile robot demonstrates the design, circuit schematics, and system integration processes step by step. In conclusion, the success of autonomous vehicles largely depends on the precision and reliability of electronic circuits. The design principles and application examples presented in this study aim to contribute to the development of autonomous systems.

Keywords: Autonomous vehicles, electronic circuit design, sensor fusion, motor drivers, battery management, microcontrollers.

İKİ FARKLI BORU DEMETİ ÜZERİNDEN ÇAPRAZ AKIŞTA TÜRBÜLASLI AKIŞ VE ISI TRANSFERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Murat ONAY
Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, 18100, Çankırı
ORCID ID: 0000-0003-2663-4899
Doç. Dr. Selma AKÇAY
Çankırı Karatekin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 18100 Çankırı
ORCID ID: 0000-0003-2654-0702

ÖZET

Bu çalışma, farklı boru geometrilerinden oluşan iki boru demeti üzerinden çapraz akışta ısı transferini ve akış dinamiklerini sayısal olarak karşılaştırmaktadır. Çalışma ANSYS Fluent programı ile standart k-ε türbülans modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Boru demetlerinden biri dairesel geometriye (Model 1), diğeri ise göz şekline (Model 2) sahip borulardan oluşmaktadır. Borular, boru demetine kademeli bir düzende yerleştirilmiştir. Her iki boru demetinde, boruların yüzeyi sabit bir sıcaklıkta (T_w=360K) tutulmuştur. T_{in}=300K sıcaklığındaki hava, boru demetleri üzerinden çapraz olarak akmaktadır. Analizler, üç farklı Reynolds sayısı (Re: 3000, 12000, 21000) için gerçekleştirilmiş ve her iki boru demeti için Nusselt sayısı (Nu), basınç düşüşü (ΔP), performans faktörü (PF) hesaplanmıştır. Ayrıca boru geometrisinin ve Reynolds sayısının ısı transferi ve akış dinamiklerini gözlemlemek için akış ve sıcaklık dağılımları elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, boru demetleri üzerinden çapraz akışta boru geometrisinin akış ve ısı transferini önemli derecede etkilediğini göstermiştir. Dairesel geometriye sahip boru demetinde (Model 1), göz şekline sahip boru demetine (Model 2) göre daha yüksek Nu elde edilmiş ancak basınç düşüşünde kayda değer bir artış görülmüştür. Model 2'de daha düşük akış direnci nedeniyle basınç düşüşü Model 1'e göre önemli derecede azalmıştır. Bu durum Model 2 için PF değerinin artmasına neden olmuştur. Ayrıca her iki boru demetinde Reynolds sayısının artması ısı transferini ve basınç düşüşünü artırmıştır. En yüksek ısı transferi Model 1'de Re=21000 için Nu=185,64 olarak elde edilmiştir. Model 2'de Re = 21000 değeri için performans faktörü Model 1'den 2,71 kat daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Boru demeti, çapraz akış, göz şekilli boru, ısı transferi

COMPARISON OF TURBULENT FLOW AND HEAT TRANSFER IN CROSS FLOW OVER TWO DIFFERENT TUBE BUNDLES

ABSTRACT

This study numerically compares the heat transfer and flow dynamics in cross-flow over two tube bundles consisting of different tube geometries. The study was analyzed using the standard k-ε turbulence model with the ANSYS Fluent program. One of the tube bundles consists of circular geometry (Model 1) and the other one consists of eye-shaped tubes (Model 2). The tubes are placed in a staggered arrangement in the tube bundle. In both tube bundles, the surface of the tubes is kept at a constant temperature (T_w=360K). Air at T_{in}=300K flows crosswise over the tube bundles. The analyses are performed for three different Reynolds numbers (Re: 3000, 12000, 21000) and the Nusselt number (Nu), pressure drop (ΔP), and performance factor (PF) are calculated for both tube bundles. In addition, flow and temperature distributions were obtained to observe the heat transfer and flow dynamics of the tube geometry and Reynolds number. The results of the study showed that the tube geometry significantly affects the flow and heat transfer in cross flow over the tube bundles. In the tube bundle with circular geometry (Model 1), higher Nu was obtained compared to the tube bundle with eye shape (Model 2), but a significant increase in pressure drop was observed. In Model 2, due to the lower flow resistance, the pressure drop was significantly reduced compared to Model 1. This case resulted in an increase in the PF value for Model 2. In addition, the increase in Reynolds number in both tube bundles increased the heat transfer and pressure drop. The highest heat transfer was obtained as Nu=185.64 for Re=21000 in Model 1. In Model 2, the performance factor for the value of Re=21000 was found to be 2.71 times higher than in Model 1.

Keywords: Tube bundle, cross flow, eye-shaped tube, heat transfer

1. INTRODUCTION

In engineering applications, tube bundles are widely used in various heat exchangers. In these systems, while one fluid flows through the interior of the tubes, the other fluid flows across the outer surface of the tube bundles, perpendicular to the tube axis. The temperatures of both fluids are different, and this temperature difference affects the heat transfer process (Buyruk et al. 2001).The development of efficient heat exchangers to enhance energy efficiency and utilize existing energy more effectively has been a significant research topic from past to present. Cross-flow heat exchangers are one of the essential components used to improve heat transfer efficiency in various industries. These systems are widely used in applications ranging from economizers to condensers, preheaters, and cooling and ventilation mechanisms, playing a

crucial role, especially in energy recovery and heat exchangers. To achieve this goal, various methods have been attempted to enhance the performance of heat exchangers. One of the primary methods is improving heat transfer and reducing flow resistance through the optimization of tube geometry (Deeb, 2022).

Shell-and-tube heat exchangers, widely used in industries such as energy production, heating, cooling, and air conditioning systems, offer high efficiency and easy integration advantages. In recent years, rising energy and raw material costs have made it necessary to make these systems more economical and efficient. Therefore, various active and passive development methods have been developed to reduce investment and operating costs (Kuru et al. 2024).In air-cooled systems and compact heat exchangers, approximately 70-80% of the total heat transfer resistance comes from the air side (Abd et al. 2018). Cam-shaped tubes exhibit approximately 5-6 times superior thermal-hydraulic performance compared to circular tubes. This advantage can be attributed to the lower pressure drop provided by cam-shaped tubes. Additionally, the area efficiency of cam-shaped tube bundles is approximately 12-14 times higher than that of circular tube bundles (Bayat et al. 2014).It has been found that eye tubes exhibit higher cumulative thermal performance compared to conventional circular tubes. Due to their low friction characteristics, eye tubes are preferred over circular tubes and have attracted the attention of many researchers in recent years (Mangrulkar et al. 2019).

In a numerical study, flow and heat transfer on a tube bundle under uniform wall heat flux boundary conditions were investigated. Numerical analyses showed that as the angle of inclination increased, both the average friction factor and the Nusselt number increased. Analytically conducted forced convection heat transfer studies revealed that staggered tube bundle arrangements improved heat transfer compared to in-line arranged bundles (Zhang et al., 2015). A study numerically examines the performance of six-row cross-mixed tube bundles consisting of circular and drop-shaped tubes. For drop tube arrangements, it was found that they achieved 14.55% higher performance compared to circular tube arrangements (Deeb, 2022). In a numerical study, new correlations were developed for the average Nusselt number (Nu), friction factor (f), and heat-hydraulic performance (ε) on the air side of compact heat exchangers equipped with droplet-shaped tubes. It was also observed that as the number of tube rows increased, the friction factor increased and the heat-hydraulic performance decreased. The largest deviation between the numerical results and the developed correlations was found to be 8.87% (Deeb, 2023).

An experimental study investigates the thermo-hydraulic behavior of a flat hybrid elliptical tube bundle (TB), which presents an innovative design approach, and compares its performance with

that of a traditional flat circular tube bundle. Enhancement factor and pressure drop factor analyses (Moharana et al. 2024a). In a numerical study, tube bundles with circular, elliptical, and circular-elliptical arrangements was analyzed. The simulation results show that elliptical tube bundles increase heat transfer by 3% to 26%, while reducing pressure drop by 56% to 94% (Moharana et al. 2024b). In another study proposes a Computational Fluid Dynamics (CFD)-based optimization framework aimed at enhancing the performance of bare tube heat exchangers. The geometry was compared with a baseline geometry. The proposed framework was applied to improve the performance of a staggered elliptical tube arrangement, resulting in a 29% improvement compared to the baseline geometry (Raikar et al. 2024).In this study, the flow and heat transfer behaviors of elliptical and circular tubes were compared across different Reynolds number ranges ($7150 \leq Re \leq 50{,}350$). It was observed that the elliptical cylinder had a significantly lower friction factor compared to the circular cylinder and exhibited only a 9.3% lower Nusselt number (Park et al. 2015).

A study investigates the flow and heat transfer behaviors in mixed tube bundles consisting of cam-shaped and circular tubes. Overall, the cam-shaped tubes exhibited superior thermo-hydraulic performance, showing 2–24% and 4–34% better performance in the respective cases (Abolfathi et al. 2021). A numerical study examines the effects of pulsating flow conditions on the flow and heat transfer of nanofluids in tube bundles with a stepped arrangement. Analyses using Al_2O_3 nanofluid show that higher amplitude and lower frequency enhance heat transfer, but as the amplitude and frequency increase, the drag coefficient also rises (Akcay et al. 2019). A study investigates the effects of different arrangements of ellipsoidal and wing-shaped tubes in cylindrical heat exchanger sections on heat transfer through detailed numerical simulations. The study contributes to identifying more efficient configurations in cylindrical heat exchanger designs (Horvat et al. 2006). A study examines the flow on tube bundles with wing-shaped tube and evaluates the effects of the wing-shaped tubes on heat transfer rate, thermal energy transfer, and pressure drop. The study compares the wing-shaped tubes with circular tubes, showing that the wing-shaped tubes provide better heat transfer and reduce pressure drop. The results demonstrate that the wing-shaped tubes achieve higher heat transfer rates and increased Nusselt numbers (Bhavsar et al. 2023).

As seen in the studies above, researchers have conducted various studies on tube bundles in cross-flow conditions. It is possible to improve the performance factor by changing tube geometries and arrangements. Therefore, a different design example is presented and analyzed in this study. The flow and heat transfer behavior of the tube bundles was numerically examined

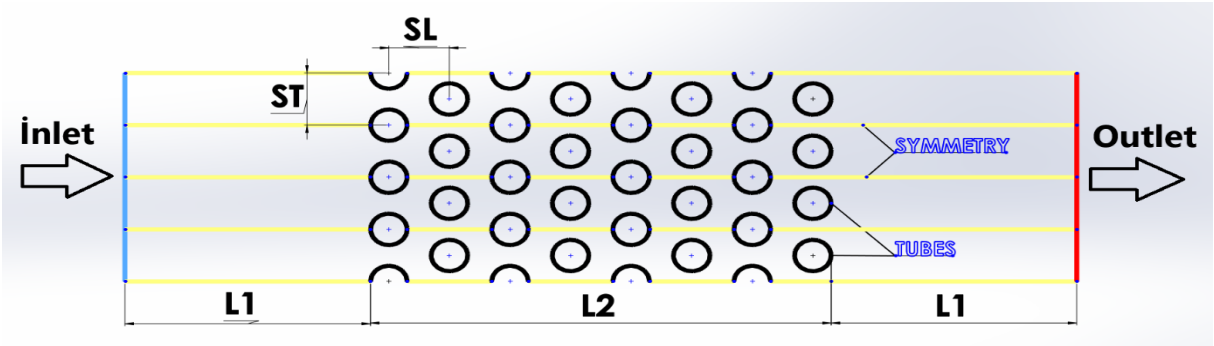
for Reynolds numbers of 3000, 12000, and 21000. The study also compares the results with circular tube bundles.

2. MATERIAL AND METHODS

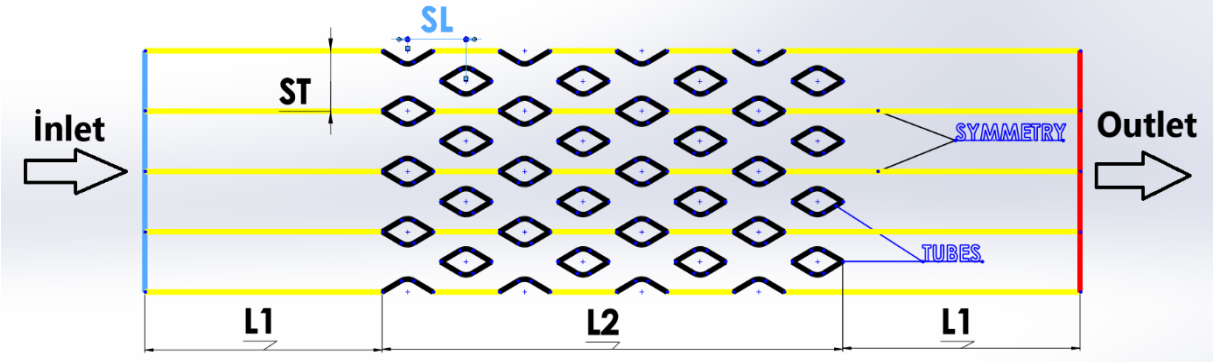
2.1.Numerical model

Figure 1a and b show the two-dimensional schematic of the circular shaped tube bundle and the eye shaped tube bundle, respectively. A total of 32 tubes, including 8 half-tubes, are used in the bundles. The tubes in all models are arranged in a staggered configuration. The eye-shaped tube is designed by combining a circle with a diameter of D = 15.85 mm and a point located L = 16 mm away from the center of the circle. A circular tube diameter ($D_{eq} = P/\pi$) equal to the perimeter of the eye-shaped tube is defined. The perimeter of the tube is P = 70.69 mm, and D_{eq} = 22.5 mm.

The geometry of the eye-shaped tube is shown in Figure 2a. The diameter of the circular tube used in the bundle is the same as D_{eq}. The horizontal distance between the tubes is S_L = 37 mm, and the vertical distance is S_T = 37 mm, both kept constant. For the S_L length, the center of the circle of the equivalent diameter in the eye-shaped tube is taken into account. In the solution domain, the length containing the tube bundles is L_2. A straight flow region without tubes (L_1 = 300 mm) is used before and after the tube bundles.

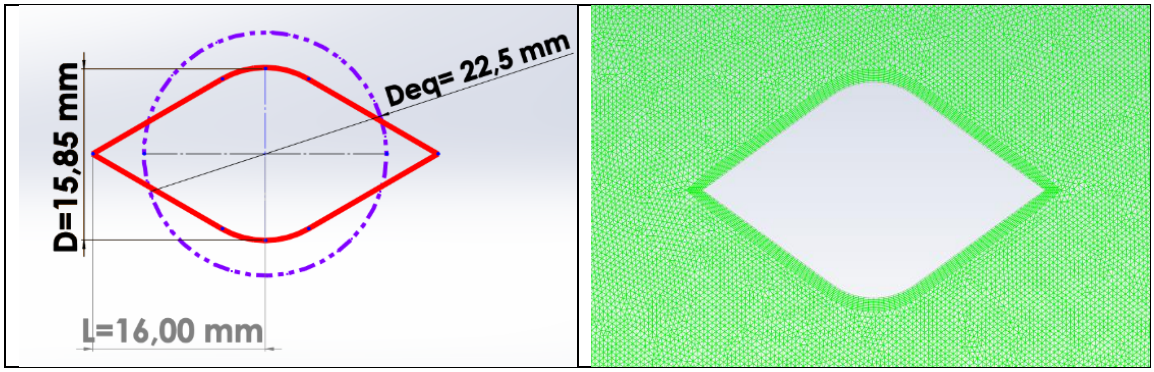


a) Circular tube bundel (Model 1)



b) Eye-shaped tube bundle (Model 2)

Figure 1. 2d schematic of tube bundles, a) the circular tube bundles, b) the eye-shaped tube bundles.



(a) **(b)**

Figure 2. (a) Geometry of the eye-shaped tube, (b) Mesh detail for eye-shaped tube.

2.2.Governing equations

The numerical analysis were performed in the range of Re = 3000, 12000, and 21000. Air was used as the working fluid.

The flow is assumed to be two-dimensional, laminar, steady, incompressible and Newtonian type. Body forces (such as gravity) and heat transfer due to radiation are neglected. Under these assumptions, the governing equations are given below;

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=0 \tag{1}$$

$$u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial x}+\upsilon\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) \tag{2}$$

$$u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}=-\frac{1}{\rho}\frac{\partial P}{\partial y}+\upsilon\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) \tag{3}$$

$$u\frac{\partial T}{\partial x}+v\frac{\partial T}{\partial y}=\alpha\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right) \tag{4}$$

The main parameters examined in this study are Reynolds number (Re), friction factor (f), and Nusselt number (Nu).

The Reynolds number (Re) is calculated using the following equation:

$$Re=\frac{\rho u D_{eq}}{\mu} \tag{5}$$

where, D_{eq}, ρ, μ and u are equivalent diameter, density, dynamic viscosity, and mean velocity, respectively.

The average Nusselt number (Nu) is calculated given by

$$Nu = \frac{hD_{eq}}{k} \quad (6)$$

Here, k is the heat conductivity of the fluid, h is heat convective coefficient.

The friction factor (f) is given by the following equation:

$$f = \frac{2\Delta P}{N_L \rho {U_{max}}^2} \quad (7)$$

where, ΔP is the pressure drop, N_L is the tube number of transverse rows.

The performance factor (PF) is defined by Eqn. (8) (Deeb, 2022):

$$PF = \frac{Nu}{f} \quad (8)$$

2.3.Solution methodologies and the boundary conditions

In this study, numerical solutions were performed using the ANSYS Fluent solver. Mesh independence tests were applied, and element numbers of 187,132 and 187,859 were adopted for Model 1 and Model 2, respectively. The equations were discretized using the finite volume method. The SIMPLE algorithm was used to achieve pressure-velocity coupling. A second-order upwind scheme was preferred for the momentum and energy equations. Convergence criteria were set as 10^{-8} for energy equations and 10^{-5} for other equations.

At the inlet, constant fluid temperature (T_{in} = 300 K) and velocity inlet (U_{in}) were applied. The tube surfaces were held at a constant temperature of T_w = 360 K. At the outlet, a pressure outlet boundary condition was used. A no-slip boundary condition was applied to all tube surfaces. Symmetry conditions were defined for the lower and upper surfaces of the computational domain.

3. RESULTS AND DISCUSSION

To ensure the accuracy of numerical solutions, this study was compared with the works conducted by Zhukauskas (1972). The Nusselt number was calculated for the circular tube bundle based on the Reynolds number ($1000 \leq Re \leq 19000$). The agreement of the results from these studies is presented in **Figure 3**.

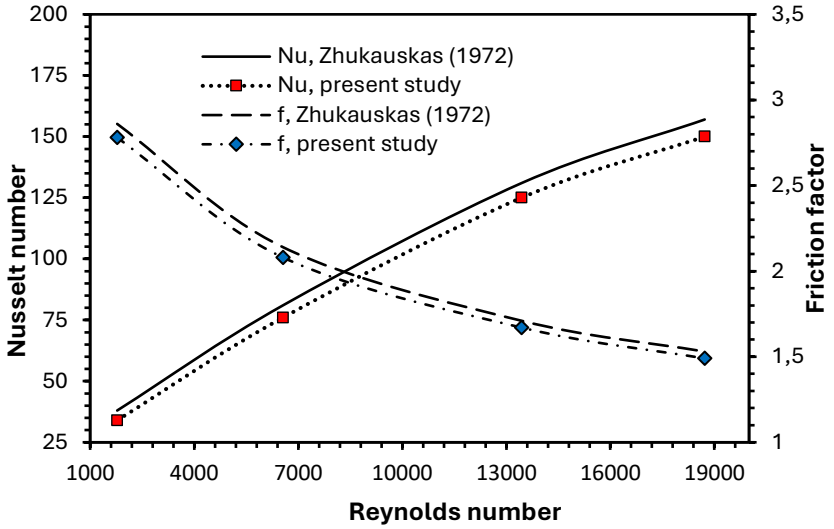


Figure 3.Validation of the numerical study with previous studies.

In the study, velocity, pressure and temperature contour images were obtained at different Reynolds numbers to observe the effects of circular and eye-shaped tube bundles on flow and heat transfer.

Figure 4 shows the velocity distributions of circular tube bundles (a) and eye-shaped tube bundles (b) for different Reynolds numbers. In the circular tube bundle, a classic wake region is observed behind the tubes, where the flow velocity significantly decreases. In the eye-shaped tube bundle, however, the flow is redirected, modifying the wake structure behind the tubes and potentially creating a narrower or shorter wake region; this reduces drag and allows the flow to continue more uniformly. In each tube bundle, the flow accelerates between the tubes and decelerates behind them. Additionally, the more homogeneous velocity distribution between the tubes in the eye-shaped tube bundle suggests that the heat transfer performance could also be enhanced. These cases affect the fluid behavior around the tubes, providing advantages in terms of pressure drop. It is observed that the wake region behind the tubes increases in both tube bundles with the increasing Reynolds number. Thus, the key difference between these two geometries examined at Re=3000, 12000, and 21000 is that the eye-shaped tube bundle more effectively organizes the wake structure and flow distribution.

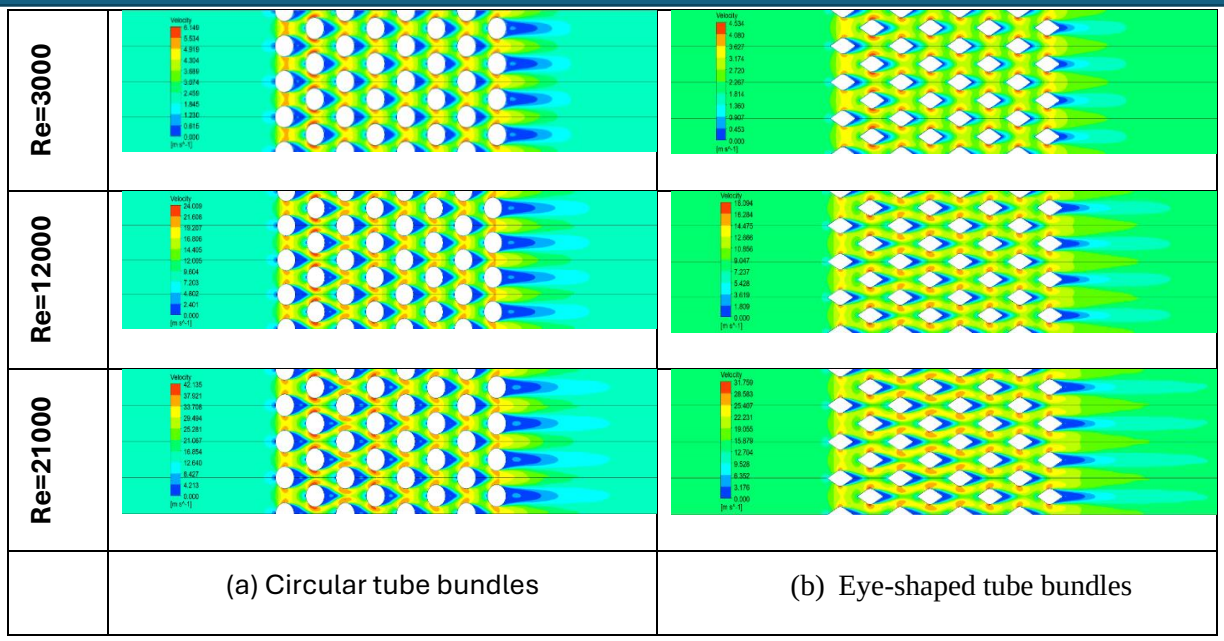


Figure 4. Velocity contours for different Reynolds numbers, a) circular tube bundles, b) eye-shaped tube bundles.

Figure 5 shows the temperature distributions in circular tube bundles (a) and eye-shaped tube bundles (b) at different Reynolds numbers (Re: 3000, 12000, and 21000). It is seen that the tube geometry and Reynolds number have a significant effect on the temperature field. It is observed that the temperature gradient decreases with increasing Reynolds number in both tube bundles. In addition, the temperature gradient increases in flow direction.

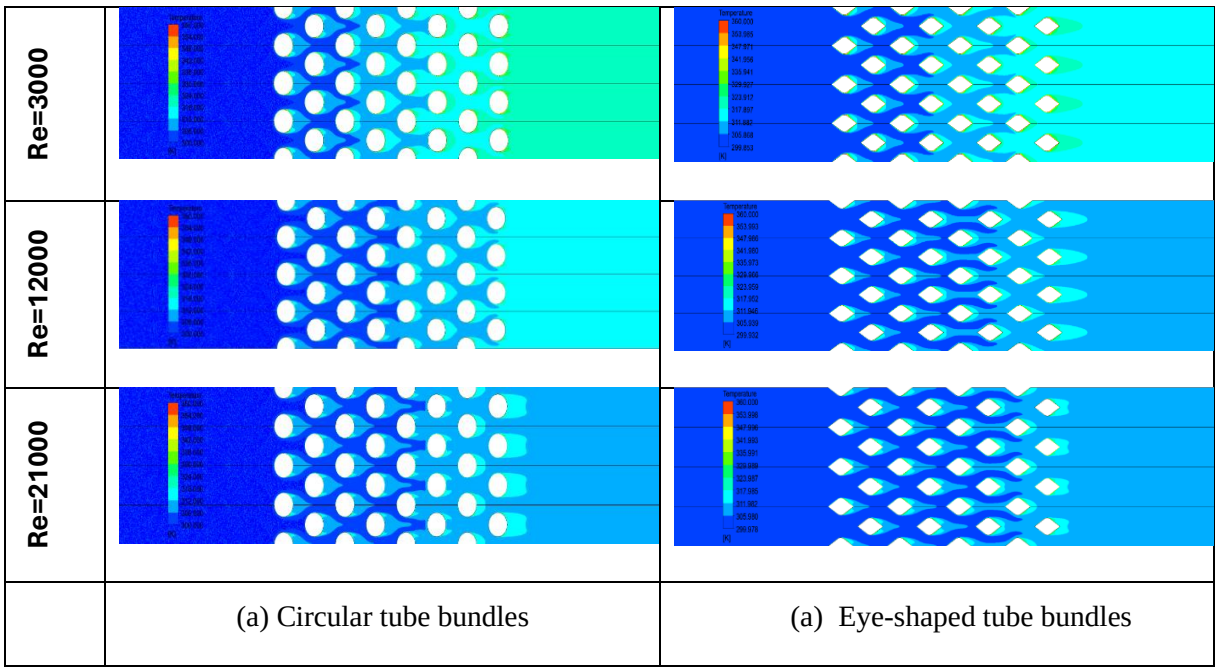


Figure 5. Temperature contours for different Reynolds numbers, a) circular tube bundles, b) eye-shaped tube bundles.

Figure 6 indicates the pressure distributions in circular tube bundles (a), and eye-shaped tube bundles (b) at different Reynolds numbers. It is observed that the pressure drop in both tube bundles increases with increasing Reynolds number. In the circular tube bundles, a high-pressure region forms at the front of the tubes with a low-pressure wake developing behind, while the eye-shaped tube bundles, offering a more aerodynamic profile, provides relatively lower pressure values and forms the narrower wake region. In both tube bundles, the interactions between the tubes affect the pressure distribution and the turbulent nature of the flow, but it has been observed that the eye-shaped configuration potentially reduces pressure losses by lowering flow resistance.

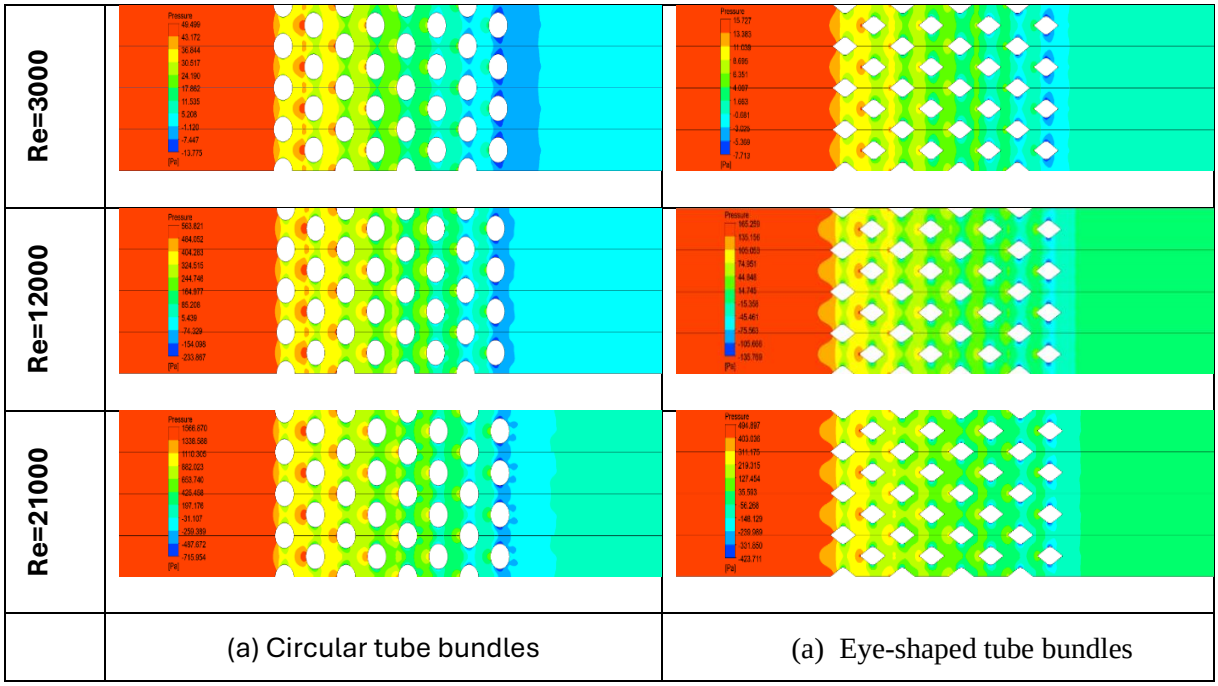


Figure 6. Pressure contours at different Reynolds numbers, a) circular tube bundles, b) eye-shaped tube bundles.

Figure 7 compares the Nusselt numbers for two different tube bundles (Model 1 and Model 2) at three different Reynolds numbers (Re=3000, 12000, and 21000). The Nusselt number is a dimensionless number that indicates the ratio of convective heat transfer to conductive heat transfer. A higher Nusselt number means better convective heat transfer. Figure 7 shows that the Nusselt number increases with the Reynolds number for both models. This indicates that convective heat transfer increases with higher flow velocity. Model 2 has a lower Nusselt number than Model 1 across all Reynolds numbers. As the Reynolds number increases, the Nusselt number of Model 2 also increases. Model 1 has a higher Nusselt number compared to Model 2. This indicates that Model 1 provides better convective heat transfer.

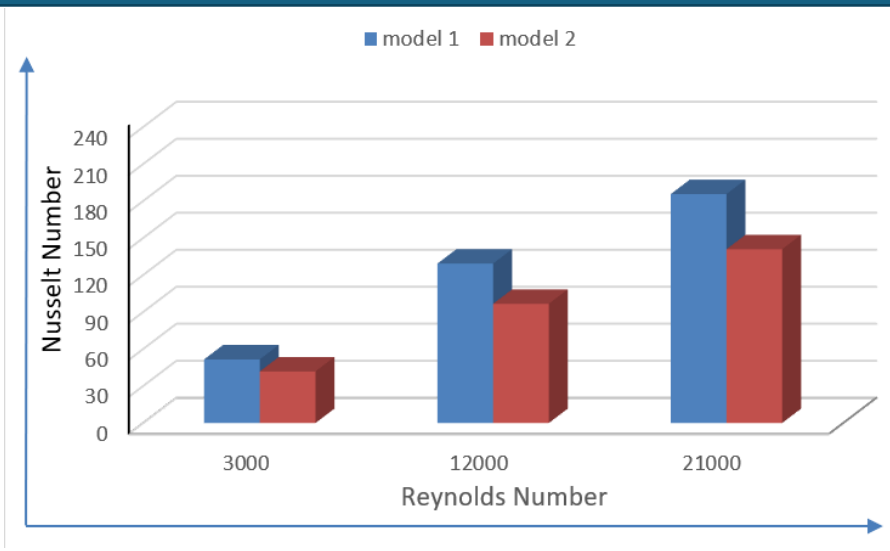


Figure 7. Variation of Nusselt number with Reynolds number

Figure 8 compares the friction factor of Model 1 and Model 2 for different Reynolds numbers. In both models, the friction factor decreases as the Reynolds number increases. However, at all Reynolds numbers, Model 1 has a significantly higher friction factor compared to Model 2. This indicates that Model 1 creates more resistance in the flow field, potentially causing greater pressure drop during fluid passage. Notably, at lower Reynolds numbers (Re = 3000), the difference between Model 1 and Model 2 is higher. Model 2 has a much lower friction factor than Model 1 at all Reynolds numbers. As the Reynolds number increases, the friction factor of Model 2 decreases slightly. Model 1 has a significantly higher friction factor compared to Model 2. As the Reynolds number increases, the friction factor of Model 1 also decreases. However, the decrease is more pronounced than in Model 2. Model 2, especially at higher Reynolds numbers, demonstrates significantly lower flow resistance.

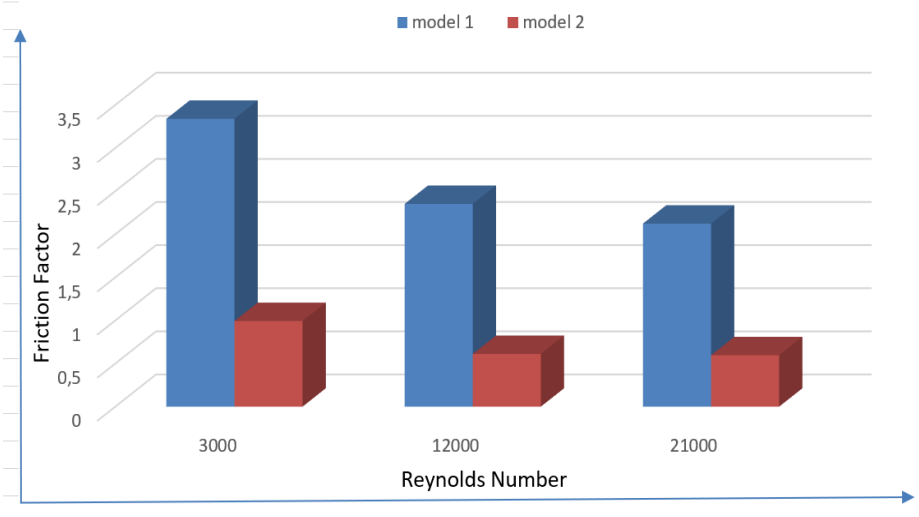


Figure 8. Comparison of friction factor for different Reynolds numbers

Figure 9 compares the pressure drop of two different tube bundles (Model 1 and Model 2) for different Reynolds numbers (Re=3000, 12000, and 21000). Model 2 exhibits significantly lower pressure loss than Model 1 at all Reynolds numbers. As the Reynolds number increases, the pressure loss of Model 2 also increases, but not as distinctly as in Model 1. Model 1 has a much higher pressure loss compared to Model 2. As the Reynolds number increases, the pressure loss of Model 1 increases significantly. Especially at high Reynolds numbers (Re=21000), the pressure loss of Model 1 reaches very high values. In both models, pressure loss increases as the Reynolds number increases. This indicates that as the flow rate increases, the flow resistance also increases. Model 1 is much more sensitive to the increase in Reynolds number compared to Model 2. It is clear that Model 2 has much lower pressure loss than Model 1 and that Model 1 leads to very high pressure drop, especially at high Reynolds numbers. This indicates that Model 2 reduces energy losses. High pressure loss increases the pump power requirement, thus raising operational costs. Therefore, the low pressure loss of Model 2 could lead to significant savings in the long term.

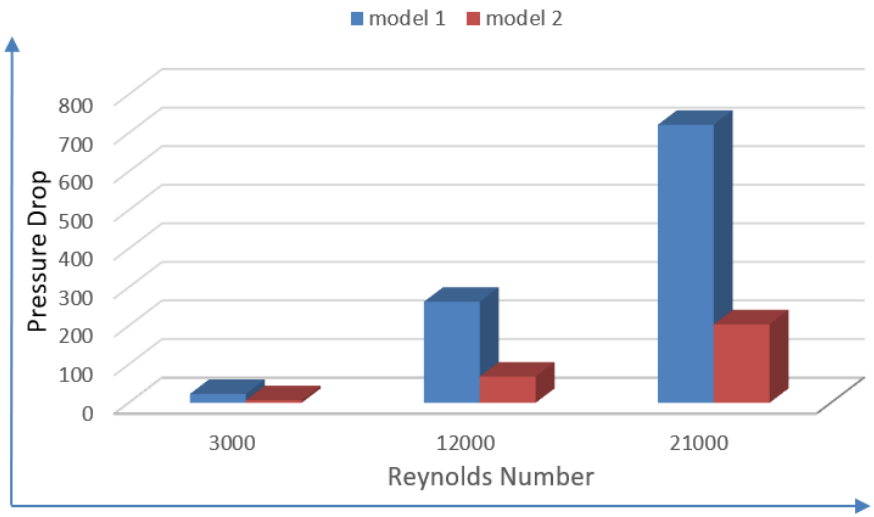


Figure 9. Comparison of pressure drop (Pa) for different Reynolds numbers

Figure 10 indicates the performance factor values for Model 1 and Model 2 at Reynolds numbers of 3000, 12000, and 21000. In general, an obvious increase in the performance factor is observed with the rise of Reynolds number for both models. However, for all Reynolds number ranges, Model 2's performance factor is higher than that of Model 1. Particularly at Re=21000, the difference between the two models becomes more evident. This suggests that Model 2 might be more advantageous in terms of thermal-hydraulic efficiency at higher flow rates. Although Model 1 also shows an increase in performance factor with rising Reynolds numbers, the increase is not as pronounced as that of Model 2. A high performance factor

indicates a combination of high heat transfer and low pressure drop. The superior performance of Model 2 at high Reynolds numbers (high flow rates) may make this configuration preferable for systems operating under such conditions.

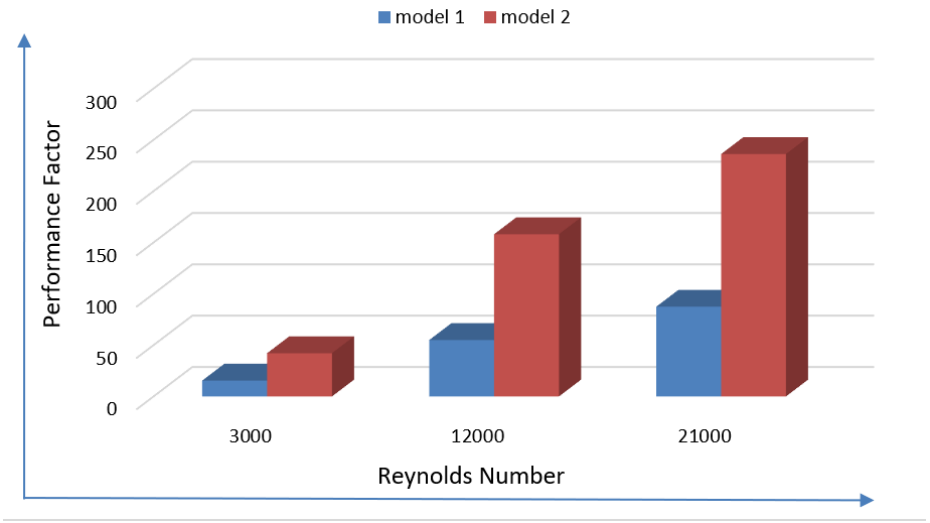


Figure 10. Comparison of performance factor for different Reynolds numbers

CONCLUSION

In this study, the cross-flow and heat transfer of air passing through circular and eye-shaped tube bundles have been numerically investigated for different Reynolds numbers (Re=3000, 12000 and 21000). In all models, the tubes are arranged in a staggered configuration. The Nusselt number, pressure drop, friction factor, and performance factor of both the circular and eye-shaped tube bundles have been compared for different Reynolds numbers. Flow and temperature distributions are presented to observe the effects of different tube bundle models and Reynolds number on heat transfer and flow. The important findings obtained from the study are given below:

- As the Reynolds number increases for both tube bundles, the Nusselt number, performance factor, and pressure drop all increase.
- The aerodynamic structure of the eye-shaped tubes significantly affects thermal and hydraulic behavior.
- At Re = 3000, Model 1 exhibits a 23.33% increase in Nusselt number compared to Model 2. Model 1 shows a 236.1% increase in pressure drop compared to Model 2. The performance factor of Model 1 decreases by 63.3% compared to Model 2.

- At Re = 12000, Model 1 shows a 33.74% increase in Nusselt number compared to Model 2. Model 1 experiences a 284.6% increase in pressure drop compared to Model 2. The performance factor in Model 1 decreases by 65.2% compared to Model 2.
- At Re = 21000, Model 1 has a 31% higher Nusselt number compared to Model 2. Model 1's pressure drop is 255% higher than that of Model 2. Model 2's performance factor is 169% higher than that of Model 1.
- Despite Model 1's advantage in heat transfer, its high friction and pressure drop reduce overall efficiency; thus, Model 2 operates more efficiently with lower friction and pressure drop.
- In summary, while Model 2 provides lower energy loss and higher PF, Model 1 offers higher heat transfer but experiences high pressure drop

REFERENCES

Abd Rabbo, M. F., Badawy, M. T. S., Sakr, R. Y., Gomaa, A. G., Rashed, H. R., & Fawaz, H. E. (2018). Numerical investigation of cutting edge effect on fluid flow and heat transfer for in-phase trapezoidal air channels. *Alexandria Engineering Journal*, *57*(2), 911-926.

Abolfathi, S., Lavasani, A. M., Mobedi, P., & Afshar, K. S. (2021). Experimental study on flow around a tube in mixed tube bundles comprising cam-shaped and circular cylinders in in-line arrangement. *International Journal of Thermal Sciences*, *163*, 106812.

Akçay, S. (2023). Numerical analysis of hydraulic and thermal performance of Al2O3-water nanofluid in a zigzag channel with central winglets. *Gazi University Journal of Science*, *36*(1), 383-397.

Akcay, S., Akdağ, Ü., Hacıhafızoğu, O., & Demiral, D. (2019). Boru demeti üzerinden geçen Al2O3-su nanoakışkanın pulsatif akışının ısı transferine etkisi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, *10*(2), 621-631.

Bayat, H., Lavasani, A. M., & Maarefdoost, T. (2014). Experimental study of thermal–hydraulic performance of cam-shaped tube bundle with staggered arrangement. *Energy conversion and management*, *85*, 470-476.

Bhavsar, N. R., Joshi, U. A., & Ramana, P. V. (2023). CFD Analysis of Heat Transfer Enhancement of Shell Side Fluid Flow Over Inline, Non-circular Leading-Edge Wing Shape Tube. *Transactions of the Indian National Academy of Engineering*, *8*(1), 27-40.

Buyruk, E., & Fertelli, A. (2001). Saptirilmiş Boru Demetinde Isi Transferi Ve Akiş Yapilarinin Belirlenmesi İçin Teorik Çalişma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, *3*(2), 59-69.

Deeb, R. (2022). Correlations and numerical analysis of thermal-hydraulic performance of staggered mixed tube bundle composed of circular and drop-shaped tubes. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *199*, 123487.

Deeb, R. (2023). New correlations for predicting convective heat transfer of single and multi-row heat exchangers employing staggered drop-shaped tubes. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *202*, 123689.

Horvat, A., Leskovar, M., & Mavko, B. (2006). Comparison of heat transfer conditions in tube bundle crossflow for different tube shapes. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *49*(5-6), 1027-1038.

Kuru, M. N., & Özkarakoç, M. (2024). Boru Demetinde Kanat Şekilli Boru Kullanımının Entropi Üretimi ve Alan Uyum Faktörü Yönünden Sayısal Olarak İncelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, *40*(2), 181-204.

Mangrulkar, C. K., Dhoble, A. S., Chamoli, S., Gupta, A., & Gawande, V. B. (2019). Recent advancement in heat transfer and fluid flow characteristics in cross flow heat exchangers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *113*, 109220.

Moharana, S., Bhattacharya, A., & Das, M. K. (2024a). Investigation of thermo-hydraulics performance and vapour bubble behaviour over 5× 3 smooth hybrid elliptical tube bundle under saturated cross flow boiling condition-An experimental study. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *229*, 125677.

Moharana, S., Joshi, A., Bhattacharya, A., & Das, M. K. (2024b). Investigation of thermal- hydraulic performance of circular, elliptical & mixed circular-elliptical tube bundles for two-phase crossflow boiling. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *232*, 125970.

Park, J. M., Kim, O. J., Kim, S. J., & Shin, Y. C. (2015). Heat transfer characteristics of circular and elliptic cylinders in cross flow. *Advances in Mechanical Engineering*, *7*(11), 1687814015619553.

Raikar, P. P., Bociar, O., De Servi, C., & Anand, N. (2024). Shape and Layout Optimization of Bare-Tube Heat Exchangers Using the Adjoint Method and CAD-based Parametrization.

Zhang, L. Z., Ouyang, Y. W., Zhang, Z. G., & Wang, S. F. (2015). Oblique fluid flow and convective heat transfer across a tube bank under uniform wall heat flux boundary conditions. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *91*, 1259-1272.

Zhukauskas A (1972) Heat transfer from tubes in crossflow. Adv Heat Transf 8: 93–160.

FARKLI VİSKOZİTE VE YÜK DEĞERLERİNİN SANTRİFÜJ POMPANIN PERFORMANSINA ETKİSİNİN SAYISAL İNCELENMESİ

Türker AKKOYUNLU
Kırıkkale University, Faculty of the Engineering and Natural Science, Department of Mechanical Engineering, 37150 Yahşihan, Kırıkkale
ORCID: 0000 0003-3756-4160
Hüsamettin TAN
Kırıkkale University, Faculty of the Engineering and Natural Science, Department of Mechanical Engineering, 37150 Yahşihan, Kırıkkale
ORCID: 0000-0000-1700-8480

ÖZET

Santrifüj pompalar, dönel hareketin etkisiyle akışkanlara enerji kazandırarak yüksek verimli, güvenilir ve geniş bir çalışma aralığında performans sunan hidrolik sistemlerin temel bileşenlerindendir. Bu çalışmada, beş kanatlı santrifüj pompanın farklı viskozite değerleri ve yük koşulları altındaki performansı sayısal analizlerle incelenmiştir. Pompanın hidrodinamik performansı, basma yüksekliği ve verim üzerindeki etkileri açısından değerlendirilmiştir. Analizler, hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiş, farklı viskozite seviyelerinde (0^oC-100^oC) akış karakteristikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca, değişen yük koşullarının (10 kg/s-50 kg/s) pompa performansı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Çalışma, üç ana aşamada gerçekleştirilmiştir: Geometrinin modellenmesi, mesh oluşturma süreci ve çalışma konfigürasyonunun belirlenmesi. Çalışma konfigürasyonu kapsamında, akışkan özellikleri, sınır koşulları ve çözücü ayarları detaylı olarak düzenlenmiştir. İlgili parametreler göz önünde bulundurularak yapılan incelemeler doğrultusunda, belirlenen geometrinin farklı işletim koşullarındaki etkileri belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular, santrifüj pompa tasarımında kritik öneme sahip geometrik optimizasyon süreçlerine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Santrifüj Pompa, HAD, Viskozite, Verimlilik, Basma Yüksekliği

NUMERICAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE PERFORMANCE OF A CENTRIFUGAL PUMP ON DIFFERENT VISCOSITY AND LOAD VALUES

ABSTRACT

Centrifugal pumps are essential components in hydraulic systems, offering high efficiency, reliability, and a broad operational range by transferring energy to fluids through rotational motion. This study numerically investigates the performance of five-bladed centrifugal pumps under varying viscosity levels and load conditions. The pump's hydrodynamic performance was

evaluated in terms of head and efficiency. Computational fluid dynamics (CFD) analyses were conducted to examine the detailed flow characteristics across a viscosity range of 0°C to 100°C. Additionally, the influence of varying load conditions (10 kg/s to 50 kg/s) on pump performance was assessed. The study was structured in three main stages: geometry modeling, mesh generation, and configuration setup. During the configuration process, fluid properties, boundary conditions, and solver settings were defined to ensure accurate simulations. The analysis identified the effects of the selected geometry under different operating conditions, providing insights into performance variations. The findings of this study are expected to contribute to geometric optimization processes, which play a critical role in enhancing centrifugal pump design and improving overall system efficiency.

Keywords: Centrifugal Pump, CFD, Viscosity, Efficiency, Head

1. INTRODUCTION

Centrifugal pumps are commonly used hydrodynamic machines that convert mechanical energy into hydraulic energy to facilitate fluid transfer. The operating principle relies on the centrifugal force generated by the rotation of the impeller, which drives the fluid outward. Due to their advantages, such as high efficiency, simple design, and low maintenance requirements, centrifugal pumps are widely employed in various applications, including water supply, wastewater treatment, chemical industries, petroleum refineries, and HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) systems. In everyday life, these pumps play a significant role in numerous areas, with high usage in washing machines, dishwashers, and automotive cooling systems, among others. (Aksoy, 2018). Below is a summary of certain studies conducted on centrifugal pumps.

Research on centrifugal pumps has predominantly focused on performance optimization and improving efficiency under various operating conditions. In the literature, the effects of parameters such as the number of impeller blades, blade angle, head, cavitation formation, surface roughness, and flow dynamics on pump performance have been examined in detail. With advances in technology, the pump design process has become more precise through the use of Computational Fluid Dynamics (CFD) analyses and experimental studies. Today, ongoing research aims to enhance the efficiency of centrifugal pumps and minimize adverse effects such as cavitation by developing new materials, optimizing impeller geometries, and implementing intelligent control systems. (Aksoy, 2018; Gupta et al., 2023; Sun et al., 2022).

In a study investigating the effects of the number of impeller blades and blade angle on the efficiency of a centrifugal pump using numerical methods, the research revealed that the optimal number of blades is seven. In this study, pump efficiency was evaluated for blade angles

of 20.5°, 23°, 25°, and 26°. The analyses were conducted under operating conditions including a volumetric flow rate of 280 m³/h, water density of 1000 kg/m³, a head of 20 meters, and an inlet flow angle of 90°. According to the results of the numerical simulations, the highest efficiency was achieved at a blade angle of 23°, with the pump reaching an efficiency of 91% at an impeller rotational speed of 1450 rpm (Nandan et al., 2023).

A closed impeller design was created using SolidWorks, and numerical analyses were carried out in ANSYS CFX by varying the blade angles in 2° increments. The number of impeller blades was set to eight, and the combinations of inlet and outlet blade angles were defined as 13.98°–28°, 11.98°–28°, 15.98°–28°, 13.98°–26°, and 13.98°–30°. Based on the CFD analysis results, the blade angle combination of 13.98° inlet and 30° outlet was observed to provide the highest head and efficiency, and was therefore identified as the optimal configuration (Bhuptanı et al., 2013) .

Another critical aspect in pump studies is cavitation occurring within the pump. A numerical analysis was conducted on a centrifugal pump operating under both single-phase and cavitating conditions for different numbers of blades. In the study, simulations were performed under various pressure and velocity conditions to evaluate cavitation formation. The standard centrifugal pump model used in the analyses was the F32/200AH series manufactured by Pedrollo Company. This pump, by design, features an approximate flow rate of 380 L/min, a head of 46 meters, and a rotational speed of 2900 rpm. The boundary conditions defined for the simulations included a flow rate of 300 L/min, an inlet diameter of 35 mm, an outlet diameter of 220 mm, and a rotational speed of 2755 rpm. The results of the analyses revealed that the tendency for cavitation increases with the number of blades. It was also observed that cavitation initially occurs at the inlet region of the impeller (Al-Obaidi, 2019).

A numerical optimization study was conducted on the impeller and volute components of a centrifugal pump to enhance its performance. The pump under investigation features a flow rate of 4500 m³/h, a head of 60 meters, and a rotational speed of 600 rpm. The design variables were defined as the inlet and outlet angles of the flow at the hub, as well as the inlet and outlet angles at the impeller. The impeller geometry was optimized using various combinations of these variables. Computational Fluid Dynamics (CFD) analyses revealed improvements in both head and efficiency following the optimization process. Additionally, modifications made as part of the volute optimization involved a reconfiguration of the volute volume. It was observed that adjusting the cross-sectional distribution in proportion to the flow velocity contributed to an increase in the total head (Kim & Yun, 2020).

The effects of cavitation occurring in a centrifugal pump impeller on pressure, temperature, and rotational speed parameters were numerically investigated. The study was carried out using ANSYS CFX software, and the impeller design was performed with ANSYS Vista CPD. During the design process, the impeller was modeled with a rotational speed of 2890 rpm, a flow rate of 70 m³/h, a flow inlet angle of 90°, and a blade angle of 27°, with the number of blades set to six. Numerical analyses showed that a decrease in inlet pressure led to a reduction in the head coefficient, and when a certain threshold value was exceeded, a sudden drop in head was observed. This condition indicates the onset of cavitation. Analyses conducted with water at different temperatures (5°C, 25°C, and 60°C) revealed that the critical cavitation number increased with rising temperature. Additionally, an inverse relationship between mass flow rate and head was observed, and it was found that the cavitation number decreased as the mass flow rate decreased. It was concluded that in higher temperature conditions, increasing the outlet pressure directly reduced cavitation formation. (Gupta et al., 2023).

The effects of centrifugal pump head, power, and efficiency were numerically investigated considering rotational speed and mass flow rate as variables. The study was carried out using ANSYS Fluent software, with analyses performed at rotational speeds of 1200 rpm and 2000 rpm, for mass flow rates of 75 kg/s, 100 kg/s, 150 kg/s, and 200 kg/s. The results showed that with increasing mass flow rate, both outlet pressure and head decreased at both rotational speeds. Furthermore, at 2000 rpm, higher pressure and head were achieved compared to the 1200 rpm condition. It was also determined that with the increase in mass flow rate, the moment increased at both rotational speeds. Additionally, it was found that mass flow rate was directly proportional to power output and efficiency (Sun et al., 2022).

A centrifugal pump design was carried out, and its performance was numerically analyzed under different operating parameters. The study was conducted using ANSYS CFX software, and the performance of the eight-blade pump was examined at rotational speeds of 1150 rpm, 1750 rpm, and 2500 rpm, with a head of 24 meters and a flow rate of 114 m³/h. According to the numerical analysis results, the pressure values were determined to be 740 kPa, 785 kPa, and 1011 kPa, respectively. The corresponding head values at the same rotational speeds were calculated as 11.72 m, 24.67 m, and 46.28 m. The efficiency values were found to be 38.55%, 52.80%, and 69.39%, respectively. These findings indicate a significant increase in pressure, head, and efficiency values as the rotational speed increases (Selamat et al., 2018).

The effect of different flow rates on the head of a centrifugal pump was investigated using Computational Fluid Dynamics (CFD) methods. In the study, a six-blade pump was modeled, with the impeller outlet diameter set to 124 mm and the inlet diameter to 52 mm. Numerical

analyses were conducted for flow rates of 0.1 m^3/s, 0.2 m^3/s, and 0.3 m^3/s. The results of the two-dimensional CFD analysis indicated that the maximum pressure occurred in the volute tongue and outlet regions, while the minimum pressure was found at the impeller inlet. Additionally, it was observed that an increase in flow rate resulted in a decrease in pressure values (Aman et al., 2011).

The design of the centrifugal pump was carried out using Vista CPD software, followed by speed profile and pressure distribution analysis using ANSYS CFX software. The pump investigated in the study has a head of 20 meters, a flow rate of 280 m^3/h, and a rotational speed of 1450 rpm. Numerical analyses were performed at mass flow rates of 36 m^3/kg, 280 m^3/kg, and 360 m^3/kg. Based on the results of the speed and pressure distributions, it was determined that energy and head losses were minimized. The findings suggest that this method can extend the pump's service life and enable performance optimization (Nigussie & Dribssa, 2015).

A new design method has been developed to improve the performance of a single-blade centrifugal pump used for wastewater applications. In this method, the pump's volumetric flow rate, head, and rotational speed were first determined, and then the outlet diameter (D_2) was calculated based on the Ku_2 constant. Following this, the outlet blade width (b_2), number of blades (z), outlet flow rate (w_2), velocity ratios (W_2/W_1 and V_{m1}/V_0), inlet diameter (D_0), and other design parameters were calculated. Numerical Computational Fluid Dynamics (CFD) analyses conducted on the resulting design showed that the new single-blade centrifugal pump achieved higher efficiency compared to the traditional design (Nishi et al., 2009).

The originality of this study lies in the simultaneous and detailed examination of two critical parameters, viscosity and mass flow rate, with respect to centrifugal pump performance. While the literature generally focuses on the effect of a single variable, this study evaluates the effects of viscosity variation with temperature and load conditions not separately, but together, on the pump's hydrodynamic performance through a comprehensive numerical analysis. In particular, 25 separate analyses conducted under different viscosity-flow combinations have provided a detailed evaluation of key performance indicators, such as the pump's operational efficiency and head.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Pump Geometry

In this study, the analyzed centrifugal pump was designed for water supply applications. The geometric dimensions were obtained using the Vista CPD software for a rotational speed of 1500 rpm, a mass flow rate of 10 kg/s, and a head of 15 meters. Within this scope, the geometric features and fundamental design parameters of the pump are presented in detail in Table 1.

Table 1. Pump geometry and design parameters

Geometric Properties		
Impeller Inlet Diameter (mm)	**Impeller Outlet Diameter (mm)**	
54.2	190	
6 bladed backward curved		
Blade Characteristics		
Inlet Angle	Outlet Angle	Blade Thickness
27 º	22.5 º	5.7 mm
Inlet Width	Outlet Width	
27.125 mm	33.5 mm	

Based on the specified geometric properties, the three-dimensional model of the pump blade geometry was created using Ansys Design Modeler. The generated blade geometry is presented in Figure 1.

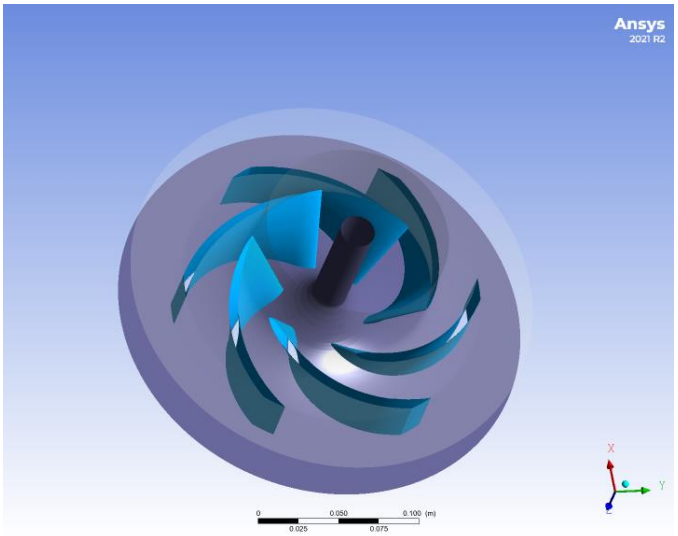
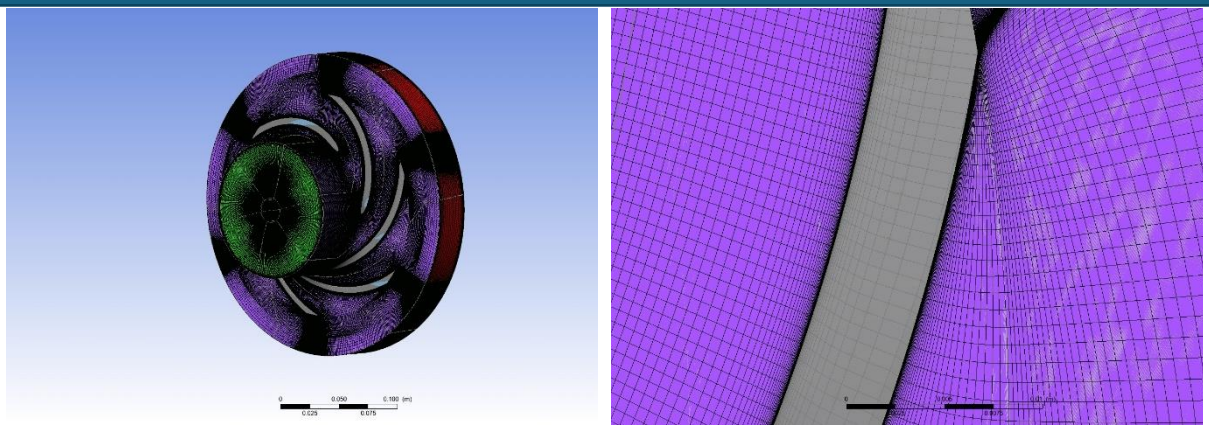


Figure 1. 3D model of the pump geometry

2.2. Mesh structure and independence studies

The three-dimensional model of the pump geometry was transferred to the Ansys TurboGrid environment, where the mesh structure was created. With an appropriate mesh structure, accurate and efficient numerical analysis results are achieved. In this study, despite the complex geometry of the flow domain, structured hexahedral (six-sided) elements were preferred. Hexahedral meshes were selected due to their ability to provide high resolution with a low number of cells, their effectiveness in boundary layer resolution, and their advantages in numerical stability. The mesh structure applied to the blade geometry model is presented in Figure 2.



a) 3D Model Mesh Structure b) Mesh Structure Around the Blade

Figure 2. Mesh structure of the blade geometry

To ensure that numerical results are not affected by uncertainties arising from the mesh structure, the most critical step is to perform a grid independence study. This study is conducted to verify that the results obtained from different mesh densities converge and that the selected mesh accurately represents the solution. Within the scope of the study, four different mesh resolutions (coarse, medium, fine, and very fine) were used to assess the effect of blade geometry on numerical results. In the analyses, the head (H), which directly characterizes the performance of the centrifugal pump, was considered as the reference parameter. The results obtained from the study are presented in Figure 3.

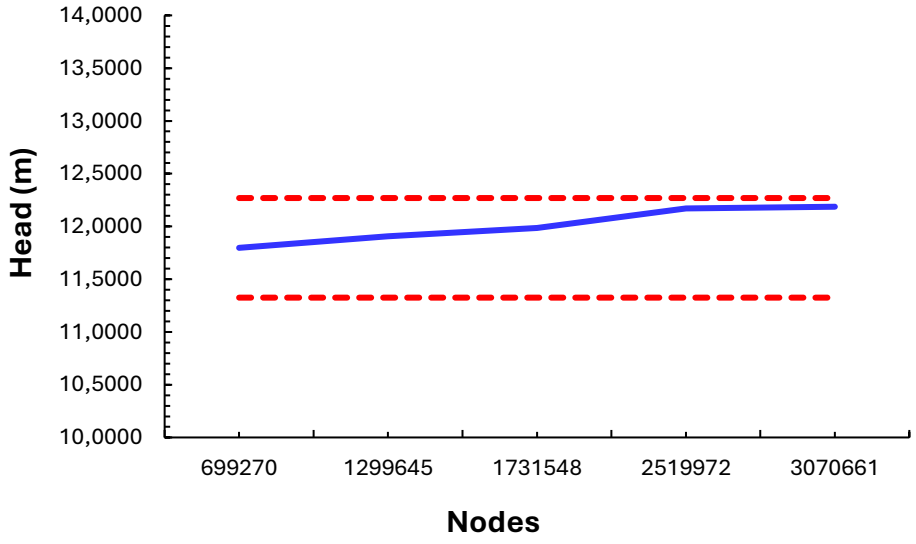


Figure 3. Results of the mesh independence study

The red dashed lines indicate a ±3% error margin. As the number of nodes increases (i.e., mesh quality improves), the calculated head value shows a slight increase. However, all results remain within the acceptable range indicated by the red dashed lines. This confirms the

reliability and validity of all the simulations. Accordingly, based on the mesh independence study, a mesh structure with 1,731,548 cells was selected. This choice balances computational cost with solution accuracy.

2.3. Numerical Method and Boundary Conditions

In centrifugal pumps, performance parameters such as hydraulic losses, pressure fluctuations, and energy efficiency are influenced by turbulent flow dynamics. In this study, numerical solutions were performed using ANSYS CFX. The high-precision CFD solver, which enables the simultaneous solution of pressure and velocity fields, utilized the SST (Shear Stress Transport) turbulence model to accurately capture boundary layer separation and secondary flows. The flow was assumed to be incompressible throughout the entire system.

In the numerical analyses, steady-state flow conditions were adopted, and a pressure-based solver approach was used. This choice was made due to its advantages in the stable solution of energy conservation and momentum equations for incompressible flows. Pure water was selected as the working fluid, and its properties were taken from the ANSYS CFX material database. The thermophysical properties (e.g., viscosity) and boundary conditions for various temperature and flow rate scenarios are systematically summarized in Table 2. This parametric study was designed to determine the sensitivity of pump performance to different operating conditions. A pressure of 1 atm was applied as the inlet condition, while the mass flow rate values provided in Table 2 were used for the outlet condition. A total of 25 different simulations were conducted in this study.

Table 2. Boundary conditions and fluid properties

Mass Flow Rate (kg/s)	Dynamic Viscosity
10	0.001787
20	0.001002
30	0.000547
40	0.000385
50	0.000284

3. RESULTS AND DISCUSSION

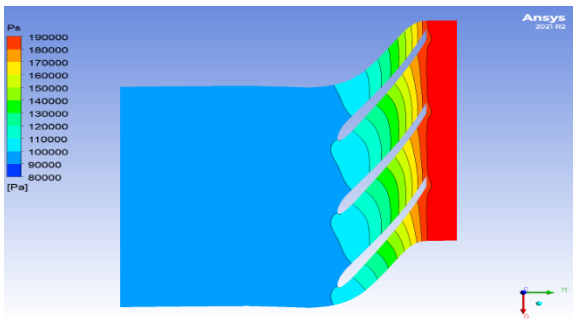
In the study, the performance of a six-bladed centrifugal water pump at different flow rates and viscosity values was numerically investigated. During the numerical analysis, the pump's head and static efficiency were evaluated. Additionally, pressure and velocity distributions at different viscosity and flow rate values were compared. The hydrodynamic performance was

examined for viscosity values corresponding to temperatures ranging from 0°C to 100°C and for flow rates ranging from 10 kg/s to 50 kg/s.

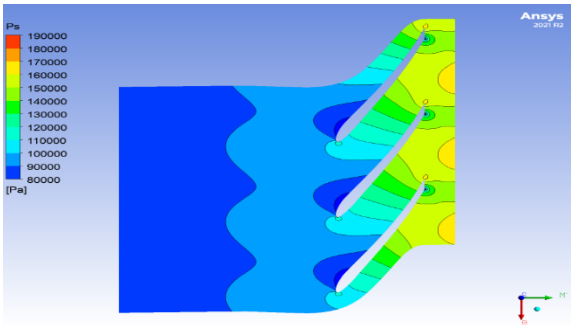
3.1. Pressure Distributions

The static pressure (Ps) and total pressure (Pt) contours inside the centrifugal pump have been examined. The pressure distributions obtained at different mass flow rates were compared and evaluated in terms of flow characteristics and pump performance. The resulting contours reveal the energy conversion processes inside the pump and potential efficiency losses.

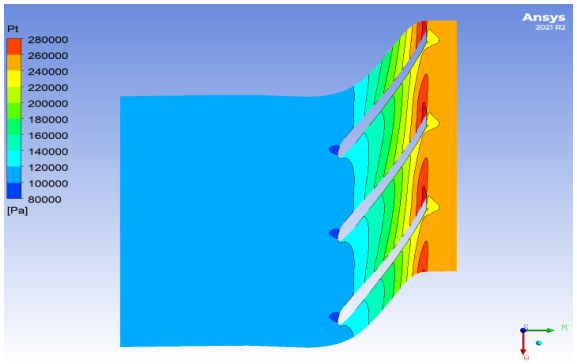
Figure 4 shows the distribution of static pressure (Ps) and total pressure (Pt) at different mass flow rates inside the centrifugal pump. At low flow rate (10 kg/s), as seen in Figures 4a and 4c, the flow is more orderly, and a significant pressure increase is observed at the impeller exit. At high flow rate (50 kg/s), however, in Figures 4b and 4d, the pressure contours appear more scattered and irregular. This indicates the increased turbulence effects and losses in the flow, leading to more chaotic conditions. In particular, Figure 4b shows prominent low-pressure regions, which suggest potential flow separations around the impeller blades. The smooth increase in static pressure indicates limited turbulence and vortex formation, suggesting the pump is operating efficiently. In Figures 4b and 4d, low-pressure zones are observed on the suction surface of the impeller blades, indicating flow separation occurring at high flow rate.



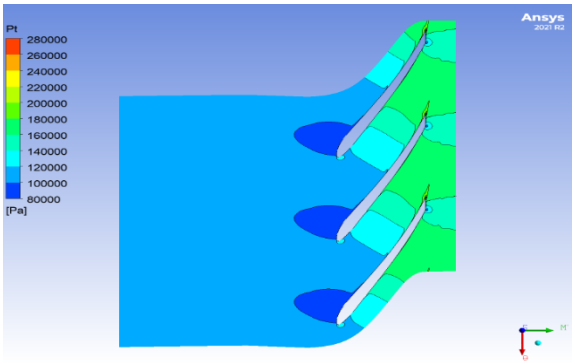
a) P_s at the 10 kg/s flow rate



b) P_s at the 50 kg/s flow rate



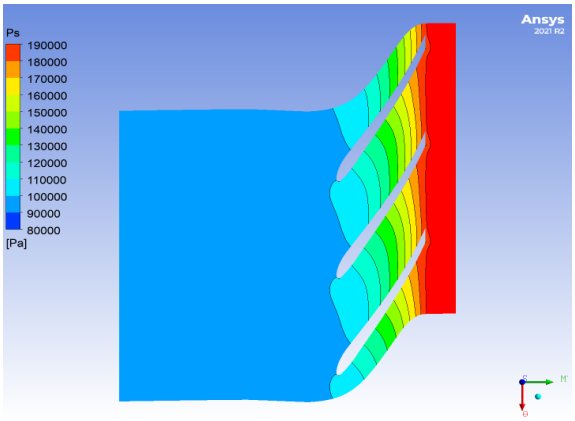
c) P_t at the 10 kg/s flow rate



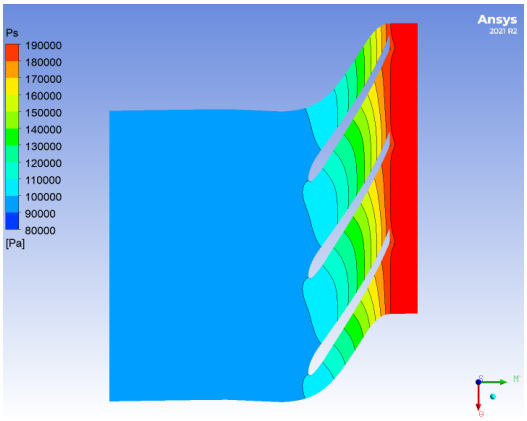
d) P_t at the 50 kg/s flow rate

Figure 4. Pressure Distributions at Different Flow Rates (0°C)

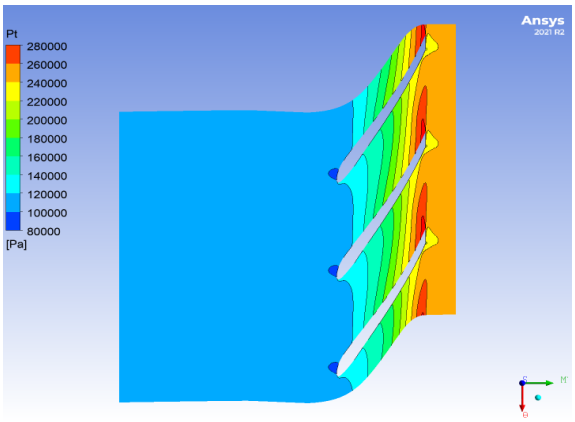
Figure 5 shows the static pressure (Ps) and total pressure (Pt) distributions obtained at 0°C and 100°C temperatures with a mass flow rate of 10 kg/s (constant flow rate condition). The pressure levels show a systematic increase from the pump inlet to the outlet. Although the viscosity reduction decreases the local friction losses of the flow, no significant change in the pressure distribution is observed due to the constant flow rate. These findings indicate that the effect of the viscosity parameter on the overall pressure distribution inside the pump is minimal at the macro level under the defined operating conditions. However, performance calculations and the examination of local pressure differences will clarify the effect of viscosity change more clearly.



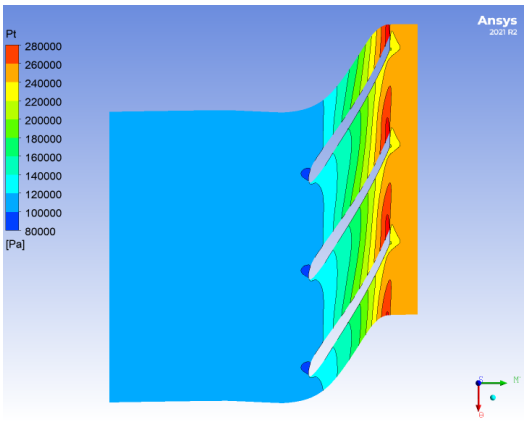
a) P_s at the 10 kg/s flow rate (0°C)



b) P_s at the 10 kg/s flow rate (100°C)



c) P_t at the 10 kg/s flow rate (0°C)



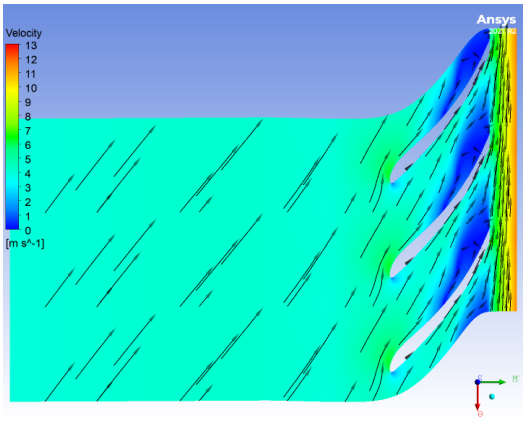
d) P_t at the 10 kg/s flow rate (100°C)

Figure 5. Pressure distributions at different viscosity values.

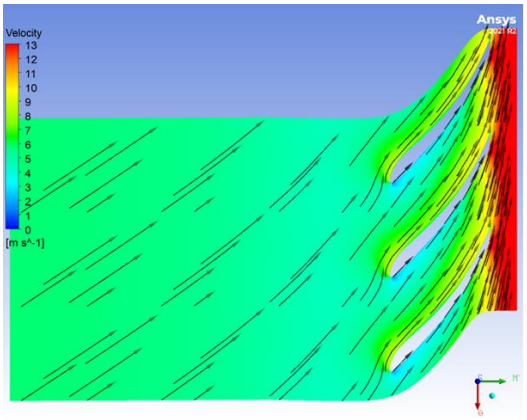
3.2. Velocity Distributions

Figure 6 presents the velocity vector contours obtained at 20%, 50%, and 80% span locations for both 10 kg/s and 50 kg/s flow rates in a comparative manner. Upon examining the contours in all regions, it can be observed that with increasing flow rate, the average flow velocity inside the pump rises, and higher velocity values occur towards the outlet sections. For the low flow rate, the direction of the vectors indicates relatively uniform flow along the blade, with some

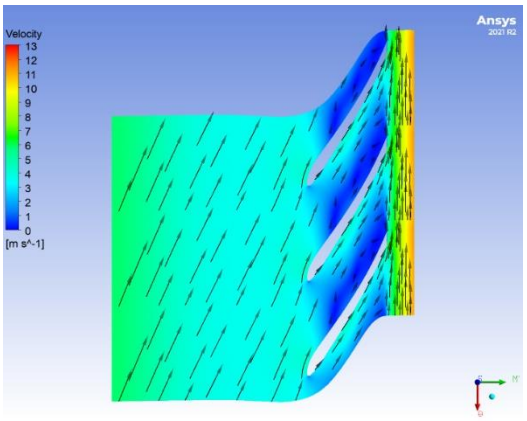
regions showing stall areas, leading to more complex velocity components. For the high flow rate, the direction of the vectors becomes more inclined, with the velocity having a steeper rise or showing faster rotational movement along the blade. As the flow's energy conversion becomes more intense, velocity values significantly increase at the blade exit edges. Increasing flow rate raises the kinetic energy of the fluid, resulting in a narrower, faster, and more directional flow profile at the blade exit, which potentially generates a structure that increases turbulence.



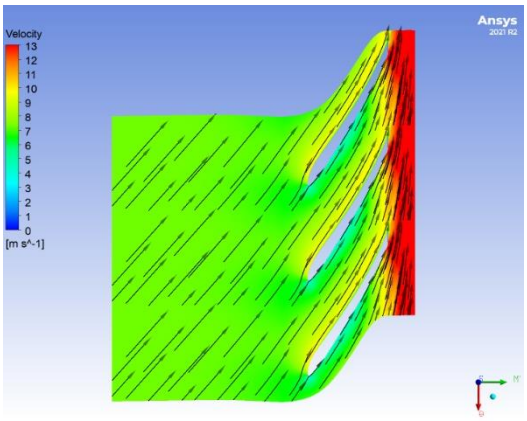
a) Velocity vectors at %20 span (10 kg/s)



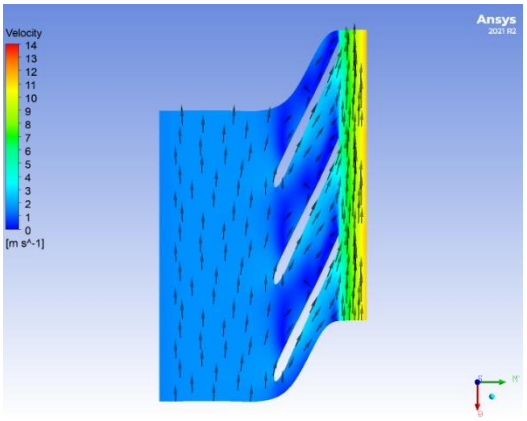
b) Velocity vectors at %20 span (50 kg/s)



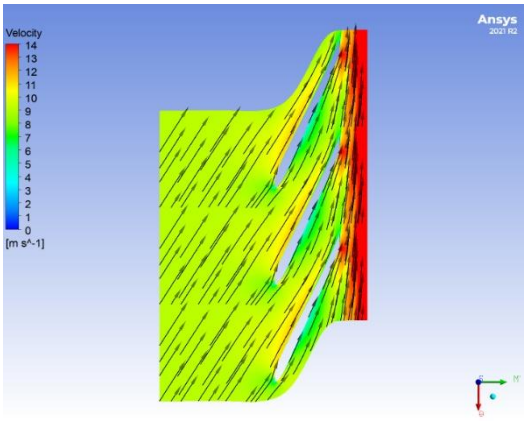
c) Velocity vectors at %50 span (10 kg/s)



d) Velocity vectors at %50 span (50 kg/s)



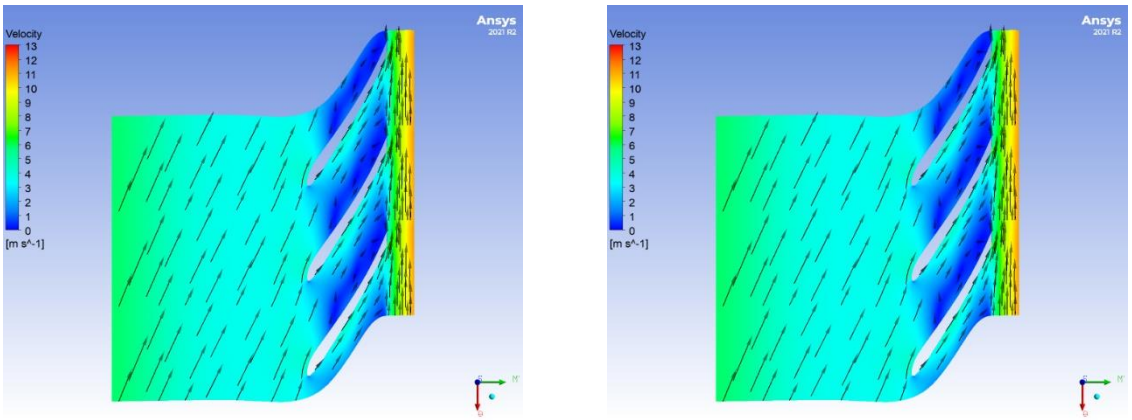
e) Velocity vectors at %80 span (10 kg/s)



f) Velocity vectors at %80 span (50 kg/s)

Figure 6. Velocity Vectors in Different Regions

Figure 7 shows the comparative velocity distributions obtained at 0°C and 100°C. Despite a significant decrease in the dynamic viscosity of the fluid with increasing temperature, the velocity distributions are visually quite similar. Similar to the pressure distribution, the effect of temperature variation on the flow behavior needs to be assessed by separately examining the velocity profiles in the boundary layer. The velocity changes due to viscosity variation are not clearly apparent from this analysis.



a) Velocity vectors at %50 span (0 °C) b) Velocity vectors at %50 span (100 °C)

Şekil 7. Velocity vector distribution corresponding to different viscosities.

The results of the parameters evaluated in terms of head, which generally indicate the pump's performance, are presented in Figure 8. At different flow rates, a slight decrease in pump head is observed as the temperature increases. The rate of decrease due to temperature rise varies approximately between 0.5% and 1.1%, depending on the flow rate. The differences between the maximum and minimum head values at all flow rates are relatively small. In general, an evident reduction in head is observed with increasing flow rate, ranging approximately from 20% to 60%.

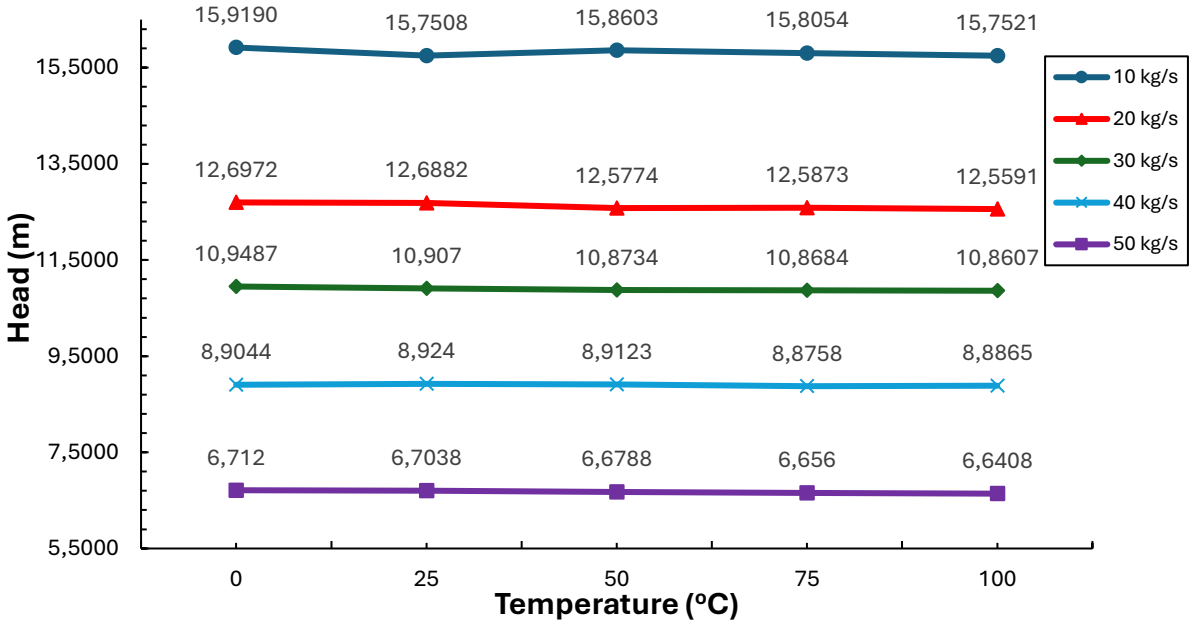


Figure 8. The variation of pump head.

The static efficiency values of the pump were obtained at different mass flow rates (10, 20, 30, 40, and 50 kg/s) and various temperatures (from 25 °C to 100 °C). The results are presented in Figure 9. The change in temperature alters the fluid properties (such as density, viscosity, etc.) and affects the flow characteristics inside the pump. However, this effect was not clearly observed in the pressure and velocity distributions. Similarly, as the mass flow rate (and therefore the flow velocity) changes, the operating point of the pump also varies, and the resulting efficiency variations provide significant insight into pump performance. As shown in the figure, while the efficiency is around 63–64% at a flow rate of 10 kg/s, it reaches approximately 77–78% at 50 kg/s. The pump efficiency increases noticeably with rising flow rate. The results indicate that the highest efficiency is achieved at mass flow rates in the range of approximately 40–50 kg/s. The most efficient operating range of the pump is identified to be around 40–50 kg/s and 80–100 °C, with an efficiency level of about 77–78%. With the increase in viscosity (i.e., decrease in temperature), the static efficiency decreases by approximately 2–3% across all flow rate values.

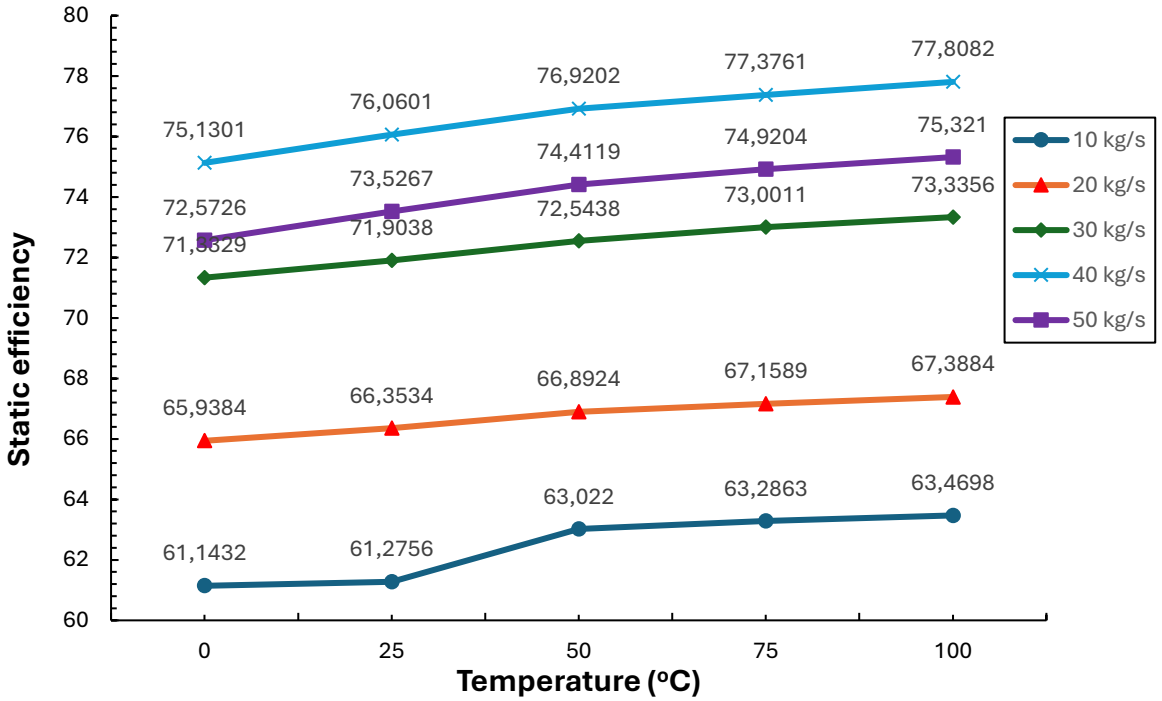


Figure 9. Variation of static efficiency

4. CONCLUSION

In this study, the performance of the centrifugal pump under different viscosity and mass flow rate conditions was numerically investigated. Through numerical analyses, fundamental performance parameters such as head and efficiency were evaluated, and the effects on the flow structure were detailed. The findings emphasize the importance of considering both thermophysical and hydrodynamic factors in pump design. The results of the study are summarized below.

The cause of the pressure differences resulting from the increase in flow rate is the rapid change in direction and acceleration of the fluid around the impeller blades at high flow rates. This leads to the formation of low-pressure regions on the suction surface of the blades, and as the fluid rapidly changes direction and accelerates around the impeller blades, the kinetic energy increases, while dynamic losses and turbulence effects increase, causing the static pressure at the outlet to be measured lower than expected. Additionally, high flow rates create imbalances in pressure fields by increasing boundary layer separations and turbulence levels.

In cases where the pump geometry is kept constant and a specific flow rate such as 10 kg/s is used, the overall flow structure and pressure distribution are primarily determined by the geometric characteristics. Furthermore, although a decrease in viscosity increases the Reynolds number, the flow regime continues to exhibit the same characteristic features. Despite the change in fluid flow properties with the decrease in viscosity (from 0 °C to 100 °C), no

noticeable difference in contour levels has been observed due to the pump geometry and turbulence regime. At low flow rates, the vectors are more gently angled, which is related to the lower momentum that needs to be transported by the flow. While a smoother and lower-energy flow is observed at low flow rates, at high flow rates, a more intense acceleration tendency at the blade exit regions and steeper directions in the flow vectors are observed. This trend results from the increased centrifugal forces due to rotational motion, which carry the fluid outward more rapidly. However, this condition, particularly at the suction or discharge surface of the blades, leads to an increase in boundary layer thickness and even local flow separations.

The effect of viscosity variation on the velocity distributions in a turbulent flow regime is limited by the dominance of turbulent viscosity over molecular viscosity, which restricts the influence of temperature-induced viscosity changes on the overall velocity field. Additionally, due to the same inlet velocities and boundary conditions being maintained in both cases, similar velocity contours are formed at the macro scale. However, the effect of viscosity differences becomes more pronounced near the walls, in the boundary layer thickness, and in the development region of the flow direction.

As the flow rate increases, the velocity of the fluid within the pump rises, and due to the increase in turbulence, the kinetic energy of the fluid increases and spreads in the form of irregular motions, leading to additional friction and energy losses within the system. This results in a reduction in the energy conversion efficiency within the pump at high flow rates, causing more dramatic decreases in the discharge head, ranging from 20% to 60%.

As the temperature decreases, the viscosity of the fluid increases, raising internal friction and flow losses, which slightly disrupts the flow structure within the impeller, leading to energy loss. These increased losses result in a reduction of approximately 2-3% in pump performance. However, due to design optimization, these effects remain minimal, and high efficiency is maintained throughout the system. As the flow rate increases, the kinetic energy and momentum transfer of the fluid entering the pump impeller also increase, ensuring optimal hydrodynamic interaction under operating conditions close to the design point of the impeller. At high flow rates, the more uniform distribution of the fluid helps to minimize turbulence and internal friction losses, contributing to an increase in efficiency. Under operating conditions close to the design point, the impeller geometry and flow paths convert the increased turbulence into a more organized flow, reducing energy losses.

In conclusion, the small temperature effects on pump performance are negligible when compared to the mechanical and hydraulic losses caused by the increase in flow rate. It has been determined that, for centrifugal pump design, viscosity contributes to the development of more efficient and stable systems, but no significant geometric optimization is necessary for the range examined.

5. REFERENCES

Aksoy, M. H. (2018). Santrifüj pompa çarkindaki akiş karakteristiklerinin had ve piv yöntemi ile incelenmesi (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.

Al-Obaidi, A. R. (2019). Monitoring the performance of centrifugal pump under single-phase and cavitation condition: A CFD analysis of the number of impeller blades. Journal of Applied

Fluid Mechanics, 12(2), 445–459. https://doi.org/10.29252/jafm.12.02.29303

Aman, A., Kore, S., & Dribssa, E. (2011). Flow simulation and performance prediction of centrifugal pumps using cfd-tool. 28, 59–65.

Bhuptanı, A. H., Patel, R. K., & Bhuptanı, K. M. (2013). Design and analysis of centriugal pump. Journal of Information, Knowledge and Research in Mechanical Engineering, 196–201.

Gupta, P., Subhash, M., Dobriyal, R., & Sharma, R. C. (2023). CFD Simulation of Pressure, Temperature and Rotational Speed Influence on the Cavitation in Centrifugal Pump Impeller. International Journal of Vehicle Structures and Systems, 15(2), 147–153.

Kim, W. S., & Yun, J. E. (2020). CFD analysis on the balancing hole design for magnetic drive centrifugal pumps. Energies, 13(22). https://doi.org/10.3390/en13225865

Nandan, R., Pasha, S. M., Ashish, D., & Nookaraju, B. C. (2023). Computational fluid dynamics (CFD) analysis of centrifugal pumps. E3S Web of Conferences, 391.

Nigussie, T., & Dribssa, E. (2015). Design and CFD analysis of centrifugal pump. International Journal of Engineering Research and General Science, 3(3), 668–677. www.ijergs.org

Nishi, Y., Fujiwara, R., & Fukutomi, J. (2009). Design method for single-blade centrifugal pump impeller. Journal of Fluid Science and Technology, 4(3), 786–800.

Selamat, F. E., Wan Izhan, W. H. I., & Baharudin, B. S. (2018). Design and analysis of centrifugal pump impeller for performance enhancement. Journal of Mechanical Engineering, 5(Specialissue2), 36–53.

Sun, T., Wang, R., & Zeng, Z. (2022). Investigations of Rotational Speed and Flow Rate on Centrifugal Pump Performance Using CFD. 2022 IEEE 13th International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies, ICMIMT 2022, 253–260.

ROS ORTAMINDA OTONOM ARAÇ LOKALİZASYONU İÇİN GERÇEK ZAMANLI GPS VE IMU VERİSİ İŞLEME

Cem Tolga MÜNYAS
Tofaş Türk Otomobil Fab. A.Ş, R&D İzmir Branch, İzmir / Türkiye
ORCID: 0009-0002-9878-9566

ÖZET

Doğru lokalizasyon, otonom sürüşün kritik bir bileşeni olmasıyla beraber araçların dinamik olarak değişen ortamlarda güvenli ve verimli bir şekilde seyretmesini sağlar. Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) verileri ve Atalet Ölçüm Ünitesi (IMU) verileri, sensör füzyon teknikleriyle birleştirildiğinde, otonom sürüş uygulamaları için araç konumunun, yönünün ve yörünge planlamasının belirlenmesinde temel bir rol oynar. Bu proje, Robot İşletim Sistemi (ROS2) çerçevesinde gerçek zamanlı bir GPS veri simülasyonu ve sensörlerden gelen veriyi işleyerek farklı mesaj tiplerine dönüştürmeyi hedeflemektedir. Proje uygulamasında GPS ve IMU sensör verilerini araç üzerinden gerçek zamanlı olarak topladıktan sonra gerekli koordinat dönüşümlerini yapar ve işlenen veri akışlarını GPS, IMU, araç pozu, hız ve GNSS-INS oryantasyonu dahil olmak üzere ilgili ROS konularına yayınlar. Bunlara ek olarak, otonom araca monte edilmiş sensörlerin arasındaki uzamsal ilişkileri korumak için dönüşümler yapar ve aynı şekilde bunu ilgili ROS konusuna yayınlar. Veri akışı dönüşümleri, GPS verilerinin coğrafi koordinatlardan yerel Kartezyen çerçevelere dönüştürülmesini, sensör çıktılarının aracın referans çerçevesiyle hizalanmasını ve lokalizasyondaki gelişmiş doğruluk için zaman senkronizasyonunun korunmasını içerir. Proje kapsamında geliştirilen ROS2 paketi, hem canlı sensör verisinden hem de önceden kaydedilmiş veri kümelerinden veri alımını destekleyecek şekilde dizayn edildiğinden simülasyon ortamında geliştirme ve test etme esnekliği sağlar. Sistem, tanımlı ROS mesajlarını kullanarak ve sensör kalibrasyonu uygulayarak, GPS konumlandırma ve IMU bozulmasındaki hataları düzeltir; sensör füzyonu, otonom navigasyon ve yörünge izleme gibi otonom sürüşü güçlendiren uygulamaları destekleyen yerel lokalizasyonun doğruluğunu artırır. Özetlemek gerekirse, projenin çıktıları otonom araçlarda lokalizasyon ve sensör füzyonu uygulamaları için önemli ve uyarlanabilir işlenmiş veri akışı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lokalizasyon, Otonom Sürüş, Robot İşletim Sistemi, GPS Veri Paylaşımı, Otonom Araçlar

REAL-TIME GPS AND IMU DATA PROCESSING FOR AUTONOMOUS VEHICLE LOCALIZATION IN ROS FRAMEWORK

ABSTRACT

Accurate localization is a critical component of autonomous driving, enabling vehicles to navigate safely and efficiently in dynamically changing environments. Global Positioning System (GPS) data, and IMU (Inertial Measurement Unit) data combined with sensor fusion techniques, play a fundamental role in determining vehicle position, orientation, and trajectory planning for autonomous driving applications. This project provides a robust GPS data simulation and publishing tool within the Robot Operating System (ROS2) framework. The project facilitates the real-time collection of GPS and IMU data, applies necessary coordinate transformations, and publishes the processed information (localization-related data streams) to the relevant ROS topics including GPS, IMU, vehicle pose, velocity and GNSS-INS orientation. Additionally, it broadcasts transformations to maintain spatial relationships between different frames of the autonomous vehicle. The transformation process includes converting GPS data from geographic coordinates to local Cartesian frames, aligning sensor outputs with the vehicle's reference frame, and maintaining time synchronization for improved accuracy. The developed package supports data retrieval from live sensors and pre-recorded datasets, ensuring flexibility in development and testing in the simulation environment. By leveraging well-defined ROS messages and applying sensor calibration, the system enhances localization accuracy, correcting errors in GPS positioning and IMU drift, which supports applications in the context of autonomous driving such as sensor fusion, autonomous navigation, and trajectory tracking. All in all, the project provides robust and adaptable processed data streams that are crucial for localization and sensor fusion applications in autonomous vehicles in real-world scenarios**.**

Keywords: Localization, Autonomous Driving, Robot Operating System, GPS Data Publisher, Autonomous Vehicles2

1. INTRODUCTION

In autonomous driving applications, the localization of the robot is an important concept. The robot which is the autonomous vehicle here relies on the localization stack within the autonomous driving system. Accurate and real-time localization is a fundamental requirement for autonomous driving systems. Autonomous vehicles must constantly determine their position, orientation, and movement velocity to safely navigate and interact with their surroundings. These localization processes rely on multiple sensors including GNSS (GPS),

IMUs, LiDARs, and cameras. In this study, we emphasize the real-time processing of GPS and IMU data, which are often used together due to their complementary characteristics. GPS provides global positioning while the IMU offers high-rate motion tracking.

However, despite the critical nature of this sensor data, raw outputs from GPS and IMU sensors are often not directly usable in robotics systems like those built with the Robot Operating System (ROS). They may use incompatible coordinate systems, different data formats, and unsynchronized timestamps. Furthermore, sensor outputs need to be transformed into a coherent local coordinate frame, and they must be synchronized to ensure consistent time-aligned data fusion.

This project addresses these issues by designing and implementing a robust ROS2 package that integrates GPS and IMU data to generate reliable localization information. The developed node processes sensor streams from pre-recorded datasets (and soon live sensors), transforms coordinate frames, aligns timestamps, and publishes standardized ROS messages, which are directly compatible with Autoware, a widely-used open-source autonomous driving software stack.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Tools and Autonomous Driving Software Stack

The entire software architecture relies on ROS2, a flexible middleware platform that facilitates communication between modular software components known as "nodes". This modular design allows seamless integration with existing autonomous systems.

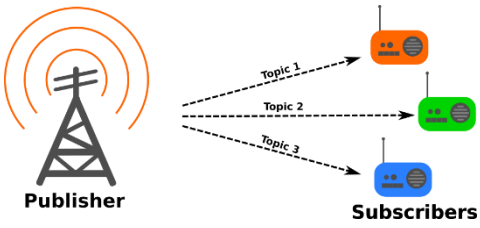


Figure 1. ROS2 Publisher-Subscriber working mechanism [7]

For the autonomous driving software stack side, the project utilizes Autoware, an open-source autonomous driving framework, serves as the foundational stack. It provides capabilities such as mapping, localization, perception, planning and control as can be seen on its high-level architecture.

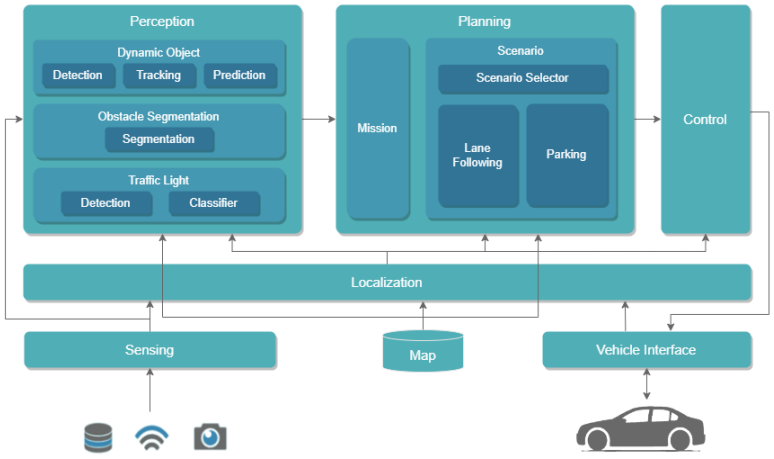


Figure 2. High-level architecture of Autoware [1]

The GPS and IMU datasets used in this work are collected from an experimental platform equipped with GNSS receivers and an Inertial Measurement Unit. These datasets were recorded in CSV format and represent realistic scenarios encountered in vehicle environments.

For development, testing and visualization processes throughout the project, wu utilized Autoware for autonomous software stack support, ROS2 Humble for middleware and node orchestration, Rviz and RQT Graph for real-time visualization of sensor behaviors and node-topic interactions, GeographicLib for coordinate transformation and also custom calibration files for sensor alignment.

2.2 ROS2 Node & Key Functionalities

The core contribution of this project is a ROS2 package featuring three main functionalities. The first key component is the multi-format input support of the package. The node can read GPS and IMU data from CSV files (currently supported), with live sensor streaming support under development. It parses key parameters such as timestamp, position (latitude/longitude), orientation angles, velocity, and acceleration. Second key component is the coordinate transformation. The collected raw GPS and IMU data is transformed from the Military Grid Reference System (MGRS) to the Universal Transverse Mercator (UTM) format. This is critical because MGRS, while human-readable, is not suitable for metric-based robotic computations. UTM, with its Cartesian characteristics, simplifies path planning and sensor fusion tasks. Additionally, extrinsic calibration is applied to align sensor outputs with the vehicle's local frame. The last key component of this package is that we publish new messages into seven different ROS topics that is newly created and can be mainly used for localization stack enhancements. After synchronization and transformation, the data is published to seven

different standardized ROS2 topics. These topics are utilized by other modules for real-time localization, navigation, and mapping purposes.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 Data Flow Pipeline

The data flow pipeline in this project represents the step-by-step process of converting raw GPS and IMU sensor data that is collected with a vehicle in traffic into meaningful, synchronized, and transformed localization messages that can be utilized by autonomous driving systems. This pipeline consists of four main stages.

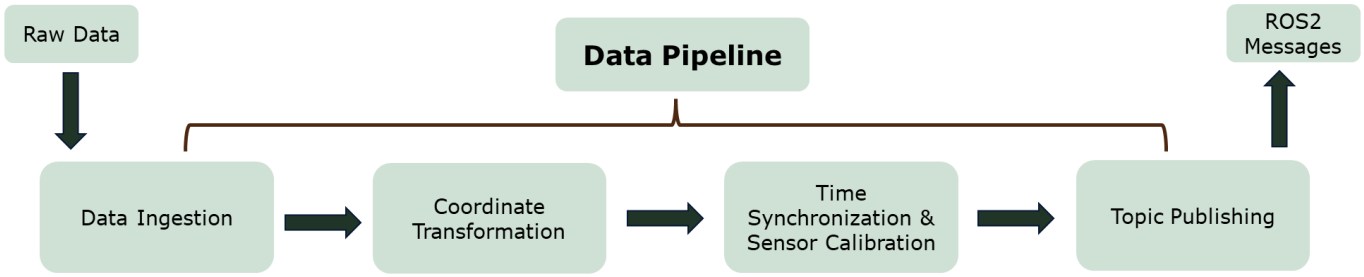


Figure 3. Data flow pipeline

3.1.1 Data Ingestion

The first stage is “Data Ingestion”. The aim here is to read and parse the raw GPS and IMU data stored in a CSV file. The subprocesses for the first stage can be divided into three different categories: CSV parsing, parameter extraction, and timestamp indexing. The node begins by ingesting raw data from a structured CSV file. Each row in the CSV corresponds to a single timestamped observation containing information from either GPS or IMU sensors. Then, in the paremeter extraction, fields such as timestamp, latitude, longitude, orientation (roll, pitch, yaw), linear velocity, and acceleration are extracted. These parameters are critical for downstream processing. Lastly, each entry is assigned its precise timestamp to facilitate later synchronization. GPS data typically comes at a lower rate (e.g., 1–5 Hz), while IMU data is available at higher frequencies (e.g., 50–100 Hz), which makes accurate timestamp management crucial.

3.1.2 Coordinate Transformation

The second step of the data pipeline is “Coordinate Transformation”. The aim here is to convert GPS-based geodetic coordinates into a local Cartesian coordinate system (UTM), and align them with the vehicle's reference frame so that robot could clarify the exact location on the

global map with this information. We can deeply analyze the coordinate transformation in four subtopics.

The first topic is the “Geodetic to Cartesian Conversion”. The node uses GeographicLib, an open-source geographic computation library, to convert Military Grid Reference System (MGRS) or Latitude/Longitude values into Universal Transverse Mercator (UTM) coordinates [3]. This is necessary due to different capabilities of two coordinate reference systems that can be seen on the comparison table. UTM coordinates allows easier metric computations such as distance and angle measurements for our case.

Table 1. Comparison of MGRS and Cartesian UTM coordinate systems

MGRS (Military Grid Reference System)	Cartesian UTM (Universal Transverse Mercator)
Used by NATO militaries and field operations	Used for general mapping, engineering & robotics applications
Human-readable (easier to read/communicate)	Detailed but longer readability
Derived from UTM coordinates	Converts directly from latitude / longitude

The second subtopic is ENU (East-North-Up) transformation. In cases where local ENU (East-North-Up) frame is required, additional transformations are applied to orient the coordinates relative to a known reference origin [3]. Then, another subtopic is the static frame transform application. These transformations are applied to map sensor data from sensor-specific frames (e.g., gnss_link, lidar_link) to the main vehicle frame (base_link). This ensures that all sensor data is spatially aligned. On the other hand, there is also dynamic transform publishing application. If the vehicle is in motion, dynamic transform broadcasters are used to publish transformations in real-time, linking coordinate frames for continuous navigation.

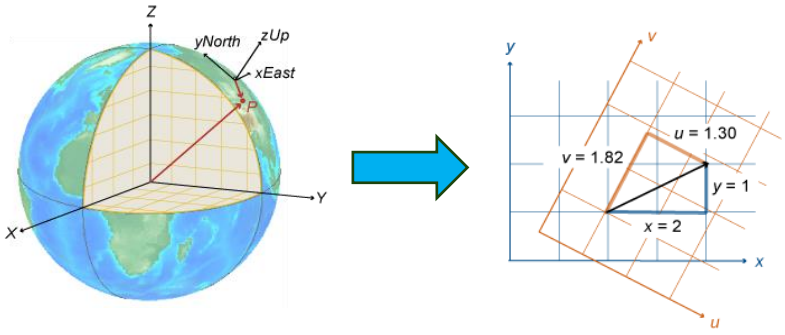


Figure 4. Coordinate transformation from the global ECEF system to a local ENU system [8]

3.1.3 Time Synchronization and Sensor Calibration

The third step of the data pipeline is time synchronization and sensor calibration. The goal is to align sensor streams from GPS and IMU and apply calibration parameters to relate their physical positions and orientations. To ensure reliable and precise localization, it is critical to synchronize the data streams from the GPS and IMU sensors while applying accurate sensor calibration parameters. In this project, GPS data—typically updated at a lower frequency—is aligned with high-rate IMU data using ROS2's built-in timing utilities. This alignment allows both sensors to contribute meaningfully to the same time-stamped localization frame. Without synchronization, discrepancies between timestamps can lead to inconsistent or drifting position estimates, especially during dynamic vehicle motion. Once temporal alignment is established, the next step involves calibrating the physical arrangement of sensors on the vehicle. This is done using a configuration file containing extrinsic calibration parameters, which define the relative position (translation) and orientation (rotation) between each sensor (e.g., GNSS, IMU, LiDAR) and the vehicle's base reference frame. Applying these transformations ensures that all sensor data is mapped into a unified spatial frame, allowing for accurate fusion and interpretation across the system. This calibration step is particularly crucial for tasks like pointcloud alignment, motion estimation, and trajectory tracking. Proper synchronization and calibration thus form the backbone of any effective localization system, ensuring that the input data accurately reflects the real-world vehicle dynamics in both time and space.

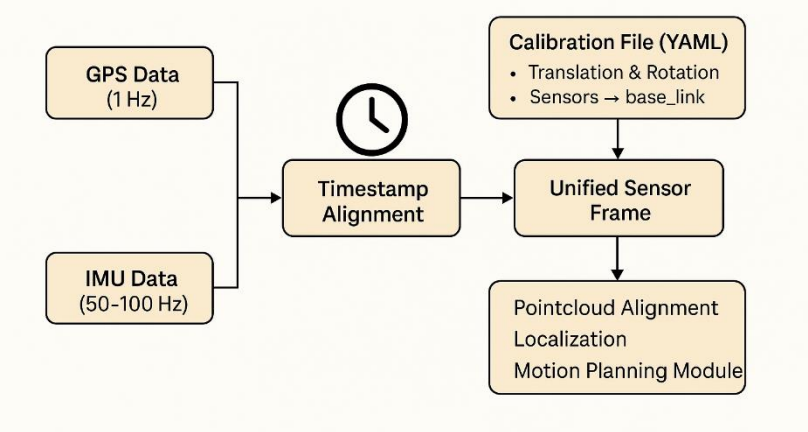


Figure 5. Sensor time synchronization and calibration flow

3.1.4 Topic Publishing

The final process of the work is publishing new localization related messages into standardized ROS topics. After the GPS and IMU data are synchronized and calibrated, the final stage involves publishing this processed information as ROS2 topics for use by other nodes in the

autonomous vehicle system. This step acts as a bridge between sensor-level data processing and high-level modules like localization, mapping, and path planning. In the developed pipeline, GPS data—typically in the form of latitude, longitude, and altitude—is first converted into UTM (Universal Transverse Mercator) coordinates to allow for more accurate metric-based positioning in a Cartesian frame. This information, along with the high-frequency orientation and acceleration data from the IMU, is encapsulated in ROS2-compatible message types such as sensor_msgs/NavSatFix, geometry_msgs/PoseStamped, or sensor_msgs/Imu. These messages are then published to predefined topics at consistent rates. Maintaining a consistent and correct message structure ensures seamless integration with downstream nodes like localization algorithms, visualization tools (e.g., RViz), and control systems. Additionally, quality-of-service (QoS) profiles are configured to guarantee reliable communication, particularly for time-critical data streams. Through this architecture, the vehicle gains a continuous and accurate stream of spatial awareness, enabling it to respond intelligently to its environment in real time.

Figure 6. Visualization of the autonomous vehicle in RViz with the localization enhancements

4. CONCLUSIONS

This project presents a complete and modular solution for integrating GPS and IMU data in real time to enhance localization in autonomous vehicles using the ROS2 framework. The developed system, which processes pre-recorded or real-time sensor data streams, delivers significant improvements in spatial accuracy, data fusion reliability, and platform compatibility. This project delivers a robust ROS2-based solution for real-time GPS and IMU data processing to enhance localization in autonomous vehicles. By aligning sensor timestamps, converting

geodetic coordinates to a Cartesian system, and applying precise calibration, the system achieves high-accuracy localization. The improved sensor fusion capability ensures that GPS and IMU data are consistently aligned in space and time, contributing to more reliable vehicle positioning. The package is fully compatible with both ROS2 and Autoware, allowing seamless integration into existing autonomous stacks. Simulation and real-world dataset testing confirmed the system's effectiveness, showing clear improvements in localization accuracy and pointcloud alignment. This work establishes a strong foundation for future live sensor integration and advanced fusion approaches.

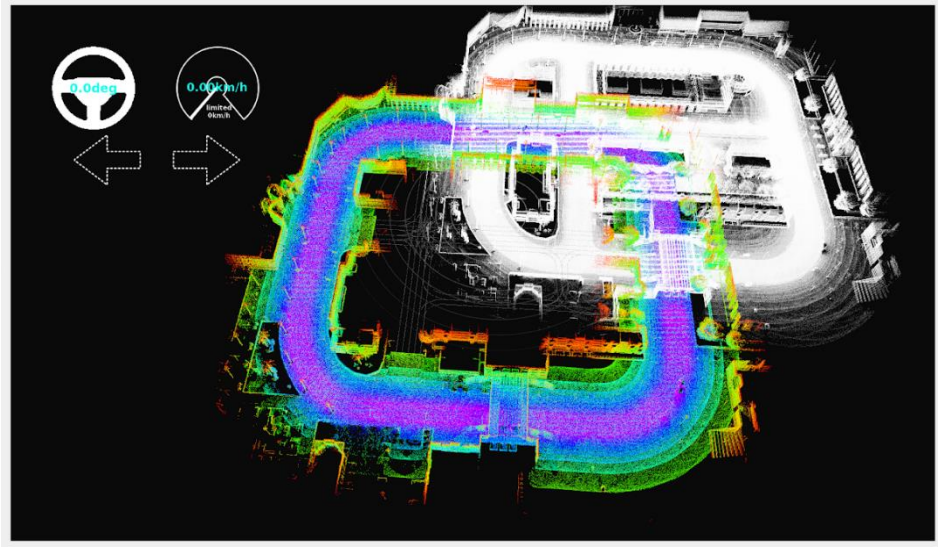


Figure 7. Localization drift & point cloud alignment before the implementation

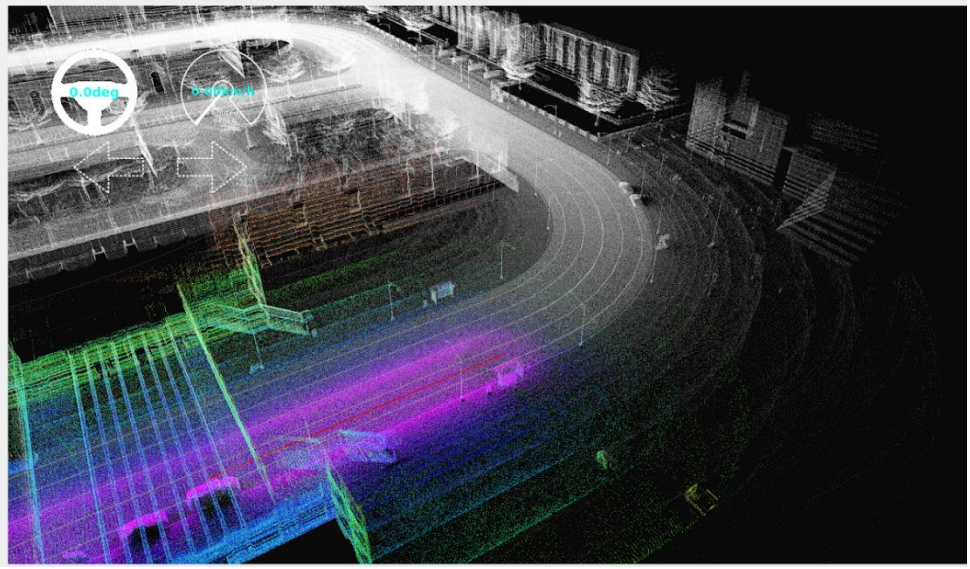


Figure 8. Localization drift & point cloud alignment after the implementation

5. REFERENCES

[1] Autoware Foundation. (2024). *Autoware documentation*. Retrieved from https://www.autoware.org

[2] Fox, D., Burgard, W., & Thrun, S. (1999). Markov localization for mobile robots in dynamic environments. *Journal of Artificial Intelligence Research, 11*, 391–427. https://doi.org/10.1613/jair.616

[3] GeographicLib. (2025). *GeographicLib: A library for geographic projections and geodesy*. Retrieved from https://geographiclib.sourceforge.io

[4] Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Collins, J. (2001). *GPS: Theory and practice* (5th ed.). Springer-Verlag.

[5] Ko, J., & Fox, D. (2008). GP-BayesFilters: Bayesian filtering using Gaussian process prediction and observation models. *Autonomous Robots, 27*(1), 75–90. https://doi.org/10.1007/s10514-009-9119-5

[6] Quigley, M., Gerkey, B., Conley, K., Faust, J., Foote, T., Leibs, J., Wheeler, R., & Ng, A. Y. (2009). ROS: An open-source Robot Operating System. In *Proceedings of the ICRA Workshop on Open Source Software* (Vol. 3, No. 3.2).

[7] ROS2 Documentation. (2025). *Robot Operating System 2 (ROS2) documentation*. Retrieved from https://docs.ros.org/en/humble

[8] MathWorks. (n.d.). *Vectors in 3-D coordinate systems*. MathWorks. Retrieved April 20, 2025, from https://www.mathworks.com/help/map/vectors-in-3-d-coordinate-systems.html

ROBUST OBSTACLE AVOIDANCE FOR LOGISTICS ROBOTS USING DEEP REINFORCEMENT LEARNING IN ROS-BASED SYSTEMS

Sibel DEMIR
Tofaş Türk Otomobil Fab. A.Ş, R&D İzmir Branch, İzmir / Türkiye
ORCID: 0009-0005-8245-0607

ABSTRACT

In dynamic warehouse and outdoor logistics environments, autonomous robots are required to navigate efficiently while avoiding both static and moving obstacles. Traditional rule-based or reactive navigation approaches often fall short in such scenarios due to their limited adaptability and reliance on predefined behaviors. To address this, we present a deep reinforcement learning (DRL)-based obstacle avoidance system designed within the Robot Operating System (ROS) framework. This approach enables mobile robots to learn and generalize navigation behaviors through continuous interaction with complex, unstructured environments. Our method leverages the Soft Actor-Critic (SAC) algorithm, known for its sample efficiency and performance in continuous action spaces. The DRL policy is trained in a simulated warehouse and outdoor logistics environment, incorporating realistic features such as narrow pathways, and dynamic obstacles. The trained policy is then integrated with a traditional global path planner, combining the benefits of structured long-range planning with real-time adaptability to unexpected obstacles. Implementation and validation are conducted on a differential drive wheeled robot equipped with LiDAR and camera sensors, operating within a simulated ROS-based environments. We expect that the results will demonstrate that our system significantly improves safety, reduces collision rates, and maintains efficient goal-directed behavior under varying levels of environmental complexity. This research contributes a modular, scalable, and adaptable navigation framework that enhances the reliability of autonomous mobile robots in logistics operations, with seamless integration into existing ROS-based robotic platforms.

Keywords: Deep Reinforcement Learning, Obstacle Avoidance, Autonomous Mobile Robots, Warehouse Automation, Outdoor Logistics, Robot Operating System, Soft Actor-Critic, Hybrid Navigation, Dynamic Environments

1. INTRODUCTION

Autonomous mobile robots have become integral components in modern logistics, significantly improving operational efficiency and safety in warehouse and outdoor logistics scenarios. Despite their widespread deployment, these robots encounter substantial challenges in dynamic environments, primarily related to efficient navigation and obstacle avoidance. Conventional navigation systems, based on predefined rules and reactive strategies, typically struggle with

adapting effectively to sudden changes and unforeseen obstacles, which compromises their reliability and overall performance.

To overcome these limitations, Deep Reinforcement Learning (DRL) has been explored extensively due to its potential to dynamically learn and adapt navigational behaviors through direct environmental interactions. Among DRL methods, the Soft Actor-Critic (SAC) algorithm stands out for its exceptional ability to handle continuous action spaces, balance exploration and exploitation effectively, and achieve high sample efficiency.

Real-world applications and case studies demonstrate the potential of integrating SAC with ROS2 environments for navigation tasks. For example, SACPlanner utilizes polar state representations and has shown superior collision avoidance capabilities compared to traditional planners (Nakhleh et al., 2023). Additionally, the PIC4rl-gym framework illustrates how SAC can effectively be integrated within modular ROS2-based systems for varied navigation tasks including vineyard navigation and person-following (Martini et al., 2022). Furthermore, SAC has been successfully combined with digital twin technology for real-time control in robotic additive manufacturing scenarios, highlighting its adaptability and effectiveness in complex operational environments (Ali et al., 2025).

In this paper, we postulate that integrating a DRL-based local navigation policy using the SAC algorithm within the Robot Operating System (ROS) framework can significantly improve obstacle avoidance capabilities in autonomous robots. ROS provides a robust, modular, and scalable infrastructure widely adopted in robotic applications, making it suitable for implementing and testing advanced navigation strategies. We propose combining a DRL-based local policy with a traditional global path planner, thereby leveraging structured, long-term strategic planning alongside real-time adaptive behaviours.

Although this work is currently conceptual, we present a detailed architectural framework and methodology designed to support future simulation and implementation efforts. By grounding our assumptions in state-of-the-art literature and simulation planning, this research outlines a pathway toward more resilient and intelligent autonomous robot behaviour in logistics environments.

2. THEORETICAL BACKGROUND

A. Deep Reinforcement Learning for Robot Navigation

Deep Reinforcement Learning (DRL) has emerged as a powerful paradigm for training autonomous agents, particularly in complex, high-dimensional tasks such as robot navigation. DRL allows an agent to learn optimal behaviours directly through trial and error, guided by a reward signal that quantifies success. In navigation contexts, DRL offers a significant advantage

over traditional rule-based and classical control systems by enabling real-time adaptability to dynamic and uncertain environments.

Popular DRL algorithms used for obstacle avoidance include:

- **Deep Q-Networks (DQN):** effective for discrete action spaces but limited in continuous control applications.
- **Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG):** extends DRL to continuous action spaces using deterministic policies.
- **Proximal Policy Optimization (PPO):** balances policy stability with learning efficiency.
- **Soft Actor-Critic (SAC):** employs a stochastic policy with entropy regularization for improved exploration and robustness.

B. Soft Actor-Critic (SAC)

SAC is a state-of-the-art DRL algorithm that has demonstrated remarkable performance in robotic navigation, especially in environments requiring continuous control. SAC is an off-policy actor-critic algorithm designed to maximize both the expected return and the entropy of the policy. By encouraging high entropy, SAC enables agents to maintain exploratory behavior, which improves robustness and prevents premature convergence to suboptimal policies.

Core Mechanisms of SAC:

- **Stochastic Policy:** Unlike DDPG, which outputs deterministic actions, SAC produces actions sampled from a probability distribution, facilitating better exploration.
- **Entropy Regularization:** SAC augments the standard reward objective with an entropy term, ensuring the agent continues to explore and remains adaptable in dynamic environments.
- **Clipped double-Q trick:** It uses two critic networks like TB3 to mitigate overestimation bias, a common issue in value-based DRL methods.
- **Target Networks and Soft Updates:** SAC employs target networks that are updated gradually to ensure training stability.

Comparison to Other DRL Algorithms:

- Compared to **DDPG**, SAC shows higher sample efficiency and more stable learning due to its stochastic policy and entropy maximization. DDPG is more prone to instability and poor exploration.
- In contrast with **DQN**, which is confined to discrete action spaces, SAC excels in continuous action domains like mobile robot navigation.

- **PPO**, while known for its robustness in policy updates, is an on-policy method and generally less sample-efficient than SAC in high-dimensional environments.

Empirical studies such as (de Jesus et al., 2021) have validated SAC's superiority in mobile robot navigation tasks. Their experiments in Gazebo simulation environments showed that SAC achieved higher goal-reaching accuracy and fewer collisions compared to DDPG, particularly in asymmetric and cluttered scenarios.

C. Hybrid Planning Approach

While DRL excels in reactive, short-term decision-making, it often lacks the global perspective necessary for complex long-distance navigation. To address this, a hybrid planning approach is adopted, integrating SAC-based local planning with a traditional global planner. This layered strategy combines the strengths of both paradigms: the global planner provides a coarse trajectory from start to goal using precomputed maps, while the SAC agent reacts in real time to dynamic obstacles and environmental uncertainties.

Benefits of the Hybrid Approach:

- **Safety and Robustness:** The global path ensures overall feasibility, while SAC manages unforeseen changes or obstacles.
- **Scalability:** By decoupling strategic pathfinding from real-time control, the system scales better to larger environments.
- **Efficiency:** The hybrid approach minimizes unnecessary exploration by constraining the SAC policy to operate within the bounds of the global path.

Overall, it enhances generalizability and reliability in real-world logistics environments, where both long-range routing and local obstacle negotiation are essential.

3. METHODOLOGY

A. Navigation Framework

The proposed navigation framework can be implemented within the Robot Operating System 2 (ROS2) environment using the Gazebo simulator. The architecture consists of a two-layer planning system also seen in Figure 1:

- **Global Planner:** Implemented using the **NavfnPlanner** module that integrates Dijkstra method, the global planner computes an optimal path to the goal based on a pre-mapped static environment.
- **Local Planner (SAC Agent):** The SAC policy is trained separately using laser scan inputs, previous velocity, and goal direction. Once trained, the policy operates in real-time, overriding or adjusting velocity commands based on obstacle proximity.

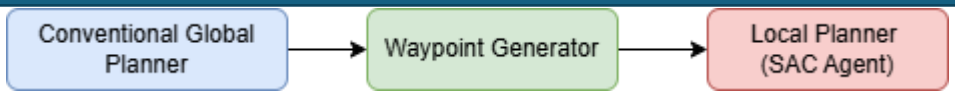


Figure 1. Global and Local Planning Strategy

B. Simulation Environment

The simulation environment will employ the TurtleBot3 platform, outfitted with a 2D LiDAR scanner and RGB camera. Within the Gazebo simulator, both static and dynamic obstacles will be introduced to test the adaptability of the SAC agent. Scenarios including narrow corridors and moving obstacles to simulate realistic logistics operations. SAC training is to be performed in PyTorch, and the model integrated with ROS2 nodes using custom Python-based interfaces. These wrappers will bridge communication between trained policies and ROS2 topics such as sensor inputs and velocity commands.

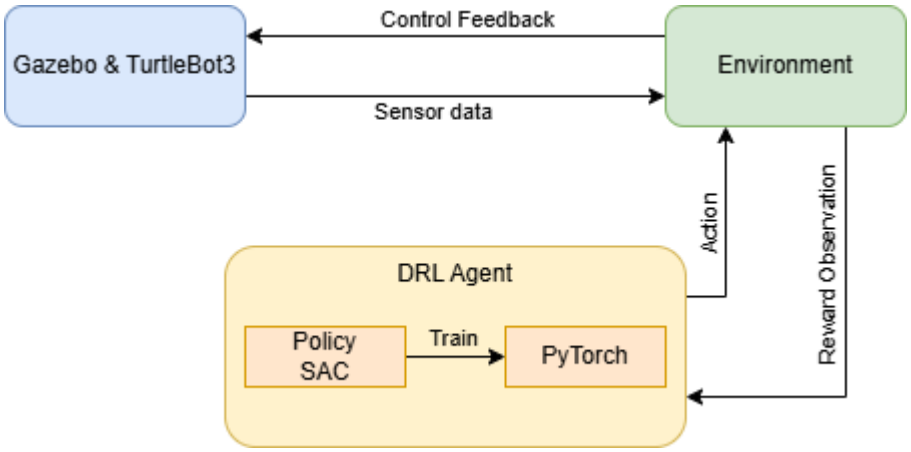


Figure 2. ROS-Based Navigation System Architecture with DRL

The communication and control flow are depicted in Figure 2. The global planner publishes a sequence of waypoints to a designated ROS2 topic. The SAC agent continuously subscribes to real-time sensor data, such as the laser scan and the visual data, and odometry data, and computes appropriate velocity commands, linear and angular, based on learned policy. These are published to the dedicated topic, which directly controls the robot's motion. In parallel, a supervisory node monitors environmental constraints; if the SAC output is deemed unsafe or inefficient, it temporarily overrides local decisions and reverts to global planning commands. To evaluate system performance, several metrics are used. The success rate measures the proportion of goals reached without collision. Time to goal provided insights into navigational efficiency. The number of collisions was recorded to assess safety. Lastly, the deviation from the global path was monitored to evaluate the local planner's fidelity to strategic routing.

4. DISCUSSION & FUTURE WORK

Although the proposed framework has not yet been fully implemented and validated through physical or simulated trials, this work introduces a well-founded, modular architecture that can serve as a blueprint for future experimental studies. The integration of a Soft Actor-Critic (SAC) agent as a local planner within a ROS2-based hybrid navigation stack represents a promising and underexplored strategy in the field of autonomous mobile robotics.

By explicitly combining reactive, learned obstacle avoidance with a deterministic global planning layer, NavfnPlanner, this system seeks to bridge the gap between adaptability and global goal-orientation, a challenge often observed in industrial logistics scenarios. Once implemented, this approach has the potential to not only enhance safety and efficiency but also to set a precedent for scalable deployment of DRL-based agents in real-world ROS2 ecosystems.

The approach can also be expanded to enable multi-agent collaboration, where multiple robots share navigation data through a shared buffer and coordinate via collision-free task allocation strategies. This would enhance operational efficiency and allow for safe multi-robot deployments in constrained logistics environments.

Future work will focus on completing the SAC training process in simulated environments, validating the agent's behaviour across various logistics scenarios, and benchmarking its performance against traditional planners and other DRL algorithms. Another key direction for future research involves extending this hybrid DRL approach to large-scale autonomous driving stacks such as Autoware. This will require adapting the SAC-based local planner to interface with Autoware's planning and perception modules, enabling more intelligent and flexible navigation capabilities in urban and industrial vehicle platforms. The anticipated results are expected to offer new insights into hybrid navigation systems and support the broader adoption of DRL techniques in real-world robotics deployments.

3. CONCLUSION

This paper introduces a conceptual framework for robust obstacle avoidance in autonomous mobile robots using a hybrid navigation strategy that integrates a Soft Actor-Critic (SAC) agent with a traditional global planner within a ROS2 environment. While full implementation and evaluation are pending, the proposed architecture offers a forward-looking solution that leverages the adaptability of deep reinforcement learning alongside the reliability of classical planning methods. By outlining the navigation framework, communication structure, and evaluation strategy in detail, this research provides a reproducible and scalable blueprint for future experimentation. The anticipated outcomes aim to enhance safety, responsiveness, and

autonomy in logistics-focused robotic systems, paving the way for more intelligent and resilient robot deployments in dynamic real-world environments.

REFERENCES

Nakhleh, Khaled & Raza, Minahil & Tang, Mack & Andrews, Matthew & Boney, Rinu & Hadzic, Ilija & Lee, Jeongran & Mohajeri Moghaddam, Atefeh & Palyutina, Karina. (2023). SACPlanner: Real-World Collision Avoidance with a Soft Actor Critic Local Planner and Polar State Representations. 10.48550/arXiv.2303.11801.

M. Martini, A. Eirale, S. Cerrato and M. Chiaberge, "PIC4rl-gym: a ROS2 Modular Framework for Robots Autonomous Navigation with Deep Reinforcement Learning," 2023 3rd International Conference on Computer, Control and Robotics (ICCCR), Shanghai, China, 2023, pp. 198-202, doi: 10.1109/ICCCR56747.2023.10193996.

Ali, M., Giri, S., Liu, S., & Yang, Q. (2025). Digital Twin-Enabled Real-Time Control in Robotic Additive Manufacturing via Soft Actor-Critic Reinforcement Learning. arXiv preprint arXiv:2501.18016.

de Jesus, J. C., Kich, V. A., Kolling, A. H., Grando, R. B., Cuadros, M. A. de S. L., & Gamarra, D. F. T. (2021). Soft actor-critic for navigation of mobile robots. Journal of Intelligent & Robotic Systems, 102(31). https://doi.org/10.1007/s10846-021-01367-5

ELEKTROKİMYASAL KANAL AÇMA ÜZERİNE SON ÇALIŞMALAR

Gazi Berkem EKER
Samsun University, Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, 55420, Ondokuzmayıs, Samsun
ORCID:0009-0009-7755-3256
Abdulkadir ÇEBİ
Samsun University, Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, 55420, Ondokuzmayıs, Samsun
ORCID:0000-0002-3074-6554

ÖZET

Toplumların ihtiyaçlarına bağlı olarak karmaşık geometrilere sahip parçaların ve süper alaşımlar gibi işlenmesi zor malzemelerin kullanımı giderek artmaktadır. Geleneksel imalat yöntemleri,özel parça gereksiniminin fazla olduğu ve süper alaşımların yaygın bir şekilde kullanıldığı havacılık, savunma ve medikal endüstrilerinde takım aşınması, artık stres ve termal bozulmalar gibi birtakım dezavantajlara sahiptir. Bu dezavantajların üstesinden gelmek için aşındırıcı jet işleme, lazer işleme ve elektrokimyasal işleme (EKİ) geleneksel olmayan imalat yöntemleri kullanılmaktadır. EKİ, Faraday Kanunları'na göre malzeme sertliğinden bağımsız işleme yapabilen temassız işleme yöntemlerinden biridir. Geleneksel EKİ'de temel prensip elektrotlardan arasındaki boşluktan elektrolit geçirilerek anot yüzeyinden metal iyonlarının uzaklaştırılmasını sağlamaktır. EKİ jet EKİ, ultrasonik destekli EKİ, EK delik delme, EK taşlama, EK frezeleme ve EK kanal açma olarak sınıflandırılabilmektedir. EK kanal açma mikro boyutta takımların pürüzlendirilmesi, istenilen geometrik hatvelerin oluşturulması ve çoklu kanal açılması için kullanılmaktadır. Bu bildiri, EK kanal açma üzerine yapılan çalışmaları özetlemeyi ve uygulamaları hakkında bilgi vermeyi amaçlamaktadır. Kanal açmada yüzey kalitesini etkileyen kritik parametreler elektrolit akış dağılımı, akım yoğunluğu, voltaj, darbe açık ve kapalı süreleri olarak sıralanabilmektedir. Kanal açma sırasında oluşan keskin köşelerde akım yoğunluğunun önemli ölçüde değiştiği ve buna bağlı olarak kaçak akım oluştuğu belirtilmiştir. Bunun engellenebilmesi için katot açısında değişiklik, katot tipinde değişiklik ve maskeleme gibi birçok yöntem kullanılmıştır. Literatürdeki çalışma sonuçlarına göre EK kanal açma yönteminin süper alaşımlar için önemli bir potansiyele sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Elektrokimyasal işleme, kanal açma, süper alaşımlar, yüzey pürüzlülüğü

RECENT EFFORTS ON ELECTROCHEMICAL GROOVING

ABSTRACT

In line with society's needs, the application of parts with complex geometries and difficult-to-machine materials is increasing.Traditional manufacturing methods have some disadvantages such as tool wear, residual stress and thermal distortions in the aerospace, defense and medical industries where special parts are required.To overcome these disadvantages, non-traditional manufacturing methods like abrasive jet machining, laser machining and electrochemical machining (ECM) are preferred.ECM is a non-contact machining methods that can machining regardless of material hardness according to Faraday's Laws.The basic principle in traditional ECM is to remove metal ions from the anode surface by passing electrolyte through the gap between the electrodes.ECM can be classified as jet ECM, ultrasonic assisted ECM, EC drilling, EC grinding, EC milling and EC grooving.EC grooving is utilized to roughen micro-sized tools, creating desired geometric grooves and open multiple channels.This paper aims to summarize the studies on EC grooving and to inform about its applications.The critical parameters affecting the surface quality in grooving can be listed as electrolyte flow distribution, current density, voltage, pulse on and pulse off times.It has been stated that the current density changes considerably in the sharp corners formed and that leakage current occurs accordingly. In order to prevent this, various methods were employed, such as changing the cathode angle, changing the cathode type, and masking. According to the efforts results in the literature, the EC grooving method has critical potential for grooving on superalloys.

Keywords: Electrochemical machining, grooving, super alloy, surface roughness

ERİYİK YIĞMA MODELLEMEDE GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ FİLAMENTLERİN POTANSİYELİ: DERLEME

Elanur ÇÖRTÜK
Samsun University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, 55420, Ondokuzmayıs, Samsun
ORCID: 0009-0005-2581-2771
Özge GÖKDEMİR
Samsun University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, 55420, Ondokuzmayıs, Samsun
ORCID: 0009-0000-8050-8506
Abdulkadir ÇEBİ
Samsun University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Mechanical Engineering, 55420, Ondokuzmayıs, Samsun
ORCID: 0000-0002-3074-6554

ÖZET

3 boyutlu (3B) yazıcılar sahip oldukları hızlı prototipleme, kompleks parçaların üretimi ve düşük maliyet gibi avantajlarından dolayı otomotiv, havacılık ve medikal endüstrilerde yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Hammadde olarak 3B yazıcılarda en çok kullanılan termoplastik malzemeler polilaktik asit (PLA), akrilonitril bütadien stiren (ABS) ve polietilen tereftalat glikol modifiyedir (PETG). Kullanım alanlarının giderek artması ve kullanılan hammaddelere erişimin kolaylığı atık maddelerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Hem çevreye zararın en aza indirgenmesi hem de ürün maliyetlerinin düşürülmesi için 3B parçalarda geri dönüşüm elzem hale gelmiştir. Bu yayın, endüstriler için geri dönüştürülmüş PLA, PETG ve ABS parçalarının mekanik performansları üzerine bir bakış açısı kazandırarak bu alanda yapılan çalışmaların özetini sunmaktadır. Eriyik yığma modelleme (EYM) yöntemiyle üretilen numuneler küçük parçalara ayrıştırılmakta ve bir ekstrüder yardımıyla filament üretiminde kullanılmaktadır. Bu durum sonucunda elde edilen filament ile yeniden numuneler üretilerek mekanik özellikleri karşılaştırılmaktadır. Literatürdeki çalışmalar geri dönüştürülmüş filament ile üretilen parçaların ham numunelere göre daha düşük mukavemet değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum filamentin geri dönüşümü sırasında maruz kaldığı yüksek sıcaklık sonucu makromoleküler yapısının zarar görmesine atfedilmektedir. Oluşan yeni kimyasal yapılar viskozitede azalma ve mikro boşluklar oluşturup malzemenin mekanik dayanımının ham malzemeye göre daha düşük olmasına neden olmaktadır. Ancak, düşüş oranına bağlı olarak uygun katkı maddeleriyle geri dönüştürülmüş filament ile üretilen ürünlerin kullanılabileceği belirtilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Geri dönüşüm, PLA, ABS, PETG, EYM

POTENTIAL of RECYCLED FILAMNETS IN FUSED DEPOSITION MODELLING: A REVIEW

ABSTRACT

Three-dimensional (3D) printers have been widely adopted in the automotive, aerospace and medical industries due to their advantages such as rapid prototyping, production of complex parts and low cost. The most commonly preferred thermoplastic materials in 3D printers as raw materials are polylactic acid (PLA), acrylonitrile butadiene styrene (ABS) and polyethylene terephthalate glycol modified (PETG). The increasing usage areas and easy access to raw materials have led to the emergence of waste materials. Recycling of 3D parts is essential to minimize environmental impact and reduce product costs. This paper provides a perspective on the mechanical performance of recycled 3D PLA, PETG and ABS parts and presents a summary of the studies conducted about 3D recycled parts. Samples produced by the FDM process are cut into small pieces and used to make filaments using an extruder. As a result of this situation, samples are produced again with the obtained filament and their mechanical properties are compared. Efforts in the literature show that parts produced with recycled filament have lower strength values than virgin samples. This situation is attributed to the damage to the macromolecular structure of the filament as a result of the high temperature it is exposed to during recycling. The new chemical structures that are formed cause a decrease in viscosity and micro-voids, causing the mechanical strength of the material to be lower than the virgin material. However, it is stated that products produced with recycled filament with appropriate additives can be used, depending on the reduction rate.

Keywords: Recycling, PLA, ABS, PETG, FDM

BİRDEN FAZLA FDM 3D YAZICIDA FARKLI FİLAMENTLERİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Arslan KAPTAN
Sivas Cumhuriyet University, Sivas Vocational School of Technical Sciences, Department of Motor Vehicles and Transportation Technologies, 58140, Sivas
ORCID: 0000-0002-2431-9329
Fuat KARTAL
Kastamonu University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Mechanical Engineering, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0000-0002-2567-9705

ÖZET

3B baskı, hızlı prototiplemeden endüstriyel ölçekli üretime kadar uzanan uygulamalara sahip çok yönlü bir üretim tekniğine dönüşmüştür. 3B yazdırılmış nesnelerin kalitesi, filament türü, yazıcı modeli ve temel baskı parametreleri dahil olmak üzere birden fazla faktörden önemli ölçüde etkilenir. Bu çalışma, dört FDM yazıcı modeli olan Bambu Lab P1P, Creality K1, Creality Ender-3 ve Prusa MK3S+'da beş eSUN™ filamenti (PLA+, ePLA-Lite, ePLA-Matte, PETG ve ABS) için optimum baskı koşullarını sistematik olarak değerlendirir. Nozul ve yatak sıcaklığı, baskı hızı, geri çekme ayarları ve soğutma fanı hızı gibi temel parametreler, baskı kalitesi üzerindeki etkilerini analiz etmek için sistematik olarak ayarlandı. Sonuçlar, PETG ve ABS'nin güçlü katmanlar arası yapışmayı sağlamak için daha yüksek nozul sıcaklıkları (sırasıyla 245–260°C ve 240–250°C) ve minimum soğutma gerektirdiğini, PLA bazlı filamentlerin ise tam soğutma ile daha düşük sıcaklıklarda (200–220°C) optimum performans gösterdiğini göstermektedir. Bambu Lab P1P ve Creality K1 gibi yüksek hızlı yazıcılar, kaliteyi düşürmeden 250 mm/sn'ye kadar istikrarlı baskı hızlarına ulaşırken, Creality Ender-3 ve Prusa MK3S+ kontrollü hızlarda (25–50 mm/sn) üstün yüzey kalitesini korur. Ek olarak, doğrudan tahrikli ekstruderler daha kısa geri çekme mesafeleri (0,8–1,5 mm) gerektirirken, Bowden kurulumları, iplenmeyi önlemek için daha uzun geri çekme mesafeleri (4–6 mm) gerektirir. Bu çalışma, filament-yazıcı etkileşimlerinin karşılaştırmalı bir analizini sunarak, baskı kalitesini artırmak ve kullanıcılar için deneme-yanılma sürecini azaltmak için optimize edilmiş parametre önerileri sunar. Bulgular, belirli filament-yazıcı kombinasyonlarına göre uyarlanmış yüksek kaliteli FDM 3D baskılar arayan hem profesyoneller hem de meraklılar için pratik bir referans görevi görür.

Anahtar Kelimeler: Erimiş biriktirme modellemesi (FDM), 3D baskı, katkısal üretim, baskı parametresi optimizasyonu, boyutsal doğruluk, proses optimizasyonu.

PERFORMANCE EVALUATION OF DIFFERENT FILAMENTS ACROSS MULTIPLE FDM 3D PRINTERS

ABSTRACT

3D printing has evolved into a versatile manufacturing technique with applications ranging from rapid prototyping to industrial-scale production. The quality of 3D-printed objects is significantly influenced by multiple factors, including filament type, printer model, and key printing parameters. This study systematically evaluates the optimal printing conditions for five eSUN™ filaments—PLA+, ePLA-Lite, ePLA-Matte, PETG, and ABS—across four FDM printer models: Bambu Lab P1P, Creality K1, Creality Ender-3, and Prusa MK3S+. Key parameters such as nozzle and bed temperature, print speed, retraction settings, and cooling fan speed were systematically adjusted to analyze their impact on print quality. The results indicate that PETG and ABS require higher nozzle temperatures (245–260°C and 240–250°C, respectively) and minimal cooling to ensure strong interlayer adhesion, while PLA-based filaments perform optimally at lower temperatures (200–220°C) with full cooling. High-speed printers, such as the Bambu Lab P1P and Creality K1, achieve stable print speeds up to 250 mm/s without compromising quality, whereas the Creality Ender-3 and Prusa MK3S+ maintain superior surface finish at controlled speeds (25–50 mm/s). Additionally, direct-drive extruders require shorter retraction distances (0.8–1.5 mm), while Bowden setups necessitate longer retraction distances (4–6 mm) to prevent stringing. This study provides a comparative analysis of filament-printer interactions, offering optimized parameter recommendations to enhance print quality and reduce the trial-and-error process for users. The findings serve as a practical reference for both professionals and enthusiasts seeking high-quality FDM 3D prints tailored to specific filament-printer combinations.

Keywords: Fused deposition modeling (FDM), 3D printing, additive manufacturing, print parameter optimization, dimensional accuracy, process optimization.

ROBERT WILSON'IN "LEONCE İLE LENA" REJİSİ VE POSTYAPISAL ANALİZİ

Nesli Meriç SANİOĞLU
Kocaeli University, Interdisciplinary Performing Arts
ORCID: 0000-0003-2020-8469

ÖZET

Georg Büchner'in 1836 yılında yazdığı "Leonce ile Lena", romantik ve hiciv dolu bir komedi oyunudur. Oyun, geleneksel monarşik düzeni, toplumsal sınıfları ve insan doğasını mizahi bir şekilde eleştiren bir yapıya sahiptir. Oyun, pek çok defa sahnenmiş olsa da Robert Wilson tarafından oluşturulan reji, avangard yaklaşımıyla tiyatro tarihinde ayrı bir yere sahiptir. *Berliner Ensemble* prodüksiyonu olarak, 2003 yılında sahneye taşınan oyun, Büchner'in absürt ve ironik eserini, çağdaş tiyatronun görsel ve işitsel olanaklarıyla yeniden şekillendiren, çarpıcı bir teatral deneyim sunar. Wilson'un oyuna kattığı yorum, metnin absürt ve ironik yapısını görsel ve kinetik bir teatral deneyime dönüştürerek yeniden biçimlendirmiştir. Wilson, karakterlerin varoluşsal sıkıntılarını, toplumsal eleştiriyi ve ironiyi, kendine özgü sahne estetiği ve teatral anlatımıyla zenginleştirmiştir. Oyun, genel düzlemi içinde, *Wilson biçimciliği*ni yansıtacak bir dramaturjiyle harmanlanmıştır. Yine bu biçimci anlayışa paralel olarak, özneleri olduğu kadar, önemli gördüğü kavramları da *groteskleştirerek* altını çizmiştir. Diğer taraftan dil öğesini merkezden çıkartarak, işlevselliğini bilinçli olarak azaltmıştır. Sahne enstrümanlarını ise *bağımsız* parçalar olarak tasarlayarak, göstergebilimsel anlamda yeni bir kodlama düzeni oluşturmuş ve gerçek kavramını olduğu kadar, gerçekçiliği de sorgulamaya açmıştır. Bu çalışma, Wilson'ın tasarladığı yeni kodlama düzenini anlamayı ve oluşan karşı-gerçekçi yapıyı analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda oyun, yapı-söküm tekniği ile parçalara ayrılmış; dramaturji, oyunculuk, mekân, ışıklandırma, dekor, kostüm, saç-makyaj, müzik ve atmosfer başlıklarıyla analiz edilmiştir. Analiz sonucunda ise her bir parçanın gerçekçiliğe ayrı ayrı karşı geldiği ve her disiplinin kendi içinde karşı gerçekçiliğe katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Robert Wilson, Leonce ile Lena, dramaturji, postdramatik tiyatro

THE REMAKE AND POSTSTRUCTURAL ANALYSIS OF ROBERT WILSON'S 'LEONCE AND LENA'

ABSTRACT

'Leonce and Lena', written by Georg Büchner in 1836, is a romantic and satirical comedy play. The play has a structure that humourously criticises the traditional monarchical order, social classes and human nature. Although the play has been staged many times, the direction created by Robert Wilson has a special place in the history of theatre with its avant-garde approach. As

a production of the Berliner Ensemble, the play, which was brought to the stage in 2003, offers a striking theatrical experience that reshapes Büchner's absurd and ironic work with the visual and aural possibilities of contemporary theatre. Wilson's interpretation of the play reshaped the absurd and ironic structure of the text into a visual and kinetic theatrical experience. Wilson has enriched the existential distress of the characters, social criticism and irony with his unique stage aesthetics and theatrical expression. The play is blended with a dramaturgy that reflects Wilson's formalism within its general plane. Again in parallel with this formalist approach, he underlined the concepts he considered important as well as the subjects by grotesquising them. On the other hand, by removing the language element from the centre, he deliberately reduced its functionality. By designing the stage instruments as independent parts, he created a new coding order in the semiotic sense and opened the concept of reality as well as realism to question. This study aims to understand the new coding scheme designed by Wilson and to analyse the anti-realist structure. In this context, the play was deconstructed and analysed under the headings of dramaturgy, acting, space, lighting, decor, costume, hair-make-up, music and atmosphere. As a result of the analysis, it was determined that each part opposed realism separately and each discipline contributed to anti-realism in itself.

Keywords: Robert Wilson, Leonce ile Lena, dramaturgy, postdramatic theatre

1. GİRİŞ

Leonce ile Lena, 24 yıllık kısa hayatında 5 oyun yazan ve çağdaş Alman tiyatrosunun temellerini atan George Büchner'in en önemli oyunlarından biridir. Büchner'in 1836 yılında kaleme aldığı Leonce ile Lena, romantik komedinin unsurlarını barındıran ancak aynı zamanda toplumsal normları ve bireysel özgürlüğü eleştiren bir oyun olarak dikkat çeker. Eserin içeriğindeki eleştirel bakış, absürt mizah ve ironi, modern tiyatro yönetmenleri için geniş bir yorum alanı sunar. Bu bağlamda, çağdaş tiyatronun en yenilikçi yönetmenlerinden biri olan Robert Wilson, oyuna getirdiği eşsiz görsel estetik ve soyut anlatım tarzı ile Leonce ile Lena'yı klasik bir metinden avangart bir sahne deneyimine dönüştürmüştür.

Robert Wilson, tiyatro sanatını minimalizm, ışık, hareket ve ritim unsurlarıyla yeniden yorumlayan bir yönetmendir. Onun sahnelemeleri, anlatıdan çok görselliğe ve atmosfere dayanır. Wilson, sahnelerinde zamanın akışını bozarak, izleyiciyi geleneksel dramatik yapıların dışına çıkarır. Bu bağlamda Leonce ile Lena gibi ironik ve absürd öğeler içeren bir oyunu sahnelerken, klasik anlatım tekniklerinden uzaklaşarak, metni tamamen görsel ve ritmik bir forma sokmuştur.

Popo Krallığı'nın prensi olan Leonce, gelecekteki taht yükü nedeniyle bunalmaktadır. Üstelik, babasının kararlaştırdığı, hiç tanımadığı bir kadınla (Lena) evlenmek zorundadır. Leonce, özgür bir hayat sürmek için İtalya'ya kaçmaya karar verir. Başka ülke olan Pipi Krallığı'nın prensesi Lena da aynı kaderi paylaşmaktadır. Babasının baskısıyla Leonce ile evlenmek zorunda olduğunu öğrenen Lena, bu düzenlenmiş evlilikten kaçar. Tesadüf eseri, her ikisi de aynı hana gelir ve birbirlerini tanımadan aşık olur. Leonce ile Lena, kimliklerini gizler ve krallığa geri döner. Maskelerin çıkarılmasıyla Leonce ve Lena'nın aslında birbirlerinin nişanlıları olduğu ortaya çıkar. Düzenlenmiş gibi görünen bu evlilik aslında tamamen bir tesadüf sonucu gerçekleşmiştir.

2. ANALİZ

2.1. Dramaturji

Wilson'ın dramaturjisi, hikâyeyi anlatmaktan çok hissettirmeye odaklanır. Fakat diğer taraftan, Leonce ile Lena gibi ironik ve toplumsal eleştiri içeren bir oyunda, Wilson'ın sahneleme tarzı oyunun alt metinlerini daha güçlü bir şekilde vurgular. Bu noktada, *metnin bozulması ve yeniden kurgulanması* söz konusudur. Wilson, Büchner'in metnini doğrudan anlatım olarak ele almak yerine, sahnede parçalı ve ritmik bir yapı içinde sunar. Diyaloglar tekrar edilir, uzatılır, bazen tamamen görselliğe bırakılır. Oyun, klasik dramatik anlatı yerine, resimler ve sesler aracılığıyla ilerler. Oyunun kadercilik, anlamsızlık ve toplum eleştirisi gibi temaları, sahnede karakterlerin mekanikleşmesi, ritmik konuşmalar ve kuklalaşmış hareketler ile işlenir. Duygusal patlamalar yerine, karakterlerin ruh hâli sahnede ışık ve hareketle ifade edilir.

Wilson'ın oyunun ana temalarına yönelik sunduğu dramaturjik çözümler, yine kendine özgü biçimde; sahne diliyle ortaya konulur. Metinde önemli bir yer tutan kadercilik ve döngüsellik, sahnelemede tekrarlayan hareketler, döngüsel ritimler ve aynı jestlerin tekrar edilmesi ile oluşturulur. Leonce'un baştaki durgun hâli ile finaldeki durumu aynıdır, bu da karakterin kaçışının imkânsız olduğunu gösterir. Oyunun absürd zemini ve ironik toplum eleştirisi de karakterler aracılığıyla görünür kılınır: Karakterler, kendi iradeleri dışında hareket eden birer kukla gibi sahnede yer alır. Hükümdar figürü olan Kral Peter, son derece mekanik ve neredeyse bilinçsiz bir varlık olarak sunulur, bu da otoritenin anlamsızlığını vurgular.

Metnin *aşk* ögesi söylencesel bir düzeyde bırakılırken, *zorbalık* eleştirisi, altı çizilerek ortaya konulmuştur. Bu anlamda, oyun metninin yerini, *sahne metni* almıştır. Oyun, genel düzlemi içinde, *Wilson biçimciliğ*ini yansıtacak bir dramaturjiyle harmanlanmıştır. Yine bu biçimci anlayışa paralel olarak, nesne ve özneleri olduğu kadar, önemli gördüğü kavramları da *grotesk*leştirerek altını çizmiştir. Diğer taraftan dil öğesini merkezden alarak, işlevselliğini bilinçli olarak düşürmüştür. Sahne materyallerini ise *bağımsız* parçalar olarak tasarlayarak,

göstergebilimsel anlamda yeni bir kodlama düzeni oluşturmuş ve gerçek kavramını olduğu kadar, gerçekçiliği de sorgulamaya açmıştır.

Tablo 1. Wilson'ın dramaturjik çözüm örnekleri

Dramaturjik Unsur	Wilson'ın Yorumu
Dil ve Diyalog	Ritmik, tekrarlayan, bazen neredeyse anlamsız sesler gibi kullanılan konuşmalar.
Zaman Kullanımı	Döngüsel, aniden hızlanan veya yavaşlayan bir ritimle ilerleyen sahneler.
Mekân	Boş, soyut, ışık ve gölge ile şekillenen, sürekli değişen bir atmosfer.
Karakterlerin Hareketi	Mekanik, kuklamsı, ağır veya aşırı hızlı jestlerle anlatılan duygu durumları.
Duygusal İfade	Geleneksel oyunculuk yerine, beden ve mekân kullanımıyla hissettirilmesi.

2.2. Mekân kullanımı

Robert Wilson, sahne tasarımında minimalist, soyut ve resimsel bir anlayış benimser. *Leonce ile Lena* yorumunda da mekân, sadece bir dekor olarak değil, karakterlerin psikolojisini ve oyunun atmosferini yansıtan bir anlatım aracı olarak kullanılır. Wilson, geleneksel sahnelemelerden farklı olarak, mekânı gerçekçi bir yer olarak değil, zamansız ve mekânsız bir alan olarak tasarlar. Mekân, gerçekçi bir dünya sunmaz; sahne, bir rüya atmosferi gibi tasarlanır. Oyunun temaları olan sıkışmışlık, kadercilik ve absürtlük, sahne tasarımına yansıtılır. Dekor minimaldir; bazen sadece ışık ve gölgeyle sahnenin sınırları belirlenir.

Leonce ile Lena'da boşluk ve minimalizm en önemli mekânsal özelliklerden biridir. Leonce'un sıkıldığı dünyayı yansıtmak için, sahne genellikle neredeyse boş bırakılır. Bu boşluk, karakterlerin yalnızlığını ve kaderlerinden kaçamamalarını vurgular. Geometrik ve soyut formlarda önemli özelliklerden biridir. Sahnede yer alan nesneler bazen devasa büyüklükte veya minimal şekilde sunulur, böylece gerçeklik algısı bozulur. Örneğin, kralın sarayı geleneksel bir dekor ile değil, sahnede bir ışık oyunuyla belirlenen bir alan olarak sunulabilir. Işık ile mekanın tanımlanması da Wilson'ın başvurduğu teknik özelliklerden biridir. Böylece sahne, sürekli değişen ve dönüşen bir hâl alır. Ayrıca Wilson, perspektifi de bozar. Karakterler ve nesneler, olduğundan farklı boylarda görülebilir. Bu, oyunun absürd doğasını ve karakterlerin dünyaya uyumsuzluklarını gösteren bir etki yaratır.

Tablo 2. Mekanın dramatik özellikleri

Mekânsal Öğe	Dramaturjik İşlevi
Boşluk ve Minimalizm	Karakterlerin yalnızlık ve sıkışmışlık hissini vurgular.
Geometrik Formlar	Gerçekliği bozarak absürd atmosferi destekler.
Işık ile Tanımlanan Alanlar	Zamanın ve mekânın akışkan ve değişken olduğunu hissettirir.
Orantısız Perspektif Kullanımı	Karakterlerin dünyaya uyumsuz olduklarını vurgular.

2.3. Işık Tasarımı

Işıklandırma, tamamen Wilson'ın biçimci tiyatro anlayışını destekler nitelikte kullanılmış ve büyük bir titizlikle çalışılmıştır. Oyunun masalsı dünyası kurulurken, renklerin yanında, ışıklandırmanın da çok büyük rolü olduğu görülmektedir. Işıklandırma ile oluşturulan illüzyon, gölgelendirme ve yaratılan derinlik hissi, seyirciyi oyun içine çekmektedir.

Wilson, özellikle üç tekniğe başvurur: Gölge ve silüetlerle anlatım: Wilson, bazı sahnelerde karakterleri tamamen gölge olarak sahnede gösterir. Bu teknik, karakterlerin kader karşısındaki çaresizliğini ve kuklalaşmış hâlini vurgular. Patlayan ve keskin ışık geçişleri: Oyunda, sahnenin bir anda patlayan beyaz ışıklarla aydınlatıldığı anlar bulunur. Bu ani değişimler, karakterlerin kendilerini kaybolmuş hissettikleri anlarda kullanılır. Döngüsel ışık efektleri: Işık, karakterlerin hareketleriyle senkronize olacak şekilde zaman zaman tekrar eden döngüler hâlinde ayarlanır. Bu, oyunun temel temalarından biri olan kaçınılmazlık ve kaderin döngüselliğini pekiştirir.

Tablo 3. Sahnelere göre ışık kullanımı

Sahne	Işık Tasarımı
Leonce'un Melankoli Sahnesi	Loş, mavi tonlar, hafif gölgeler.
Leonce ve Lena'nın Kaçış Anı	Hızlı yanıp sönen ışıklar, hareketli aydınlatma.
Valerio'nun Sahnesi	Sarımsı, sıcak tonlar (karakterin ironik ve neşeli tavrını vurgulamak için).
Son Sahne (Tesadüfi Evlilik)	Yavaşça aydınlanan, solgun beyaz ışıklar (kaderin kaçınılmaz olduğu hissini verir).

2.4. Oyunculuk

Robert Wilson'ın tiyatro anlayışı, geleneksel oyunculuk tekniklerinden oldukça farklıdır. "Leonce ile Lena" yorumunda da oyunculuk, büyük jestler, stilize beden kullanımı, yavaş hareketler ve ritmik konuşma gibi unsurlarla şekillenir. Oyuncular, karakterin psikolojisini doğal bir şekilde aktarmak yerine, bedenleri ve sesleriyle soyut bir anlatım yaratırlar.

Oyuncular, robotik ve mekanik hareketlerle sahnede yer alır. Leonce, Lena ve diğer karakterler, kendi iradeleri yokmuş gibi hareket eder, bu da onların toplumsal yapı içinde sıkışmış bireyler

olduğunu gösterir. Özellikle Leonce ve Lena'nın birbirine âşık olma süreci, klişe bir romantizmden uzak, soğuk ve ironik bir şekilde sahnelenir. Diyaloglar, belirli bir ritme oturtularak söylenir, bazen şarkı gibi veya yankılanarak verilir. Wilson'ın sahnelemelerinde duygusal iniş çıkışlar minimaldir, bu yüzden oyuncular monoton veya vurgusuz bir şekilde konuşur, böylece absürd etki güçlenir. Konuşma hızları bazen aşırı yavaşlatılır, bazen ise ani hızlanmalar görülür. Oyuncuların hareketleriyse keskin ve belirgindir. Her jest, belirli bir zamanlama ve estetik içinde gerçekleştirilir. Bu hareketler, bazen yavaş çekim efekti gibi görünür, böylece sahnedeki gerçeklik duygusu kırılır. Valerio karakteri gibi mizahi figürler ise, diğerlerine kıyasla daha akıcı ama yine de abartılı hareketlerle sahnede yer alır.

Tablo 4. Sahnelemeye Göre Oyunculuk Teknikleri

Sahne	Oyunculuk Tekniği
Leonce'un Can Sıkıntısı Monologu	Hareketsiz duruş, düşük ses tonu, ağır jestler.
Leonce ve Valerio'nun Diyalogları	Kontrastlı beden kullanımı (Leonce yavaş ve sıkılmış, Valerio esnek ve hareketli).
Leonce ve Lena'nın Tanışma Sahnesi	Göz teması olmadan, simetrik hareketlerle stilize bir şekilde sahnelenir.
Kral Peter'in Hükümdarlık Anı	Mekanik, kukla benzeri hareketler, monoton ve yankılı konuşma.
Düğün ve Final Sahnesi	Döngüsel hareketler, ışık ve ritimle uyumlu sahnelenmiş jestler.

2.5. Dekor

Robert Wilson'ın tiyatrosunda dekor; ışık, mekân, kostüm ve oyunculukla birleşerek bütünsel bir sanat eseri oluşturan bir unsurdur. *Leonce ile Lena* yorumunda da dekor minimal, soyut ve simgesel bir şekilde tasarlanır.

Wilson'ın sahnesi genellikle geniş ve boşluk hissi verir. Leonce'un can sıkıntısını ve oyunun absürd doğasını vurgulamak için sahne neredeyse tamamen boş olabilir. Karakterler bu boşluk içinde izole ve kaybolmuş hissedilir. Büyük geometrik şekiller (devasa kapılar, soyut duvarlar, uzun platformlar) kullanılır. Bu şekiller, oyunun toplumsal hiyerarşi, sıkışmışlık ve kaçış temalarını güçlendirir. Örneğin, Kral Peter'in sarayı büyük ama neredeyse tamamen anlamsız bir yapıyla gösterilir.

Wilson için ışık, sahnede fiziksel bir dekorun yerini alabilir. Örneğin, Leonce'un yolculuğu sırasında sahne dekoru fiziksel olarak değişmek yerine ışık oyunlarıyla farklı mekânlara dönüşebilir.

Tablo 5. Dekorun dramatik işlevi

Dekor Öğesi	Dramaturjik İşlevi
Boşluk ve Minimalizm	Leonce ve Lena'nın içsel sıkışmışlığını vurgular.
Geometrik Şekiller	Toplumsal yapıların baskısını ve absürd düzeni temsil eder.
Işık ile Tanımlanan Alanlar	Zamanın ve mekânın akışkan ve değişken olduğunu hissettirir.
Hareketli Paneller ve Dönen Sahne	Karakterlerin kaçış arzusunu ve dünyalarına yabancılaşmalarını gösterir.

2.6. Kostüm

Kostümler, görsel kompozisyonun bir parçasıdır. Leonce ile Lena yorumunda kostüm tasarımı, karakterlerin kimliklerini soyutlamak, absürt atmosferi güçlendirmek ve sahnenin resimsel estetiğini tamamlamak için kullanılır. Dönemine uygun kostümleri çağrıştıran, renk ve parlaklık olarak groteske kaçan kostümlerin tercih edildiği görülmektedir. Sınıfsal düzene göre, aynı renkte ve birbirlerine benzer giysiler seçilmiştir.

Tablo 6. Karakterlere Göre Kostüm Kullanımı

Karakter	Muhtemel Kostüm Tasarımı ve Anlamı
Leonce	Soluk tonlarda, dar veya vücudu kısıtlayan kıyafetler – özgürlüğünü kaybetmiş, sıkılmış bir figür.
Lena	Klasik ama sade, hafif melankolik bir elbise – rüya gibi ama hapsolmuş bir prenses hissi.
Valerio	Daha grotesk, renkli ve hareketli kıyafetler – absürd ve özgür ruhlu bir figür.
Kral Peter	Devasa omuzlar, uzun cüppeler veya hantal formlar – otoritenin abartılı ve komik hâli.
Yan Karakterler	Tek tip, üniformaya benzeyen kıyafetler – bireyselliğin silindiği ve herkesin aynı sisteme dâhil olduğu bir dünya.

2.7. Makyaj

Robert Wilson'ın tiyatro estetiğinde makyaj, sadece karakterleri belirginleştiren bir unsur değil, aynı zamanda sahne tasarımının ve anlatının bir parçasıdır. "Leonce ile Lena" yorumunda da makyaj, abartılı yüz ifadeleri, maskemsi görünümler ve simetri ile karakterlerin mekanikleşmesini ve toplumsal rollere hapsolmasını vurgular. Saç, sakal, bıyık da makyaj ile paralel özelliklerle gerçekleştirilmiştir.

Wilson'ın sahne tasarımında yüzler minimalist ama etkili bir görsel öğe hâline gelir. Oyuncuların yüzleri, doğal insani ifadelerden uzaklaştırılır ve neredeyse birer kukla ya da maskeye dönüşür.

Tablo 7. Karakterlere göre makyaj kullanımı

Karakter	Makyaj Stili ve Etkisi
Leonce	Soluk beyaz yüz, gölgeli gözler, belirsiz kaşlar – melankoliyi ve toplumsal sıkışmışlığı vurgular.
Lena	Hafif pembeleşmiş yanaklar, ancak solgun bir genel görünüm – kaderine teslim olmuş bir prenses gibi görünür.
Valerio	Daha grotesk, bazen palyaço benzeri abartılı kırmızı dudaklar ve koyu göz halkaları – alaycı bir figür olarak sunulur.
Kral Peter	Aşırı abartılı bir makyaj (bazen sarımsı, yapay bir yüz tonu) – otoritenin yapaylığını gösterir.
Yan Karakterler	Tek tip beyaz veya soluk makyaj – bireyselliğin silindiği ve herkesin bir makine parçasına dönüştüğü hissini yaratır.

2.8. Aksesuar

Aksesuarlar karşı gerçekçi bakış açısı ile yer almaktadır. Kadehte olmayan şarap içiliyorken, maket bir et yenmektedir. Bir duvak, istenmeyen evliliği ve tutsaklığı temsil etmektedir. Şarap şişesi yarısından kesilmiştir. Aksesuarlarla da katmanlı anlatım gerçekleştirilmiştir. Son sahnede, maskeler üst üste konularak anlam derinliği yaratıldığı görülmektedir. Yönetimin rezaletini vurgulamak, seyircinin dikkatini söylediklerine çekmek için de mikrofon kullanılmıştır.

Tablo 8. Öne Çıkan Aksesuar Örnekleri ve Anlamları

Aksesuar	Olası Kullanımı ve Anlamı
Devasa bir saat	Zamanın anlamsızlığını ve karakterlerin kaderine hapsolmuşluğunu simgeler.
Büyük bir taç	Kral Peter'in otoritesinin abartılı ve absürt bir figüre dönüşmesini gösterir.
Küçük bir şemsiye	Karakterlerin kırılganlığını ve korunma isteğini simgeler.
Hareket etmeyen bir pusula	Leonce'un yönsüzlüğünü ve kaçış arzusunun nafileliğini temsil eder.
Dev bir el veya göz figürü	Otoritenin baskısını ve toplumun gözetimini vurgular.
Mekânsız bir kapı çerçevesi	Karakterlerin kaçışı arzulasa da aslında bir yere varamadığını gösterir.

2.9. Müzik ve Ses

Robert Wilson'ın tiyatro anlayışında müzik ve ses tasarımı, sahnenin ayrılmaz bir parçasıdır. *Leonce ile Lena* yorumunda da müzik, yalnızca atmosfer yaratmak için değil, aynı zamanda karakterlerin ruh hâlini, zamanın akışını ve sahnenin ritmini belirlemek için kullanılır.

Leonce ile Lena'da da müzik, diyaloglarla iç içe geçer, bazen onları bastırır ya da yönlendirir. Tekrarlayan motiflerle zamanın döngüselliğini vurgular. Karakterlerin hislerini anlatmak yerine, soyut bir atmosfer yaratır.

Minimalist ve döngüsel müzik kullanımı, müzik ile zaman algısının değiştirilmesi, elektronik ve deneysel ses kullanımı ise Wilson'ın en çok kullandığı müzik ve ses teknikleri olarak öne çıkar.

Tablo 9. Sahnelere göre müzik ve ses kullanımı örnekleri

Sahne	Müzik ve Ses Kullanımı
Leonce'un Can Sıkıntısı	Monoton, yavaş, tekrarlayan minimalist melodiler.
Leonce ve Valerio'nun Yolculuğu	Absürd ritmik sesler, bazen müzik kesilir ve sadece doğaçlama ses efektleri duyulur.
Lena'nın Kendi Kendine Konuştuğu Anlar	Hafif yankılı ve neredeyse rüya gibi melodiler, karakterin iç dünyasını yansıtır.
Düğün ve Final Sahnesi	Beklenmedik bir tempo değişimiyle ritmik ve ironik bir müzik kullanımı.

3. SONUÇ

Robert Wilson'ın Leonce ile Lena yorumu, tiyatronun anlatım olanaklarını genişleten ve izleyiciyi sadece metne değil, sahnenin kendisine de odaklanmaya teşvik eden bir yorumdur. Onun minimalist, stilize ve soyut tiyatro anlayışı, Büchner'in metnine yeni bir katman ekleyerek, ironik ve absürd öğeleri daha da derinleştirmiştir. Bu uyarlama, yalnızca klasik bir metnin modern bir yorumu değil, aynı zamanda tiyatronun anlatıdan bağımsız olarak da nasıl güçlü bir sanat biçimi olabileceğini gösteren önemli bir örnektir.

KAYNAKÇA

Bennett, E. (2009). Why theatre? A study of Robert Wilson. Butler University Publishing.
Büchner, G. (2001). Bütün Yapıtları (H. Kuryazıcı, Çev.). Adam Yayınları.
Lehmann, H. (2006). Postdramatic Theatre (K. Jürs-Munby, Çev.). Routledge.
Malkin, J. (1999). Coopted and tamed: The (scandalous) Müller / Wilson symbiosis. Assaph: Studies in the Theatre, 15(1999), 1-16.
Mitter, S. ve Shevtsova, M. (2005). Fifty key theatre directors (Routledge Key Guides). Routledge.
Shevtsova, M. (2007). Routledge performance practitioners: Robert Wilson. Routledge.
Ulusoy, A. Ö. (2025). Robert Wilson'ın 'Hamlet Makinesi' Rejisi ve Postdramatik Stratejisi. Yedi(33), 73-85. https://doi.org/10.17484/yedi.1551474
Wilson, R. (2003a). Leonce and Lena. https://robertwilson.com/leonce-and-lena
Wilson, R. (2003b). Leonce und Lena. https://www.youtube.com/watch?v=Y1K6dOs-u-s

POSTDRAMATİK REJİ PRATİKLERİ: THOMAS OSTERMEIER'İN DRAMATİK YAPIYI PARÇALAMA STRATEJİLERİ

Nesli Meriç SANİOĞLU
Kocaeli Üniversitesi, Dramatik Sanatlar
ORCID ID: 0000-0003-2020-8469
Ali Ömür ULUSOY
Kocaeli Üniversitesi, Sahne Sanatları
ORCID ID: 0000-0001-8510-1545

ÖZET

William Shakespeare'in "Hamlet" metni, yüzyıllardır farklı yorumlarla sahnelenmiş olsa da Thomas Ostermeier'in 2008 yılında Schaubühne Berlin prodüksiyonu olarak yaptığı rejisi, geleneksel dramatik yapıyı kıran ve postmodern bir sahneleme dili geliştiren özgün bir yaklaşım sunmaktadır. Ostermeier'in *Hamlet* rejisi, oyun içinde oyun tekniğini genişleten, oyunculuk biçimini çeşitlendiren ve seyirci ile kurulan ilişkiyi dönüştüren bir sahneleme anlayışına dayanmaktadır. Reji, karakterlerin geleneksel psikolojik derinliğini parçalayarak, onların sürekli değişen bir performatif kimlik içinde var olmalarını sağlamaktadır. Sahne tasarımı, çok işlevli unsurlar içerirken, bedenin ve mekânın kullanımı da dramatik sürekliliği kıran bir biçimde ele alınmıştır. Oyuncuların birden fazla karakteri canlandırması ve fiziksel tiyatro ögelerinin kullanımı, karakterler arası sınırları belirsizleştirerek anlatının çok katmanlı bir hale gelmesine neden olmuştur. Bu sahnelemede, teknolojinin aktif kullanımı da dramatik yapıyı bozan unsurlar arasında önemli bir yer tutmaktadır. **Kamera kullanımı**, oyuncuların yüz ifadelerindeki en ince detayları büyüterek seyirciye sunmakta, böylece karakterlerin duygusal kırılmaları ve iç dünyalarındaki gerilim daha belirgin hale gelmektedir. **Mikrofon kullanımı** ise oyundaki yalanların ve samimiyetsizliklerin altını çizmektedir. Sesin yükseltilmesi ya da bozulması, karakterlerin sözlerinin gerçekliğiyle oynayarak izleyiciyi manipüle etmekte ve dramatik yapının alışılmış anlam dünyasını kırmaktadır. Bu çalışma, Ostermeier'in *Hamlet* sahnelemesinde kullandığı teatral enstrümanları yapı söküm tekniği bağlamında ele almakta ve dramatik yapıyı bozan unsurları analiz etmektedir. Sahne tasarımı, metin kullanımı, oyunculuk stratejileri ve seyirciyle kurulan etkileşim gibi unsurların nasıl yeniden yapılandırıldığı tartışılmaktadır. Böylece, rejinin oyunun anlam dünyasına katkısı ve çağdaş tiyatro bağlamındaki önemi değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Thomas Ostermeier, Hamlet, postdramatik, reji, tiyatro

POSTDRAMATIC DIRECTING PRACTICES: THOMAS OSTERMEIER'S STRATEGIES FOR FRAGMENTING DRAMATIC STRUCTURE

Abstract

Although William Shakespeare's *Hamlet* has been staged with various interpretations for centuries, Thomas Ostermeier's 2008 production at Schaubühne Berlin presents a unique approach that breaks traditional dramatic conventions and develops a postmodern theatrical language. Ostermeier's *Hamlet* is based on a staging approach that expands the play-within-a-play technique, diversifies acting styles, and transforms the relationship with the audience. His direction deconstructs the conventional psychological depth of the characters, allowing them to exist within constantly shifting performative identities. The stage design incorporates multifunctional elements, while the use of bodies and space disrupts dramatic continuity. The actors' portrayal of multiple characters and the incorporation of physical theater techniques blur the boundaries between roles, creating a multi-layered narrative structure. In this staging, the active use of technology also plays a significant role in disrupting the dramatic form. **Camera work** magnifies the subtlest details of the actors' facial expressions, offering the audience a closer look at their emotional ruptures and inner tensions. **Microphone use** highlights deception and insincerity within the play. By amplifying or distorting voices, the production manipulates the audience's perception of truth and subverts the conventional meaning of the dramatic structure. This study examines the theatrical instruments employed in Ostermeier's *Hamlet* through the lens of deconstruction and analyzes the elements that disrupt its dramatic structure. It explores how stage design, text usage, acting strategies, and audience interaction are restructured. Ultimately, the study evaluates the contribution of Ostermeier's direction to the play's meaning and its significance within the context of contemporary theater.

Keywords: Thomas Ostermeier, Hamlet, postdramatic, direction, theatre

Giriş

William Shakespeare'in 1600'lerde yazdığı düşünülen *Hamlet*, yüzyıllar boyunca farklı sahneleme yaklaşımlarıyla yeniden yorumlanmış ve çeşitli estetik anlayışlara göre uyarlanmıştır. Metnin zamansız yapısı ve çok katmanlı dramatik kurgusu, onu hem klasik hem de çağdaş tiyatro rejisörleri için daima cazip bir çalışma alanı haline getirmiştir. Thomas Ostermeier'in 2008 yılında Schaubühne Berlin prodüksiyonu olarak sahnelediği *Hamlet*, geleneksel dramatik yapıyı parçalayarak, çağdaş sahneleme teknikleriyle harmanlanan yenilikçi bir yorum ortaya koymuştur. Postdramatik tiyatronun temel unsurlarını barındıran bu sahneleme, metnin klasik anlatı yapısını sarsarak seyirciyle yeni bir etkileşim biçimi kurmayı

amaçlamaktadır. Ostermeier'in bu radikal yorumuyla sahneye taşıdığı *Hamlet*, geleneksel anlatıdan koparak, performatif unsurların, beden kullanımının ve çoklu medya araçlarının bir arada kullanıldığı bir yapı sunar. Rejisör, karakterleri ve olay örgüsünü alışılmışın dışında ele alarak, seyircinin alışkın olduğu dramatik bütünlüğü sorgulamasına yol açar. Bu sahneleme, 2012 yılında 18. İstanbul Tiyatro Festivali kapsamında Türk izleyicisiyle buluşmuş ve yenilikçi yaklaşımıyla geniş yankı uyandırmıştır. Ostermeier'in *Hamlet* yorumunun temelinde, yalnızca dramatik yapıyı kırmak değil, aynı zamanda klasik bir metni çağdaş dünyanın politik, toplumsal ve psikolojik gerçeklikleriyle yeniden yorumlamak yatmaktadır.

Dramaturji

Thomas Ostermeier'in *Hamlet* sahnelemesi, klasik metni çağdaş bir bağlama oturtarak geçmiş ve günümüz arasında güçlü bir köprü kurmaktadır. Günümüzde geçen bu çağdaş uyarlama, Shakespeare döneminden motifler ve sembollerle sentezlenmiş, böylece hem geçmişin izlerini taşıyan hem de modern bir yorum sunan özgün bir sahneleme anlayışı ortaya konmuştur. Metne ve karakterlerin özüne sadık kalınırken, diyaloglarda güncellemeye gidilmiş, böylece oyunun anlam dünyası çağdaş izleyiciye daha doğrudan ulaşabilecek bir forma bürünmüştür.

Ostermeier'in rejisinde teknolojik unsurlar, protest müzikler ve sahne plastiği, oyunun atmosferini şekillendiren önemli araçlar olarak kullanılmıştır. Geleneksel dramatik yapı, üç farklı düzeyde kırılarak sahneleme stratejileriyle dönüştürülmüştür:

1. **Kamera Kullanımı**: Oyunun belirli anlarında, Hamlet veya Polonyus'un elinde bulunan kamera, sahnede görünmeyen ayrıntıları seyirciye gösterme işlevi görmektedir. Böylece seyirci, yalnızca sahne üzerinde görünenle değil, aynı zamanda karakterlerin dünyasını farklı açılardan deneyimleme imkânı bulur.
2. **Canlı Görüntülerin Perdeye Yansıtılması:** Sahne üzerinde çekilen bazı görüntüler anlık olarak perdeye yansıtılarak, oyunun gerçekliği yeniden inşa edilir. Bu, dramatik yapının tek bir düzlemde ilerlemesini engelleyerek, izleyicinin farklı katmanlar arasında geçiş yapmasını sağlar.
3. **Mikrofon Kullanımı:** Oyunda mikrofon, yalnızca sesi yükselten bir araç değil, aynı zamanda dramatik bir vurgu unsuru olarak işlev görmektedir. Karakterlerin yalan söylediği ya da gerçekleri çarpıttığı anlarda mikrofonun kullanımı artırılarak, izleyicinin bu anlara özel olarak dikkat kesilmesi sağlanır.

Ostermeier'in sahnelemesinde Brecht'çi yabancılaştırma efekti önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin, sahnede yağmur yağması gereken bir sahnede, bir oyuncunun yan taraftan musluk yardımıyla su püskürtmesi, teatral illüzyonu kırarak izleyicinin olayları sorgulamasını teşvik

eder. Seyirciye, bir oyun izlediği unutturulmazken, aynı zamanda anlatılan olayların sembolik ve metaforik anlamlarını çözümlemesi gerektiği sürekli hatırlatılmaktadır.

Mekânsal dramaturji açısından sahne, ölüm ve yaşam arasındaki gelgitleri temsil eden iki temel unsura dayanır: mezarlık ve masa. Olayların geçtiği sahne düzeninde mezarlık, ölümü temsil ederken, yaşamı simgeleyen bir masa da onun karşısında yer almaktadır. Oyunun atmosferi, bu iki unsur arasındaki gerilim üzerinden şekillenmekte, karakterler sürekli olarak bu iki zıt kavram arasında gidip gelmektedir.

Sahnede kullanılan masa, Hamlet'in evinde yer alan tüm mekânları temsil eden çok işlevli bir obje olarak tasarlanmıştır. Bu masa, bir yandan karakterlerin gündelik yaşamlarını sürdürdüğü bir alanı ifade ederken, aynı zamanda sahne üzerindeki mekânsal geçişleri de mümkün kılan sembolik bir unsur haline gelmiştir. Mezar ise yalnızca bireysel bir ölümü değil, üst üste gömülen binlerce insanın ağırlığını ve tarihin derinliklerinden gelen bir kolektif hafızayı temsil etmektedir. Sahneleme içerisindeki kritik bir an, kral mezarlığının kimliği açığa çıktığında ortaya çıkar: yukarıda yaşayan birinin, statüsünü, mezarda yatan birini öldürerek kazandığını anladığımız o an, güç ve iktidarın döngüsel şiddet mekanizmasını gözler önüne serer.

Ostermeier'in bu sahnelemesi, klasik bir metni çağdaş tiyatro anlayışına uyarlamakla kalmayıp, onu postdramatik tiyatronun temel stratejileriyle yeniden inşa etmektedir. Kamera, mikrofon, mekânsal düzenlemeler ve yabancılaştırma teknikleri, dramatik yapının geleneksel sınırlarını aşarak, seyirciyi yalnızca bir izleyici değil, aynı zamanda aktif bir yorumlayıcı konumuna getirmektedir.

Mekân Kullanımı

Ostermeier'in *Hamlet* sahnelemesinin mekân tasarımı, dramatik yapıyı derinlemesine etkileyen ve sahnelemenin anlatım dilini güçlendiren önemli bir unsurdur. Bütün sahne, toprakla kaplanmış bir mezarlık olarak tasarlanmıştır. Bu, ölüm teması etrafında dönen olayların sahnede vurgulanmasına olanak sağlar. Mezarlığın merkezinde, arka ortada yer alan büyük, dikdörtgen bir yükselti dikkat çeker. Yükseltinin üzerine, neredeyse tamamını kapsayacak şekilde üç tane uzun, ince, dikdörtgen masa yerleştirilmiştir ve her biri üzerine beyaz örtüler serilmiştir. Yükseltilen bu masa, gerektiğinde bir bütün olarak kullanılabilirken, diğer zamanlarda aralarında boşluk bırakarak farklı sahne düzenlemeleri oluşturulabilmektedir.

Mekânın düzenlemesi, oturma düzeni ve seyirciyle olan ilişkiyi güçlendirecek şekilde tasarlanmıştır. Masanın tek tarafına dizilmiş sandalyeler, oyuncuların oturduklarında doğrudan

seyirciye dönük olmalarını sağlar. Bu, izleyiciyi sahnede olanlara daha yakın hissettirir ve bir tür etkileşimli izleme deneyimi yaratır. Özellikle bu düzenleme, seyirciyi oyunla doğrudan bağdaştırarak onları yalnızca bir gözlemci olmaktan çıkarıp sahnedeki dramatik sürecin bir parçası haline getirir.

Yükselti ve üzerindeki masa, teknolojik altyapı ile öne ve arkaya hareket edebilecek şekilde yerleştirilmiştir. Bu özellik, sahneleme esnasında hızlı geçişler sağlayarak mekânın dönüşmesini sağlar. Örneğin, masa ve yükselti bir sahnede tek bir odak noktası olarak kullanılırken, diğer bir sahnede hareket ettirilerek yeni bir mekân yaratılabilir. Bu hareketlilik, dramatik yapıyı bozan ve postdramatik unsurlar taşıyan bir anlatım biçimi sunar.

Arka fon, bir şato duvarı görünüme sahip taş duvarlarla kaplanmış ve konvansiyonel bir mekân tasarımını hatırlatan bir yapı oluşturulmuştur. Bu taş duvarlar, oyunun dramatik yapısına yalnızca fon olarak değil, geçmişin gölgeleri ve geçmişle yüzleşme temaları üzerinden anlam kazandıran bir altyapı oluşturur. Şato duvarının önünde yer alan zincirden yapılmış perde, sahneye dinamik bir hareketlilik katmaktadır. Bu perde, büyük bir mekanizmaya takılmış olup, istenildiği zaman ön ve arkaya hareket ettirilerek açılıp kapanabilmektedir.

Zincir perde, yükselti ve masanın önüne çekilerek, fon perde işlevi görmekte; aynı zamanda sahnede farklı bir atmosfer yaratmaktadır. Ancak zincirin yapısından kaynaklanan özel bir efekt de söz konusudur: Perde arkasına gizlenen her şey zincir boşlukları sayesinde görünmektedir. Perde arkasında gizli kalması gerekenleri sahneye yansıtarak, izleyicinin sürekli olarak görünmeyenle yüzleşmesini sağlar. Bu efekt, bazı sahnelerde görünmeyen bir mekânın varlığını ortaya koyarak, sahneleme estetiğini zenginleştirir. Böylece her an, her şey görünse de üç farklı mekân yaratılmış olur; bunlar, sahnedeki ana mekân, zincir perdenin önündeki mekân ve görünmeyen mekân olarak tanımlanabilir.

Sahnenin dinamik yapısına paralel olarak, kullanılan kamera da önemli bir rol üstlenmektedir. Kamera, gerçek zamanlı olarak sahnede çekimler yapar ve bu görüntüler, zincir perdenin üzerine yansıtılır. Kamera kullanımı, seyircinin oyuncunun yüzündeki ayrıntıları görmesini sağlar, bu da oyuncunun duygularının daha net anlaşılmasını sağlayarak sahnenin her katmanına derinlik katar. Görüntüler, seyirciyi bir tür gözlemci pozisyonuna yerleştirirken, aynı zamanda görünmeyen ve gizlenen unsurların da ifşa edilmesini sağlar.

Oyun boyunca, tüm mekân geçişleri mezarlık ve masa arasında gidip gelmektedir. Mezarlık, ölümün temsili olarak her zaman sahnenin merkezinde yer alırken, masa ise yaşamı temsil eden bir objedir. Bu iki zıt öğe, birbirini sürekli olarak tamamlayarak hem sahnedeki karakterlerin

içsel çatışmalarını hem de oyunun evrensel temalarını sembolize eder. Kral Hamlet'in mezarı, sahnenin ön ortasına yerleştirilmiş ve dördüncü duvar kırılarak seyircinin de mekâna dahil olması sağlanmıştır. Bu hem oyun içindeki mekânın genişlemesini hem de izleyicinin sahneye olan müdahale gücünü simgeler.

Sonuç olarak, bu sahne düzeni, dinamik mekân kullanımı, teknoloji, kamera ve perde gibi unsurlar bir araya getirilerek, sadece dramatik bir yapı değil, aynı zamanda soyut temalar ve postdramatik anlayış ile birleşen bir görsel ve işitsel deneyim sunmaktadır. Bu, izleyiciyi sürekli bir sorgulamaya, mekânlar arasında geçiş yapmaya ve oyunun derinliklerine inmeye davet eder.

Işıklandırma

Işık, sahnedeki atmosferi hem yaratmak hem de kırmak amacıyla iki temel işlevi yerine getirir ve bu süreçte yabancılaştırma unsuru olarak kullanılır. Işık, sahnede yalnızca bir atmosferin inşa edilmesine yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda bu atmosferin izleyici tarafından sorgulanmasını sağlamak için de kullanılır. Örneğin, seyir yeri aydınlatıldığında, Hamlet şarkısına seyirciyi dahil etmeye çalışır; seyirci de bu desteği verir. Bu etkileşim, sahnedeki doğal atmosferi bozar ve izleyiciye, bir tiyatro oyununda olduklarını unutmamaları gerektiğini hatırlatır.

Hamlet'in "olmak ya da olmamak" tiradını söylediği an, sahnenin ön kısmına yerleştirilmiş floresan, mavi-beyaz ışıkla aydınlatılan Kral Hamlet'in mezarının arkasındaki alan önemli bir rol üstlenir. Bu ışıklandırma, Hamlet'in içsel çatışmasını ve korkunç durumunu izleyiciye daha etkili bir şekilde aktarır. Alttan gelen ışık sayesinde, Hamlet'in yüzü karanlıkta kalan bölgeleriyle birlikte aydınlanırken, bu ışık, onun içinde bulunduğu umutsuzluğu ve çıkmazı daha da belirgin hale getirir. Aynı zamanda, ışığın bu şekilde yüzünü aydınlatması, izleyicinin Hamlet'in içsel karmaşasına dair sezgisel bir anlam yüklemesine olanak tanır.

Masanın altındaki platformdan gelen ışık, sahnede bu masanın etrafında yapılan her konuşmanın ve alınan her kararın ardındaki karanlık, gizemli ve korkunç doğayı pekiştirir. Bu ışıklandırma, Hamlet'in yaşadığı psikolojik buhranı ve oyun boyunca devam eden yalanlar ile kirli sırları dışavurur, böylece sahnede bulunan her sözcüğün ve eylemin gizliliğini ve korkunçluğunu izleyiciye yansıtır. Özellikle masanın altından yayılan bu ışık, söylenen her kelimenin altındaki gerçekleri, çelişkileri ve yalanları gözler önüne sererken, sahnede bir gerilim atmosferi oluşturur.

Oyunculuk

Oyunculuk yaklaşımı, günümüz dünyasında yaşayan ve her an karşılaşılabilecek insanların dış görünüşüne ve çağdaş estetik anlayışına uygun şekilde tasarlanmış olsa da karakterlerin

1600'lerdeki psikolojik gerçekliğine sadık kalınarak şekillendirilmiştir. Böylece, hem izleyiciye tanıdık gelen bir gerçeklik hissi yaratılmış hem de oyunun ait olduğu dönemin karakter ruhu korunmuştur.

Oyunda kamera kullanımı ve eş zamanlı olarak sahnede perdeye yansıtılması, seyircinin iki farklı perspektiften deneyim yaşamasını sağlamaktadır. Seyirci, oyuncuların sahnedeki jestlerini uzaktan izlerken, aynı anda mimiklerinin en ince ayrıntılarını perde üzerinden yakından gözlemleyebilme fırsatı bulmaktadır. Kamera kullanılan sahnelerde, oyuncular geleneksel tiyatro anlayışındaki gibi en arka sıradaki seyircinin dahi görebileceği şekilde abartılı yüz ifadeleri kullanmamış; aksine, kamera oyunculuğunun gerektirdiği daha doğal ve minimalize edilmiş bir ifade biçimini benimsemişlerdir. Bu sayede, karakterlerin duygu dünyası ve psikolojik derinliği, sinema estetiğine uygun bir biçimde, sahicilikten ödün vermeden yansıtılmıştır.

Dekor

Sahnedeki dekor, genellikle gerçekçi anlatımın ötesinde bir işlevi yerine getirir. Kullanılan nesneler, gerçekliğe dayalı bir temsil değil, daha çok sembolik bir anlam taşır. Masa, sandalye, zincirden perde ve tabut gibi nesneler, gerçek dünyadaki objeleri yansıtsa da sahne plastiği bu nesneleri, gerçekçi bir biçimde değil, sembolik anlamları ve işlevleri üzerinden kullanır. Burada amaç, sahnede bir saray veya ev dekorunun kurulması değil, aksine izleyicinin metaforik ve soyut bir dünyanın içinde yer almasını sağlamaktır.

Masa, sadece fiziksel bir objeden öte, Hamlet'in evindeki tüm mekanları simgeler. Bu masa, onun dünyasındaki farklı alanları kapsar ve bu sayede sahnede yer alan her şeyin daha geniş bir anlam taşımasına olanak verir. Bu öğe, oyun boyunca sürekli bir yer değiştirme, dönüşüm ve farklı duygusal halleri barındırma işlevi görür.

Zincirden yapılmış perde ise sahnede farklı bir rol üstlenir. Gerçek anlamda, sahnede görülen her şeyin gerisinde bir "gizli" boyutun varlığını izleyiciye hatırlatır. Bu zincir, sadece fiziksel bir engel değil, aynı zamanda izleyicinin kendi iç dünyasına yapacağı bir yolculuğu simgeler. Perdenin hareketi, izleyicinin gördüğü her şeyin, aslında gerçekte ne kadar da sınırlı olduğunu ve bakış açısının ne kadar da dar olduğunu gösterir. Bu da bir tür yabancılaştırma etkisi yaratır. Tabut ise, gerçek anlamda ölümü sembolize eder. Ancak bu nesne, sadece fiziksel ölümü değil, aynı zamanda içsel bir ölüm, kimlik kaybı ve varoluşsal bir çöküşü de temsil eder. Tabutun sahnedeki varlığı, oyun boyunca izleyiciye ölümün sadece fiziksel bir son değil, aynı zamanda insan ruhunun ve kimliğinin de ölümünü düşündürür. Bu öğe, ölümün oyun içindeki gerçekliğini derinleştirirken, aynı zamanda tüm karakterlerin içinde bulunduğu karanlık, umutsuz atmosferi pekiştirir.

Aksesuarlar

Sahnedeki nesneler, yalnızca fiziksel işlevlerinin ötesinde, her biri sembolik anlamlarla yüklenmiş ve bu semboller, karşı gerçekçi bir bakış açısıyla sahnede belirginleştirilmiştir. Bu nesneler, oyunun derinlikli ve çok katmanlı yapısını destekler ve izleyicinin oyun boyunca her öğeyi sadece görsel bir araç olarak değil, aynı zamanda daha derin bir anlam taşıyan bir sembol olarak algılamasını sağlar.

Örneğin, **Kral tacı**, bir güç ve otorite simgesi olarak sahnede belirir. Bu basit obje, kralın egemenliğini ve ona bağlı olan karakterlerin güçle ilişkilerini temsil eder. Ters takılması bu gücün altüst olduğunun işaretidir.

Tabak, **çatal** ve **bardak** gibi günlük yaşamın sıradan unsurları, modern hayata dair bir izlenim verirken, aynı zamanda bir tür "gölgeleme" işlevi görür. Bu nesneler, şiddet, ölüm ya da kimlik arayışlarının ardındaki normalleşmiş ve sıradan şeylerle olan bağları sorgular. **Duvak** gibi geleneksel bir sembol, gelinlik ya da aşk gibi toplumun idealize ettiği öğeleri çağrıştırırken, aynı zamanda bu sembol, oyun içindeki masumiyetin ve saf duyguların yitirilmesi ile ters bir ilişki kurar.

Mikrofon, sahnedeki **yalan** ve **manipülasyon** kavramlarını simgeler. Bir nesne olarak mikrofon, iletişimin şekli ile karakterlerin birbirleriyle kurduğu sahte ilişkileri, söyledikleri yalanları pekiştirir. **Kamera** ise, gerçeği ortaya çıkaran bir araçtır; ancak sadece görüneni değil, aynı zamanda gerçekteki saklı gerçekleri de yansıtır. Kameranın bu işlevi, sahnenin metaforik yapısını güçlendirir, çünkü gerçeklik, kamera aracılığıyla izleyiciye doğrudan sunulur, ancak bu gerçeklik aynı zamanda sürekli olarak sorgulanabilir.

Peruk ve **güneş gözlüğü** gibi aksesuarlar, **dönüşüm** ve kimlik değiştirme simgeleridir. Bu nesneler, karakterlerin psikolojik ya da fiziksel anlamda dönüşüm yaşadığı anları gösterir. **Su hortumu** gibi bir nesne ise oyunda kullanılan **yabancılaştırma** unsurlarından biridir. Bu nesne, basit bir su taşıma aracından çok, sahnedeki gerçekliğin kırılmasına ve sahne ile izleyici arasındaki mesafenin açılmasına hizmet eder.

Sallama çay poşeti olan kupa ve **kutu meyve suyu** ya da **bira**, **günümüz** kültürünü ve toplumsal bağlamı sahneye taşıyan unsurlardır. **Vişne suyu**, bir başka sembolik nesne olarak **kanı** temsil eder; yabancılaştırma olarak görev yapar. Kanın varlığı da metaforik ölümün işaretidir.

Muşamba, fiziksel anlamda bedeni ele geçirme ve kontrol etme simgesidir. **Taramalı tüfek** ya da **silah** gibi modern teknolojinin araçları, günümüzün savaşları ve şiddetini yansıtan birer sembol olurken, **kılıç** ve **epe** gibi Shakespeare dönemine ait öldürme araçları, geçmişin kanlı mirasını ve aynı zamanda tiyatrodaki dramatik temaları simgeler.

Son olarak, **maytap** gibi bir nesne, **doğaüstü varlığın belirme** simgesidir. Maytap hem görsel bir şölen sunarken, hem de izleyiciye öte dünyaya dair bir işaret bırakır; burada, gerçeklik ve hayal arasındaki sınır daha da belirsizleşir.

Kostüm

Oyun, modern kostüm tasarımları ile karakterlerin zaman dilimine ve ruh hallerine dair güçlü bir çağrışım yaratır. Bu kostümler arasında **takım elbise**, **pantolon**, **gömlek**, **ceket**, **tişört** ve **spor ayakkabı** gibi günlük yaşamda sıkça karşılaşılan kıyafetler bulunmaktadır. Karakterlerin giydiği kıyafetler onları toplumun sıradan ve alışılmış figürleri gibi gösterirken, sahnede yaşadıkları travmalar, gerilimler ve ikilemler bu normal görünüme tezat oluşturur. Seyirci, bu çatışmanın 1600'lü yıllarda Shakespeare'in oyunlarında yaşandığını bilir. Fakat modern kostümler, şiddet ve psikolojik gerilimlerin içine girdiği karakterleri, dönemin geleneksel giysileriyle sınırlamadan, toplumsal düzende tanınan kimlikler haline getirir. Tarihsel bağlam silinir ve olay evrensel bir sürecin parçası haline gelir.

Sahneleme Teknikleri

Bu prodüksiyon hem klasik hem de yenilikçi sahneleme tekniklerinin bir birleşimidir ve her biri, hem dramatik yapıyı güçlendiren hem de seyirciye farklı bir perspektif sunan öğelerdir. **Reji tavrı**, **dekor**, **aksesuar**, **kostüm**, **ışık**, **müzik** kullanımı ve **teknoloji sentezi**, birlikte işleyerek tüm sahne deneyimini zenginleştirir. Reji tavrı, yalnızca fiziksel sahne kullanımına değil, aynı zamanda sahnenin içindeki atmosferi ve seyirci ile kurulan etkileşimi de kapsar. Sahnenin her bir ögesi, izleyicinin farkındalığını artırmak ve sahnede yaşananların derinliğini hissettirmek için titizlikle seçilmiştir. Bu unsurların bir araya gelmesi, geleneksel tiyatro anlayışından ayrılarak, daha çağdaş ve daha yenilikçi bir anlatıma ulaşılmasını sağlar. Teknolojinin kullanımı, dekorun, ışığın ve müziğin modern estetikle harmanlanması, sahneye sürekli bir dinamizm katarken, dramatik yapıyı güçlendiren bir etki yaratır.

Atmosfer Yaratımı

Oyun, seyirciyi sürekli olarak korku, gerilim ve gizem duygusuyla sarar. **Işık oyunları**, sahnede gerilimi arttırmak için kullanılan en önemli tekniklerden biridir. Işığın yönü, yoğunluğu ve rengi, izleyiciye karakterlerin duygusal hallerini ve olayların gidişatını hissettirir. Örneğin, karanlık ve soğuk bir ışık kullanımı hem mekânın hem de karakterlerin içsel çöküşünü sembolize ederken, ışık değişimleri izleyicinin dikkatini her an başka bir noktaya çeker. **Müzik** de bu atmosferin yaratılmasında kritik bir rol oynar. Gerilimli anlarda kullanılan tınılar, karakterlerin içsel çatışmalarını yansıtarak, sahnedeki dramatik etkilerin yoğunluğunu artırır. Ayrıca, **soğuk mekân** tasarımı ve **gergin karakter gestusları**, seyirciye sahnenin yalnızca fiziksel değil, psikolojik anlamda da sıkışmış, bunalmış bir ortam olduğunu hissettirir. Bu

tekniklerin birleşimi, seyircinin oyun boyunca karakterlerin yaşadığı korkunun, kaybolmuşluğun ve belirsizliğin derinliklerine inmelerini sağlar. Korkunun ve gizemin seyircinin iliklerine kadar işlemesi sağlanır, çünkü her bir öğe, izleyicinin hem görsel hem de duygusal anlamda sürekli tetikte olmasını sağlar. Yabancılaşmalar da seyircinin düşünme sistemini devreye sokar.

Müzik Tercihi

Oyunun müzik kullanımı, yalnızca atmosferi güçlendirmekle kalmaz, aynı zamanda izleyiciyi sürekli olarak sorgulamaya iten, derinlemesine bir anlam katmanı oluşturur. Müzik, iki farklı işlevi bir arada üstlenerek hem dramatik etkileri pekiştirir hem de sahnenin gerilimli yapısına yabancılaştırıcı bir boyut katar. Müzik, genellikle sahnenin duygusal tonunu destekleyerek karakterlerin içsel dünyalarını yansıtan bir işlev görür. Ancak bazen, alışılmadık ve rahatsız edici bir ses kullanımıyla izleyiciye "burada bir şeyler oluyor" mesajı verilerek, bilinçli olarak kırılma yaratılır ve seyirci, sahnedeki olayları daha sorgulayıcı bir bakış açısıyla değerlendirir. Kullanılan müzik, **elektro gitar**, **bateri** ve **keman** gibi çağdaş müzikte sıkça rastlanan enstrümanlarla bestelenmiştir. Modern tınılar, sahnedeki gerilimli atmosferi desteklerken aynı zamanda dönemin ruhunu da yansıtır. Müzik, zaman zaman modern tarzda seslendirilmiş şarkı sözleriyle birlikte, hikâyeye dair derinlemesine bir anlam kazandırır. Bu müzik kullanımı, karakterlerin ruh hallerini ve ilişkilerini daha yoğun bir şekilde hissettirir.

Örneğin, **baba Hamlet'in gömüldüğü** sahnede, gergin atmosferin duygusal etkisini pekiştirecek şekilde, aynı nota tekrarları ile oluşturulmuş bir müzik tercih edilmiştir. Burada kullanılan **kreşendo** tekniği, duygusal gerginliği adım adım tırmandırarak izleyicinin ruh halini sahnede yaşananların temposuna paralel olarak yükseltir. Müzik, izleyiciyi adeta karakterin iç dünyasına çekmek için tasarlanmış bir araç olarak işlev görür.

Düğün müziği, oyundaki anlamına tamamen uygun olarak, geleneksel ve neşeli bir melodi yerine, **gizemli ve tedirgin** bir atmosfer yaratacak şekilde kullanılmıştır. Düğün gibi mutlu bir olay, sahnede tam tersine, sahnenin karmaşıklığı ve karanlık havasıyla örtüşecek şekilde sunulur, böylece izleyicinin alışık olduğu beklenmedik bir duygusal dönüşüm yaratılır.

Olağan dışı durumlar ise müziğin kullanımında daha deneysel bir boyut kazanır. Bu tür sahnelerde insan sesinin yanı sıra, bazen **hayvan sesleri** gibi sıra dışı sesler de kullanılarak, sahnenin gerçeklik algısı bozulur. Bir örnek olarak, **Gertrude ile Ophelya** karakterlerinin aynı oyuncu tarafından canlandırılması, bu geçişin daha dramatik bir biçimde izleyiciye sunulmasını sağlar. İlk değişim, Gertrude'un Ophelya'ya dönüşmeden önce hayvansı bir ses çıkartması ile yapılır. Bu, karakterin kimliğini kaybetmesi, bir tür dönüşüm yaşaması ve aynı zamanda izleyicinin bu dönüşümün doğallığından uzaklaştırılması için kullanılan etkili bir yöntemdir.

Müzik, oyunun her anında, sadece bir fon müziği olarak değil, **dramatik anlatının bir parçası** olarak işlev görür. Hem seyircinin duygusal tepkilerini yönlendirir hem de olaylara dair anlam katmanları yaratır. Bu, seyirciyi yalnızca görsel ve metinsel anlamda değil, aynı zamanda duygusal olarak da sarmalar, onları hem bilgilendirir hem de duygusal olarak derinden etkiler.

SONUÇ

Sonuç olarak, Thomas Ostermeier'in *Hamlet* rejisi, klasik tiyatro anlayışını aşarak dramatik yapıyı bilinçli bir şekilde parçalamış ve tiyatronun geleneksel sınırlarını zorlamıştır. Geleneksel dramatik yapının dışına çıkarak, teknolojiyi ve çağdaş sahneleme tekniklerini birleştirerek yenilikçi bir tiyatro dili oluşturmuştur. Özellikle kullanılan aksesuarlar, kostümler, müzik ve ışık oyunları gibi unsurlar, seyirciyi sürekli sorgulamaya teşvik etmiş ve anlatının her aşamasında yabancılaştırıcı bir etki yaratmıştır. Tiyatro, her bir unsuru ile dramatik yapıyı bozmak ve seyirciyi sadece izleyici değil, aynı zamanda oyunla etkileşimde bulunan bir katılımcı haline getirmek üzerine tasarlanmıştır. Bu yenilikçi yaklaşım, hem Shakespeare'in eserine saygı duruşunda bulunmuş hem de çağdaş tiyatronun potansiyelini yeniden keşfetmiş, izleyiciye hem entelektüel hem de duygusal açıdan derin bir deneyim sunmuştur.

KAYNAKÇA

Boenisch, P. M., & Ostermeier, T. (2016). *The Theatre of Thomas Ostermeier*. Routledge.
Ostermeier, T., & REALISM, M. N. N. (2010). Thomas Ostermeier. *Contemporary European Theatre Directors*, 339.

Boenisch, P. M. (2010). Thomas ostermeier. *Contemporary European Theatre Directors*.

Wenjing, C. A. (2016). *The Role of Women in Thomas Ostermeier's Production of" Hamlet"*. Freie Universitaet Berlin (Germany).

Bahrami, A. (2018). Paranoia and Narrative of Alterity in Thomas Ostermeier's Hamlet. *Contemporary Theatre Review*, *28*(4), 476-487.

Fowler, B. (2013). Hamlet performed at Schaubühne am Lehniner Platz. *Shakespeare Bulletin*, *31*(4), 737-745.

Boenisch, P. M., & Ostermeier, T. (2016). *The Theatre of Thomas Ostermeier*. Routledge.

Dincel, B. I. (2018). Thomas Ostermeier's an Enemy of the People in Istanbul. *Ibsen Studies*, *18*(1), 3-28.

Çetin, Y. (2022). AVANGART SANAT VE AVANGART OLANIN İŞLEVİ; MOSKOVA SANAT TİYATROSU ÖRNEĞİ. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *6*(1), 299-313.

Yalçin, E. (2019). *Postdramatik tiyatro: Estetik bir rejim olarak postdramatik ve çağdaş alman tiyatrosu* (Doctoral dissertation, Dokuz Eylul Universitesi (Turkey)).

TÜRK İZLEYİCİLERİNİN FİLM SEÇİMLERİNİN DUYGU ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Ömer AKCA
Toroslar Bilim ve Sanat Merkezi, Toroslar Mersin
ORCID: 0009-0006-6938-1907
Özgül SU ÖZENİR
Toroslar Bilim ve Sanat Merkezi, Toroslar Mersin
ORCID: 0000-0001-9605-4596

ÖZET

Sosyal medya araçlarının hızlı gelişimi, bilgi edinmeyi kolaylaştırarak olayların yönlendirilmesine katkıda bulunmasının yanında düşünceleri şekillendirip geniş kitlelere ulaştırmaktadır. Bu özellikleri sayesinde, sosyal medya ve dijital platformlar günlük yaşamımızın vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiştir. İnsanlar, fikirlerini özgürce ifade edebilmektedir ve bu görüşler sosyal medya aracılığıyla ilgili konulara ilgi duyan bireylere ulaşmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'den kapsamlı film izleme verileri üzerinde duygu analizi gerçekleştirmek için matematiksel olarak temellendirilmiş bir yaklaşımla disiplinler arası bir çalışma gerçekleştirip altta yatan sosyolojik kalıpları açıklamayı amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan veri seti Türkiye'deki film izleme alışkanlıkları hakkında kapsamlı duygu analizi yapmak için Eylül 2024'te bir Kaggle veri tabanından yüklenen açık erişimli büyük veri setidir. R programı kullanılarak yapılan duygu analizi sonucunda Türk izleyiciler tarafından en çok yorum alan film türünün gerilim ve dram olduğu; yorum sayısı fazla olan ilk 10 film arasında "Beni Unutma" filmi dışındaki diğer filmler ABD yapımı filmlerden oluştuğu; en yüksek beğeni alan filmler incelendiğinde ilk sıralarda Türk yapımı Kuşatma Yedi Uyuyanlar ve Selam: Bahara Yolculuk filmlerinin yer aldığı görülmektedir. Türkiye'de izlenen filmlerle ilgili yorumların büyük bir çoğunluğunun olumlu olduğu görülmektedir. IMDb puanına göre Köstebek ve Cinnet filmlerinin en çok yorum yapılan filmler ve en yüksek beğeni alan filmlerin IMDb puanları incelendiğinde en düşük IMDb puanının Hindistan yapımı bir film olan "Hindistan Eşkıyaları" ve en yüksek IMDb puanının ise komedi türünde Türk yapımı "Tosun Paşa" olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Büyük veri, duygu analizi, film tercihleri

INVESTIGATION THE MOVIE CHOICES OF TURKISH VIEWERS WITH SENTIMENT ANALYSIS

ABSTRACT

The rapid development of social media tools facilitates access to information, contributing to the shaping and dissemination of opinions while also influencing the direction of events. Due to these characteristics, social media and digital platforms have become indispensable elements of daily life. Individuals can freely express their opinions, and these views reach interested audiences through social media. This study aims to conduct an interdisciplinary analysis by employing a mathematically grounded approach to sentiment analysis on comprehensive film-viewing data from Turkey, thereby uncovering underlying sociological patterns. The dataset used in this study is an open-access large dataset obtained from a Kaggle database in September 2024, providing extensive insights into film-watching habits in Turkey. As a result of the sentiment analysis conducted using the R programming language, it was determined that the most frequently commented film genres among Turkish viewers are thriller and drama. Among the ten most commented films, all except for Beni Unutma were productions from the United States. In examining the films with the highest approval ratings, it was observed that the top-ranked films included the Turkish productions Kuşatma Yedi Uyuyanlar and Selam: Bahara Yolculuk. The analysis further revealed that the majority of comments on films watched in Turkey were positive. Based on IMDb ratings, Köstebek and Cinnet were identified as the most commented films. Moreover, in analyzing the highest-rated films, it was found that the film with the lowest IMDb rating was the Indian production Hindistan Eşkıyaları, while the film with the highest IMDb rating was the Turkish comedy Tosun Paşa.

Keywords: Big Data, Sentiment Analysis and Film Preferences

BALIKESİR'İN TARİHSEL EVRİMİ: YERLEŞİM DİNAMİKLERİNİN, ANTİK İZLERİN VE GELECEĞE YÖNELİK STRATEJİK HİPOTEZLERİN ÇOK BOYUTLU ANALİZİ

Okan KOÇ
Balıkesir University, İvrindi Vocational School of Health Services, Department of Medical Services and Techniques, Ivrindi/BALIKESIR
ORCID:0000-0002-5356-5940
Umut GÜNEŞ
Balikesir University, Institute of Science, Department of History, Cagis Campus, BALIKESIR
ORCID: 0009-0008-0489-7325

ÖZET

Balıkesir'in tarihsel dönüşümü, bölgenin benzersiz jeolojik karakteri, stratejik konumu ve zengin doğal kaynakları çerçevesinde, ilk yerleşim izlerinden antik medeniyetlere uzanan karmaşık süreçlerin özgün bir sentezini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, Balıkesir'de tarih öncesi dönemden başlayarak antik çağa kadar uzanan yerleşim evrimine dair özgün tez-hipotezler geliştirerek, bu evrimin yalnızca ekonomik ve tarımsal parametrelerle açıklanamayacağını; aksine sosyal, kültürel, politik ve çevresel etmenlerin dinamik bir etkileşim ağı içinde şekillendiğini ileri sürmektedir.

Önerilen temel tez-hipotez denklemine göre, Balıkesir'in erken yerleşim alanlarının belirleyici konumunu oluşturan faktörler; verimli tarım arazileri, su kaynaklarına olan yakınlık, iklimsel avantajlar ve bölgenin jeolojik yapısının sunduğu doğal potansiyelden kaynaklanmaktadır. Neolitik döneme ait arkeolojik bulguların – seramik, kemik ve taş alet örnekleriyle desteklenen – incelenmesi, yerleşim planlamasında doğal afetlerin, iklimsel değişimlerin ve ekonomik dalgalanmaların sürekli olarak yeniden yapılandırıcı etkisini gözler önüne sermektedir. Bu bağlamda, Balıkesir'in ilk yerleşim alanlarının, jeolojik ve iklimsel değişkenlerin etkileşimi sonucunda, su kaynaklarına yakın bölgelerde yoğunlaştığı öne sürülmekte ve bu durumun tarımsal üretkenlik ile erken dönem sosyo-kültürel yapının inşasında kilit rol oynadığı ileri sürülmektedir.

Ayrıca, Roma, Lidya ve Pers gibi antik medeniyetlerin bölgeye getirdiği kent planlaması ve altyapı düzenlemeleri, yerleşim evriminin salt mekânsal bir fenomen olmadığını; aksine toplumsal organizasyon, kültürel aktarım ve politik yapının da evrime yön veren kritik unsurlar olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışma, dijital arkeoloji teknikleri ve 3B modelleme uygulamaları aracılığıyla erken yerleşim alanlarının mekânsal ve yapısal özelliklerini modern veri setleriyle harmanlayarak, orijinal tez-hipotez denklemine yeni değişkenler eklemekte ve bu evrimin çok boyutlu yapısına ışık tutmaktadır.

Elde edilen veriler, Balıkesir'in tarihsel mirasının, geçmişin durağan kalıntıları olarak kalmayıp, modern kentleşme, çevre stratejileri ve kültürel turizme yön verecek dinamik bir yapı sergilediğini göstermektedir. Bu yenilikçi yaklaşım, disiplinlerarası veri sentezinin (arkeoloji, jeoloji, sosyoloji, ekonomi) sunduğu zengin perspektifi kullanarak, sürdürülebilir kalkınma ve kültürel dönüşümün geleceğe yönelik stratejik planlamalarına ışık tutan yeni hipotezler ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, Balıkesir'in evrimsel süreci, modern teknolojik yöntemler ve teorik çerçeveler ışığında, özgün tez-hipotez denklemine dayalı, çarpıcı ve çok katmanlı bir model olarak sunulmakta; bu model, bölgenin tarihi mirasının geleceğe taşınmasında ve stratejik politikaların oluşturulmasında yönlendirici nitelik taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Balıkesir, ilk yerleşim, tarih öncesi, antik dönem, dijital arkeoloji, karşılaştırmalı analiz, sürdürülebilir kentleşme, kültürel dönüşüm, jeolojik yapı, disiplinler arası yaklaşım

EVOLUTION OF THE HISTORY OF BALIKESIR: A MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS OF SETTLEMENT DYNAMICS, ANCIENT TRACES, AND FUTURE-ORIENTED STRATEGIC HYPOTHESES

ABSTRACT

The historical transformation of Balıkesir reveals a unique synthesis of complex processes ranging from the earliest settlement traces to the remnants of ancient civilizations, all framed by the region's distinctive geological character, strategic location, and abundant natural resources. This study develops original thesis-hypotheses regarding the evolution of settlements in Balıkesir—from the prehistoric era through to antiquity—arguing that this evolution cannot be explained solely by economic and agricultural parameters; rather, it is shaped by a dynamic network of social, cultural, political, and environmental factors.

According to the proposed fundamental thesis-hypothesis equation, the key determinants of Balıkesir's early settlement locations include fertile agricultural lands, proximity to water sources, favorable climatic conditions, and the inherent natural potential offered by the region's geological structure. The examination of Neolithic archaeological findings—supported by examples of ceramics, bones, and lithic artifacts—demonstrates that natural disasters, climatic changes, and economic fluctuations have continuously acted as reconstructive forces in settlement planning. In this context, it is posited that the earliest settlement areas in Balıkesir, as a result of the interplay between geological and climatic variables, concentrated in regions near water sources; this phenomenon is argued to have played a crucial role in both agricultural productivity and the formation of early socio-cultural structures.

Furthermore, the urban planning and infrastructural developments introduced by ancient civilizations such as the Romans, Lydians, and Persians indicate that the evolution of settlements is not merely a spatial phenomenon but is also critically influenced by social organization, cultural transmission, and political structures. Utilizing digital archaeology techniques and 3D modeling applications, this study integrates spatial and structural characteristics of early settlement sites with modern data sets, thereby enriching the original thesis-hypothesis equation with new variables and shedding light on the multidimensional nature of this evolution.

The collected data reveal that Balıkesir's historical heritage is not confined to static relics of the past but instead manifests as a dynamic structure capable of guiding modern urbanization, environmental strategies, and cultural tourism. This innovative approach, drawing on an interdisciplinary synthesis of data from archaeology, geology, sociology, and economics, introduces new hypotheses that inform sustainable development and cultural transformation strategies for the future. In conclusion, the evolutionary process of Balıkesir, when viewed through the lens of modern technological methods and theoretical frameworks, is presented as a compelling, multilayered model based on an original thesis-hypothesis equation—one that plays a pivotal role in transmitting the region's historical legacy into the future and in formulating strategic policies.

Keywords: Balıkesir, early settlement, prehistoric, antiquity, digital archaeology, comparative analysis, sustainable urbanization, cultural transformation, geological structure, interdisciplinary approach

BLURRING LINES BETWEEN TRUTH AND TRUTHINESS IN SELF-NARRATIONS, AUTOBIOGRAPHIS AND AUTOFICTIONS -THE CASE OF NAOMI CLEIN'S "DOPPELGANGER"

Lect. Dr. Gabriela IVANOVSKA
Istanbul University, Faculty of Letters, Türkiye
Ss. Cyril and Methodius University in Skopje, North Macedonia
ORCID ID: 0009-0000-0333-6421

ABSTRACT

In the past decades we are witnessing a significant growth in the publication and interest in memoirs, autobiographies of more or less famous people, and self-narrations. The literary classification and typology of these works has always been problematic. Traditionally, (auto)biographies have been defined within the non-fictional genres because it was assumed that these works, regardless of how they are narrated, are based on facts and depict real people and real events. Therefore, the reader is often preconditioned to read these works as true, and to accept the events and experiences described in them more as facts than as fabrications of facts or fiction. However, the proliferation of the so-called autofictions/fictional autobiographies not only reflects the hybridity of this literary genre and the relativization/blurring of the boundary between facts and fiction, truth and truthiness (Stephen Colbert), but also reflects the contemporary spirit of the society in which we live, where truth is often less based on verified sources and facts, and is increasingly a matter of personal convictions, points of view, and intimate feelings and needs for what we want the truth to be.

In this regard, in this essay we aim to examine the concepts of truth and truthiness in self-narrations through an analysis of the work "Doppelganger" by Naomi Klein, the winner of the 2024 Women's Prize for Non-fiction. Through Klein's work, we want to show the complexities of the narrativization of our own lives and experiences, the ways we build our personal and public identities and profiles, and what we believe versus what we want to believe to be true about us and the world we live in.

Keywords: truth, truthiness, autofiction, Naomi Klein

RECYCLED FASHION: EXAMPLE OF HUNGARIAN BRANDS

Özlem KAYA
Usak University, Faculty of Fine Arts, Department of Fashion Design
ORCID: 0000-0002-8572-6577
Petra ÁCS
Budapest Metropolitan-Usak University, Fashion Design MA, Hungary
ORCID: 0009-0002-8761-0399

ABSTRACT

As a result of fast fashion, millions of tons of textile waste are produced worldwide every year. These textiles end up in landfills or are burned, and in both cases, they cause great harm and danger to the environment. The best option is to try to keep textiles away from landfills and incineration plants in the first place. For this purpose, a well-planned recycling and reshaping is an extremely important solution for the world and especially for the textile and ready-to-wear sector.

In this context, finding ways for fashion brands to become more sustainable has been one of the most talked about topics in the fashion industry for the last few years.

This article aims to convey the efforts of three Hungarian fashion brands that are trying to make a change in the fashion world at a time when resources are depleting rapidly in the world and fast fashion and consumption have reached a highly debatable point. In this context, the methodologies of these brands to become sustainable, mostly through recycling, are examined. At the same time, their efforts to take steps towards a more sustainable future and their special projects will be touched upon. Some suggestions have been developed by focusing on how smaller brands or local fashion brands with less international recognition can still make a difference by having a different mindset in fashion design.

Keywords: Sustainable fashion, textile recycling, refashioning, Hungarian fashion brands

INTRODUCTION

Sustainability is a multifaceted concept that encompasses a range of ideas, from ensuring that activities can continue indefinitely without causing harm, to balancing the needs of the present with those of future generations. In the context of the fashion and textile industry, sustainability is especially critical due to its significant environmental, economic, and social impacts. As one of the world's most polluting sectors, it consumes vast amounts of resources land, water, energy, and chemicals while generating waste and pollution that negatively affect both local communities and global ecosystems. The industry's linear production model, coupled with the rising issue of textile waste, highlights the urgent need for transformation. Moving towards

sustainable consumption and production is essential not only to mitigate the environmental footprint but also to shift consumer behavior, encouraging a mindset where items are reused, recycled, or disposed of responsibly rather than discarded carelessly. This change is vital for reducing waste and ensuring the well-being of future generations.

"Sustainability" has many definitions, with the three most common being an activity that can be continued indefinitely without causing harm; doing unto others as you would have them do unto you; and meeting a current generation's needs without compromising those of future generations (Fletcher, 2008; Partridge, 2011).

Sustainability involves complex and changing environmental dynamics that affect human livelihoods and well-being, with intersecting ecological, economic, and sociopolitical dimensions, both globally and locally (Langenwater, 2009).

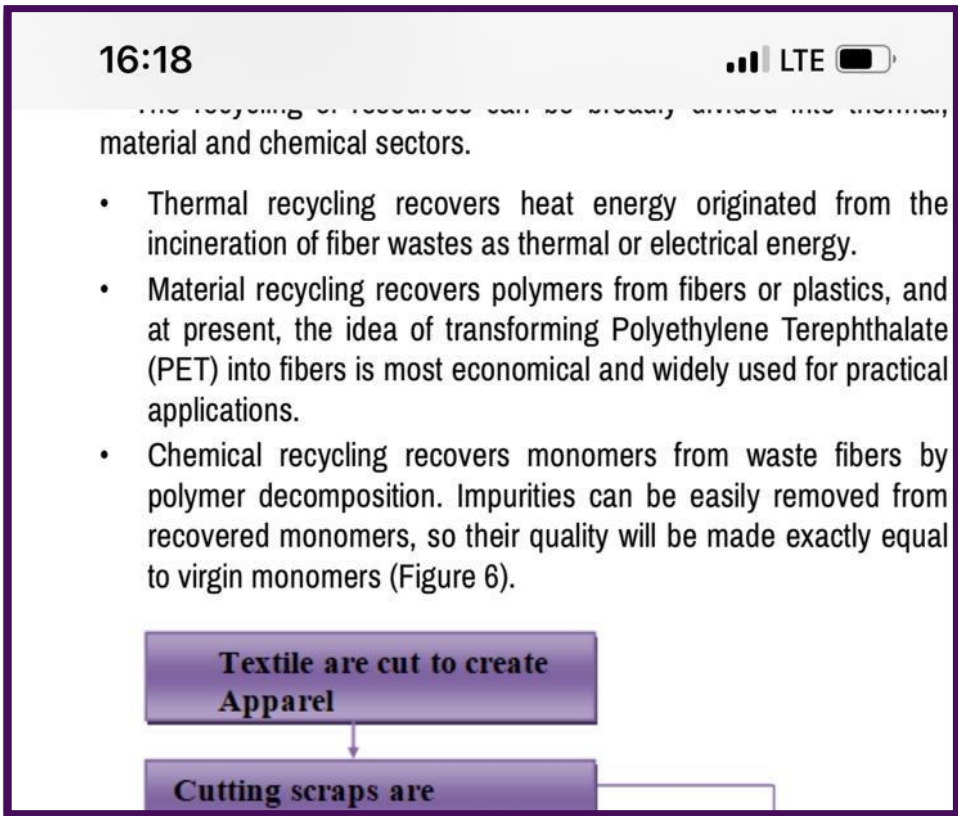


Figure 1. Recycling Technology

Source: Sustainable Fashion through Recycling and Upcycling (Anitha, 2022)

Retrieved from: https://www.hilarispublisher.com/open-access/sustainable-fashion-through-recycling-and-upcycling.pdf

The fashion and textile industry is one of the world's most polluting industries, mainly because its volume of production dwarfs most other industries. Textiles production requires a lot of land for crops and uses a lot of water, energy, chemicals and other resources leaving often untreated

pollution behind and has a highly negative environ- mental, economic and social footprint (Fletcher, 2008; GFA & BCG, 2017; Hiller Connell, Kozar, 2017; Leal et al., 2019; Remy et al., 2016).

Today's conventional fashion and garment industry is linear by nature and in addition to the impact that raw material extraction for newly produced fibre production has, textile waste has become a major problem in the sector (Kushwah and Naik, 2019; Ellen MacArthur, 2013-2017). The basis of sustainability is to take into account the right to life of future generations; therefore, marketing should undertake a mission within this framework. This situation can be realized primarily through understanding and practices that lead consumers towards sustainable consumption that will change their consumption patterns. Thus, while this change is beneficial for the consumer, it can also direct production and other business activities in this direction (Yükselen, 2020). This unsustainable model is causing enormous harm for the planet, with billions of garments being discarded each year. People throw items away in the trash easily instead of donating or recycling them because unused and unwanted items sitting around the house cause consumers to become uncomfortable about their consumption levels (Ekström, Salomonson, 2014). People do not like to think about that they are wasting money on these no longer wanted items so they want it out of sight as quickly as possible and the easiest way of getting rid of them is throwing them out in the garbage.

The fashion industry has increasingly become one of the biggest contributor to environmental harm largely due to the rise of fast fashion. Fast fashion is purposefully planned to be changing in a fast paste, as fashion designers and companies frequently change designs and styles, causing consumers to want to purchase more clothing to keep up with the trends, even when the old clothing is not exactly worn out (Frigato, Santos-Arteaga, 2019). Fast fashion low-cost clothing collections based on current, high-cost luxury fashion trends is, by its very nature, a fast-response system that encourages disposability (Fletcher, 2008). By the characteristics of rapid production cycles, low-cost labor, and disposable clothing, fast fashion has led to a significant increase in textile waste.

Fast fashion companies thrive on fast cycles: rapid prototyping, small batches combined with large variety, more efficient transportation and delivery, and merchandise that is presented "floor ready" on hangers with price tags already attached (Skov, 2002).

To keep customers coming back, high street retailers routinely source new trends in the field, and purchase on a weekly basis to introduce new items and replenish stock (Tokatli, Kizilgun, 2009). The side effect of such continual and rapid turnover: a new form of seemingly contradictory mass exclusivity (Schrank, 2004).

In response to fast fashion a growing movement focused on recycling and refashioning clothes offers a promising alternative, aiming to reduce waste and extend the life cycle of garments. By repurposing old clothing whether through up cycling, mending, or creative alterations we can lessen the demand for new clothes and reduce the environmental footprint of fashion.

While smaller companies can break new ground in sustainability, it is the large incumbent companies that have the scale to deliver significant impact (Hockerts, Wüstenhagen, 2010).

Smaller independent fashion brands in Hungary are playing a crucial role in this shift of trying to change the fast fashion model by prioritizing sustainability, ethical production, and circular fashion designs. These brands are not only leading the way in reducing waste through recycling and refashioning, but they are also promoting a more personalized and conscious approach to fashion.

Global Trends in Textile Recycling and Sustainable Fashion

The global fashion industry has seen a significant shift towards sustainability, with recycling emerging as a key strategy to address the environmental issues posed by fast fashion. Recycled fashion refers to the process of reusing and transforming discarded garments, textiles, and materials into new clothing or accessories, thus extending the lifecycle of fabrics and reducing waste. This practice has gained momentum as fashion brands and designers increasingly recognize the environmental impact of textile production, which contributes to the depletion of natural resources, water pollution, and significant carbon emissions (GFA & BCG, 2017; Fletcher, 2008). As a result, several major fashion houses, such as Stella McCartney and Patagonia, have incorporated recycled materials into their collections, proving that sustainability can coexist with style. Recycling has become not only a practical solution to reduce waste but also a way for fashion brands to engage with eco-conscious consumers who are increasingly prioritizing environmental values (Niinimäki, Hassi, 2011). Additionally, brands like Adidas and Nike have pioneered efforts in incorporating recycled polyester and nylon into sportswear, leading the charge in terms of large-scale sustainable practices. These shifts reflect a broader movement within the fashion industry that advocates for circular fashion models, which prioritize material reuse, repair, and upcycling to minimize the need for virgin resources (Rahaman and Khan, 2025; Ellen MacArthur Foundation, 2017).

Textile recycling, specifically, has become a vital aspect of global efforts to tackle the mounting textile waste crisis. The textile industry is responsible for producing an estimated 92 million tons of waste annually, and less than 1% of all textiles are recycled into new clothing (Niinimäki, 2018-2020). The recycling process involves breaking down used textiles, such as cotton, polyester, and wool, and transforming them into new fibers or fabrics, which can then

be used to create new garments or other products. However, textile recycling presents unique challenges, such as the complexity of separating different fibers, contamination from dyes and finishes, and the technological limitations of current recycling systems (Thompson et al., 2020). Despite these challenges, innovations in textile recycling are emerging, including mechanical recycling, which involves physically shredding fabrics to produce new yarns, and chemical recycling, which decomposes textiles back into their raw materials for reuse (Remy et al., 2016). Furthermore, companies like the Dutch startup Worn Again Technologies and the Swedish company Renewcell are developing chemical recycling technologies that can process mixed-fiber fabrics, opening up new possibilities for recycling a wider variety of garments (Bureau of International Recycling, 2020). Textile recycling not only helps reduce the waste that ends up in landfills but also contributes to reducing the environmental impact of textile production by lowering the demand for virgin fibers, such as cotton, which requires substantial amounts of water and land (Fletcher, 2008). As the global fashion industry embraces textile recycling more widely, it offers a promising solution for both waste reduction and resource conservation.

Hungarian Fashion Brands Committed to Sustainability

We will examine the role of smaller independent fashion brands in Hungary specifically BORBALA, Amore Kiss Tibi, and Pinkponiko in promoting sustainability and challenging the fast fashion model. The research explores how these brands integrate sustainable practices such as recycling, upcycling, refashioning and ethical production into their business models while also influencing the consumer's behavior and relationship with clothing.

BORBALA is one of the most important Hungarian fashion brands founded by designer Borbála Ferenczy. It is known for its unique blend of modern elegance and traditional craftsmanship. The brand stands out for its commitment to sustainability, high-quality production, and a refined aesthetic that balances contemporary design with cultural heritage. Rooted in the principles of minimalism and functionality, BORBALA offers timeless pieces that integrate sustainable practices with sophisticated artistry, garnering attention both in Hungary and internationally.

The brand's vision centers on providing a fresh yet enduring perspective on fashion. Drawing inspiration from Hungarian traditions, folklore, and landscapes, Ferenczy's designs reflect a deep connection to her cultural roots. Each piece tells a story, often juxtaposing modern simplicity with intricate, handcrafted details. This philosophy embraces the idea that fashion should be lasting—not fleeting—and that garments should endure both in style and in durability. The brand's collections feature contemporary yet classic silhouettes, refined tailoring, and elegant textures that make each piece versatile and wearable across various occasions.

One of the most distinctive elements of BORBALA is its approach to sustainability. The brand specializes in upcycling and plastic recycling, transforming waste materials—such as plastic, leftover textiles, and secondhand clothing—into one-of-a-kind, experimental garments and accessories. These designs are created using deconstructed materials and traditional techniques like patchwork, quilting, and textile collage, which imbue each item with a sense of spontaneity, creativity, and environmental consciousness. This approach challenges conventional notions of waste, luxury, and the division between old and new. The brand's aesthetic, characterized by its vibrant, tactile designs, not only reimagines discarded materials but also critiques the wastefulness of the fashion industry, advocating for a more sustainable future.

Figure 2. Recycled Clothing Items Form the Brand BORBALA
Source: NOT JUST A LABEL, BORBALA
Retrieved from: https://notjustalabel.com/borbala, https://ferenczborbala.com

In addition to its design practices, BORBALA places a strong emphasis on ethical production. The brand avoids fast fashion in favor of slow, mindful fashion practices, ensuring that each garment is crafted with care and attention to detail. Collaborating with local artisans and small-scale producers, BORBALA helps preserve traditional Hungarian craftsmanship while supporting the local economy. This commitment to local artisanship is integral to the brand's mission to create pieces that are not only aesthetically pleasing but also durable and meaningful-designed to be cherished and passed down through generations.

BORBALA also serves as an educational platform, hosting workshops at festivals, schools, and other community events to raise awareness about sustainability, recycling, and plastic pollution. These workshops showcase the brand's innovative recycling techniques and promote a deeper understanding of the environmental challenges posed by plastic waste. Through these outreach efforts, BORBALA aims to inspire others to adopt more sustainable practices in their own lives. Overall, BORBALA represents a harmonious fusion of heritage and innovation. By focusing on sustainability, quality, and timeless elegance, the brand offers a sophisticated and meaningful approach to fashion. Through each collection, Ferenczy continues to push the boundaries of what modern, sustainable fashion can be, staying true to its roots in Hungarian craftsmanship and artistry while addressing the pressing issues of environmental responsibility and ethical production. For those who value authenticity, timeless style, and responsible fashion, BORBALA stands as a leading example of how fashion can be both beautiful and conscientious.

Amore Kiss Tibi is a Hungarian fashion brand founded by designer Tibi Kiss is famous for its innovative fusion of contemporary style, sustainable practices and a deep emotional connection to nature. The brand's philosophy intertwines love, nature, and sustainability creating unique, handcrafted garments from recycled materials and secondhand textiles. The designer's core vision is to demonstrate that one can both embrace sustainability and enjoy the luxury of high-quality fabrics asserting that "you can still shine and wear silk while being sustainable" (Kiss Tibi, Octogon, 2022). Every piece created by Amore Kiss Tibi is one of a kind, handmade, and crafted with an unwavering commitment to preserving nature through fashion.

Central to the brand's identity is its focus on sustainability, a concept that manifests in the careful selection of high-quality secondhand materials. Tibi Kiss works exclusively with reliable, durable textiles, including upcycled fabrics, leftover stock, and old handcrafted pieces all of which are reimagined and modernized to create new, innovative designs (Marie Claire, 2023.). This practice not only reduces waste but also emphasizes the brand's belief in the beauty of transforming seemingly discarded materials into high-fashion creations. For Kiss, Amore Kiss Tibi is more than a fashion label it is a celebration of nature, love, and the possibility of a more sustainable future for the fashion industry (Octogon, 2022).

The brand's aesthetic combines modern femininity with elements of romanticism and avant-garde experimentation. Amore Kiss Tibi is known for its bold yet wearable designs which often incorporate oversized silhouettes, flowing fabrics, and striking prints, alongside minimalist, structured elements. The use of luxurious materials such as silk, wool, and cashmere adds a layer of sophistication to each piece. Kiss's designs are sculptural yet fluid, blending traditional

Hungarian craftsmanship with a contemporary, global sensibility. His ability to experiment with unconventional shapes and textures ensures that each garment has a unique, dramatic edge while maintaining elegance and wearability across different settings.

Figure 3. Collection by Amore Kiss Tibi Made Out of Vintage Shirts
Source: Amore Kiss Tibi: A celebration of sustainable fashion.
Retrieved from: https://www.amorekisstibi.com.

Inspired by nature, botany, and herbology Kiss's collections evoke a connection to the natural world, with each piece designed to make the wearer feel closer to nature. This connection to the environment is further emphasized by the brand's commitment to sustainable production practices as the fashion industry increasingly turns toward eco-conscious methods. Through its thoughtful use of materials and dedication to longevity Amore Kiss Tibi aligns itself with broader movements toward sustainable fashion, prioritizing craftsmanship and environmental responsibility.

Though rooted in Hungary Amore Kiss Tibi has gained international recognition showcasing its designs at various fashion events across Europe and beyond. The brand's ability to merge couture-like quality with accessibility has earned it a growing following, especially in high end boutiques and fashion forward retailers. As the brand continues to rise in the global fashion scene it remains committed to creating high-quality, timeless garments that reflect both innovation and tradition.

Pinkponilo a Hungarian brand founded by Kudron Anna, operates not as a traditional fashion brand but as an organization dedicated to fostering positive change in the fashion industry. Their focus is on promoting sustainability and ethical practices with a strong emphasis on education, community and supporting other sustainable design projects.

Rather than producing seasonal fashion collections Pinkponilo undertakes a range of impactful projects aimed at improving the fashion ecosystem. These include collaborations with sustainable fashion brands, designers, and artists to research eco-friendly materials, refine design processes, and enhance communication strategies. In addition, Pinkponilo helps manage the development of both new and existing sustainable fashion initiatives providing support across various stages of the design and production process. They work closely with clients from private customers to startup designers to bring their creative visions to life, ensuring each project is aligned with sustainability goals. Through personalized consultations Pinkponilo ensures that every aspect of the design from ideation to garment construction reflects ethical and sustainable values.

Figure 4. Unique Design Collaborations with Pinkponilo
Source: Kulter, Glamour
Retrieved from: https://www.kulter.hu/2021/07/oltozekperformansz-a-pinkponiloval/, https://www.glamour.hu/g-eletstilus/pinkponilo-kudron-anna-sorsformalo-szalak-kampany/5g6w768

A key part of Pinkponilo's approach is its commitment to education. The organization regularly hosts workshops aimed at raising awareness about sustainable clothing, ethical fashion practices and the broader sustainable lifestyle. These workshops are designed to empower individuals to make more informed choices about their clothing and to appreciate the craftsmanship and thought that goes into ethical garment creation. The hands-on nature of the workshops allows participants to engage directly with the design process fostering a deeper understanding of both sustainability and the value of well-made clothes. Involvement in the creation process not only educates but also creates a lasting connection between participants and their garments, transforming the way they view and appreciate fashion. Pinkponilo also collaborates with local artists and creatives forming partnerships with professionals across various fields of design,

textiles, and art. They work with local professional workforces to produce their garments ensuring a minimal environmental footprint by sourcing materials locally and supporting regional economies. Furthermore, Pinkponilo is committed to reducing textile waste in their operations. They employ zero-waste or minimal-waste tailoring techniques ensuring that the materials used in production are maximized. In instances where textile waste cannot be avoided Pinkponilo does not discard these materials but donates them to textile recycling companies, creative workshops, and other artistic endeavors. This commitment to circularity helps reduce the environmental impact of the fashion industry while also supporting innovative, sustainable creative projects.

Through these projects and workshops Pinkponilo aims to reshape the way fashion is made, consumed, and appreciated, encouraging a more conscious and sustainable approach to the industry.Their holistic approach which integrates design, education, and community collaboration, serves as a model for ethical fashion and a more sustainable future.

CONCLUSION

In conclusion, the case studies of BORBALA, Amore Kiss Tibi, and Pinkponiko illustrate the significant role that smaller Hungarian fashion brands play in promoting sustainability and challenging the dominant fast fashion model. These brands demonstrate that, despite their scale, they can make substantial contributions to reducing textile waste and advancing circular fashion practices through innovative strategies such as recycling, upcycling, and ethical production. By prioritizing the longevity of garments and incorporating sustainable materials, these companies not only minimize their environmental impact but also foster a more responsible and mindful consumer culture. Their commitment to integrating traditional craftsmanship with contemporary sustainable practices further exemplifies the potential for local brands to influence global fashion trends. Moreover, these brands ’efforts highlight the importance of consumer education and the potential for smaller companies to drive systemic change within the industry. As such, BORBALA, Amore Kiss Tibi, and Pinkponiko serve as valuable models of how fashion brands, regardless of size, can effect positive environmental and social change by embracing sustainability and ethical production within their business models.

REFERENCES

Bureau of International Recycling. (2020). Textile Recycling: Challenges and Opportunities. Retrieved from: https://www.bir.org/textile-recycling

Ekström, K. M., Salomonson, N. (2014). Reuse and Recycling of Clothing and Textiles-A Network Approach, Journal of Macromarketing, 34(3), 383-399. https://doi.org/10.1177/0276146714529658
Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy. Retrieved from: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-the-circular-economy

Ellen MacArthur Foundation. (2017). A New Textiles Economy: Redesigning Fashion'S Future. Retrieved from: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/a-new-textiles-economy
Fletcher, K. (2008). Sustainable Fashion and Textiles: Design Journeys. Earthscan/James & James.

Frigato, P., Santos-Arteaga, F. (2019). The Dark Places of Business Enterprise. 1st Edition Routledge.
Global Fashion Agenda & Boston Consulting Group. (2017). Pulse of The Fashion Industry 2017. Retrieved from: https://www.globalfashionagenda.com/pulse-of-the-fashion-industry-2017/
Hiller Connell, K. Y., Kozar, J. M. (2017). Introduction to special issue on sustainability and the triple bottom line within the global clothing and textiles industry. Fashion Textiles, 4, 16. https://doi.org/10.1186/s40691-017-0099-2
Hockerts, K., Wüstenhagen, R. (2010). Greening Goliaths Versus Emerging Davids: Theorizing About the Role of Incumbents and New Entrants in Sustainable Entrepreneurship. Journal of Business Venturing, 25, pp: 481-492. https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2009.06.001

Kushwah, S. R., Naik, S. B. (2019). A Review of Textile Recycling, National Conference on Innovative Trends in Engineering & Technology – NITET-19, 15-16th March.
Langenwater, G. (2009). Planet First. Industrial Management, 51(4), pp: 10-13.
Leal, W. L., Ellams, D., Han, S., Tyler, D., Boiten, V., Paço, A., Moora, H., Balogun, A.-L. (2019). A Review of The Socioeconomic Advantages of Textile Recycling. Journal of Cleaner Production, 218, pp: 10-20. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.208
Marie Claire. (2023, August 1). Buon Appetito, Amore! – Kiss Tibi Művészi Etelkreációi? Retrieved from: https://marieclaire.hu/digitalis-lapszam/2023-augusztus/2023/08/01/buon-appetito-amore-kiss-tibi/

Niinimäki, K., Hassi, L. (2011). Emerging design strategies in sustainable production and consumption of textiles and clothing, Journal of Cleaner Production, Vol. 19, Issue 16, pp: 1876-1883. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.04.020

Niinimäki, K. (Ed.) (2018). Sustainable fashion in a circular economy. Aalto ARTS Books. http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-60-0090-9

Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., Alison G., (2020). The environmental price of fast fashion, The environmental price of fast fashion. *Nat Rev Earth Environ* 1, 189–200 (2020). https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9
Octogon. (2022, February 14). Kiss Moi, Amore! Retrieved from: https://www.octogon.hu/design/kiss-moi-amore/
Partridge, D. J. (2011). Activist Capitalism and Supply Chain Citizenship: Producing Ethical Regimes and Ready-To-Wear Clothes. Current Anthropology, 52(S3), S97–S111. https://doi.org/10.1086/657039

Rahaman, T., Khan, S. H. (2025). Green merchandising of textiles and apparel in a circular economy: Recent trends, framework, challenges and future prospects towards sustainability, Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 11(1), https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100457
Remy, N., Speelman, E., Swartz, S. (2016). Style That's Sustainable: A New Fast-Fashion Formula. McKinsey & Company.
Schrank, A. (2004). Ready to Wear Development? Foreign Investment, Technology Transfer, and Learning by Watching in The Apparel Trade. Social Forces, 83(1), pp: 123-156. Retrieved from: https://doi.org/10.1353/sof.2004.0110
Skov, L. (2002). Hong Kong Fashion Designers as Cultural Intermediaries: Out of Global Garment Production. Cultural Studies, 16(4), pp: 553–569. https://doi.org/10.1080/09502380210129293
Thompson, K., Lu, G., Prakash, D. (2020). Textile Recycling: Current Trends and Future Prospects. Journal of Environmental Management, 265, 110493. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110493
Tokatli, N., Kizilgun, O. (2009). The Dynamics of Fast Fashion: The Case of Zara. Fashion Theory, 13(2), pp: 159-185. https://doi.org/10.2752/175174109X431738

Tokatli, N., Kizilgun, O. (2009). From Manufacturing Garments for Ready to Wear to Designing Collections: Evidence from Turkey. Environment and Planning, 41, pp: 146-162. https://doi.org/10.1068/a4042
Yükselen, C. (2020). Pazarlamanın Yeni Paradigması- Sürdürülebilirlik. Detay Yayıncılık.

Figures

Figure 1: Anitha, B. (2022). Sustainable fashion through recycling and upcycling. Retrieved from: https://www.hilarispublisher.com/open-access/sustainable-fashion-through-recycling-and-upcycling.pdf
Figure 2: NOT JUST A LABEL. (n.d.). BORBALA. Retrieved from https://notjustalabel.com/borbala Ferencz, B. (n.d.). BORBALA. Retrieved from https://ferenczborbala.com
Figure 3: Amore Kiss Tibi. (n.d.). A celebration of sustainable fashion. Retrieved from https://www.amorekisstibi.com
Figure 4: Kulter. (2021, July). Oltozekperformansz a Pinkponiloval. Retrieved from https://www.kulter.hu/2021/07/oltozekperformansz-a-pinkponiloval/
Glamour. (2021, July). Pinkponilo Kudron Anna Sorsformalo Szalak kampany. Retrieved from https://www.glamour.hu/g-eletstilus/pinkponilo-kudron-anna-sorsformalo-szalak-kampany/5g6w768

COMPARATIVE STUDY ON COSTUME DESIGN: EXAMPLE OF COLLEEN ATWOOD AND SANDY POWELL

Özlem KAYA
Usak University, Faculty of Fine Arts, Department of Fashion Design
ORCID: 0000-0002-8572-6577
Petra ÁCS
Budapest Metropolitan-Usak University, Fashion Design MA, Hungary
ORCID: 0009-0002-8761-0399

ABSTRACT

Costume designer's job is to create a look for each character that serves the needs of the story. According to Deborah Nadoolman Landis costume designer: "The definition of good costuming, that it is the most appropriate thing for the character to be wearing in that scene."

In this paper, we closely examine the process of producing a Hollywood movie from the costume designer's perspective. We can see what kind of challenges and obstacles the designers need to overcome throughout the production. We will follow their step by step process of a project from the first time they read a script till the movie gets on the big screen.

Our two examples are multiple Oscar winner artists Colleen Atwood and Sandy Powell. We will find out more about their motivations and inspirations that drove them in their careers and helped them gain their prestige in the film industry.

Keywords: Costume design, film production, Colleen Atwood, Sandy Powell

INTRODUCTION

Film is a powerful form of artistic expression that has a significant impact on daily life, shaping how we perceive the world and ourselves. Among its many elements, costume design plays a crucial role in storytelling, going beyond mere decoration to enhance a film's emotional depth and narrative. As audiences become more attuned to the visual aspects of films, there is an increasing appreciation for how costumes can reflect a character's identity, social standing, and psychological state. The costumes in films serve as visual markers that not only define the time period or fantasy world in which the story takes place but also contribute to the development of characters and the progression of the plot. With the growing influence of fashion and the evolving expectations of audiences, costume design has become a key component of the filmmaking process, blending artistry and storytelling in ways that enrich the cinematic experience.

Film is one of the human art that has a huge influence in everyday life (Mudjiono, 2020). Every kind of arts can influence the way people view the world around them film is not an exception.

With the appreciation of costumes in films increasing in proportion to people's tendency to admire and imitate people find the inspiration of dress styles from the films they like (Nadoolman, 2014; Tallapessy, Setiawan, Subaharianto, 2016).

By analyzing the characteristics of the costumes appearing in the films and dramas available in the market, we can see that people's pursuit of beauty is constantly changing and developing in different times. In modern society, with the improvement of economic level, people pay more and more attention to fashion trends. Therefore, in order to better meet the growing aesthetic needs of the audience, costume designers need to keep pace with the times and incorporate more new elements into costume design, so as to promote the progress and development of the whole industry. At the same time, because film and television works involve a wide range of fields, including drama, music, art and many other aspects (Yonggang 2022).

Film and television costume refers to the costume design in films, TV dramas and other TV dramas in order to better show the identity, character and plot of the people in the drama. It is not only a simple means of decoration, but also a comprehensive art discipline integrating various art forms such as art, drama, music, photography and makeup. With the continuous progress of the times and technology, film and television works also present more and more diverse expressions, among which costumes, as one of the most intuitive visual elements, play an important role in promoting. Different types of film and television works need to express different themes, emotions and atmosphere, therefore, for different themes of film and television works, their costume design solutions should also be different (Bernhold, Metzger, 2020; Cao, Gao, 2022).

In visual arts such as film and television, costume is one of the most expressive elements. It can not only reveal the changes in people's lifestyle and aesthetic taste in the background of the times, but also express emotions and convey messages through the actors' styling. Therefore, costume designers need to constantly research new materials, new techniques and new technologies to meet the needs of audiences in different periods. At the same time, with the improvement of technology and changes in the social and cultural environment, the storylines presented in film and television works have become more and more complex and diverse, which requires costume designers to have a higher level of imagination and sharper insight, so as to add more charm to the image of the characters on the screen. Early film and television works are often restricted by the venue, time and other factors, costumes are mostly simple and plain style, color matching mostly black and white gray or blue and white, the overall atmosphere seems more stark and simple. In modern times, due to the rapid development of film and television production technology, the picture quality of film and television works has been

greatly improved, and costume design began to pursue personalization and fashion sense (Clancy, 2014; Zheng 2022). In Hollywood costume design has evolved far beyond its original purpose of simply dressing actors for the movies. Today it plays a vital part of the filmmaking process one of the most important tool for storytelling that not only defines the visual aesthetic of a film but also helps the character development and enhances the narrative for the movie. As the director Tim Burton said, 'What's great about [the costume] is it's the visual representation of the internal side of people'(Burton 2005: 32; Koca et al., 2011; Scott and Mcqueen, 2025).

Exploring Costume Design: The Work of Sandy Powell and Colleen Atwood

In this section of our paper, we explore the distinctive costume design approaches of two critically acclaimed designers, Sandy Powell and Colleen Atwood, focusing on their thematic choices, design philosophies, and how their work has shaped the visual storytelling in various films. By comparing their styles, this study examines how costume design functions both as an aesthetic tool and as a key narrative device in cinema.

Film Analysis and Design Comparison

A central method of analysis in this paper is a close examination of films that highlight the unique contributions of Powell and Atwood to both period drama and fantasy genres. The films selected showcase their diverse range of abilities in using costume to enhance storytelling. For Sandy Powell, we focus on *The Favourite* (2018), *Cinderella* (2015), *The Aviator* (2004), and *The Tempest* (2010). In *Cinderella* (2015), Powell's designs are studied for their blend of historical accuracy and fantastical elements, reinforcing the narrative themes of transformation and empowerment. Powell's iconic ballgown in *Cinderella* is examined through fashion theory to explore how the clothing symbolizes Cinderella's rise in social status. Similarly, in *The Aviator* (2004), Powell's costumes evoke the glamour of 1930s Hollywood, merging historical realism with dramatic flair (Jones, 2015). In *The Favourite* (2018), Powell's lavish and exaggerated designs serve to underscore the political and personal power struggles between Queen Anne (Olivia Colman) and her court (Vogue, 2018).

Figure 1. Costume design for Helena Bonham Carter's Queen of hearts character from Alice in Wonderland (2010)
Source: Chloe Roche: Colleen Atwood
Retrieved from: http://chloelroche.blogspot.com/2012/11/colleen-atwood.html?m=1

Colleen Atwood's Costume Design: Analyzing Fantasy and Symbolism

For Colleen Atwood, we analyze her work in *Alice in Wonderland* (2010), *Memoirs of a Geisha* (2005), and *Edward Scissorhands* (1990). Atwood's whimsical and surreal costumes in *Alice in Wonderland* (2010) are compared with Powell's more grounded designs in *Cinderella* (2015). Atwood's costumes in *Alice* are highly stylized and exaggerated, pushing the boundaries of fashion to reflect the fantastical world of Tim Burton's vision (French, 2011). In contrast, Atwood's work in *Memoirs of a Geisha* (2005) features intricate, culturally symbolic costumes that mirror the emotional and personal journeys of the characters. Her costumes in *Edward Scissorhands* (1990) are also examined for their ability to express the inner psychological states of the characters, underscoring Atwood's characteristic use of costume as a means to reflect emotional depth (McFarland, 2012).

Figure 2. Costume design for Johnny Depp's Mad hatter character from Alice in Wonderland (2010)
Source: Chloe Roche: Colleen Atwood
Retrieved from: http://chloelroche.blogspot.com/2012/11/colleen-atwood.html?m=1

Interviews and Creative Insights

Incorporating interviews and personal accounts helps to shed light on the creative processes behind Powell and Atwood's work. Interviews with Sandy Powell in *Vogue* (2018), *The New York Times* (2015), and other sources highlight her emphasis on collaboration with directors and the narrative function of costume in character development (Powell, 2018). Powell often discusses how her costumes convey psychological depth and social status, evident in films like *The Favourite* (2018) and *Cinderella* (2015). Similarly, Atwood's interviews provide valuable insights into her design philosophy, particularly her symbolic use of costume. In interviews for *Alice in Wonderland* (2010), Atwood reveals her approach to using color, form, and texture to create dreamlike qualities, where costumes reflect the surreal and emotional states of the characters (Browne, 2003). Both designers stress the importance of tailoring costumes to the needs of the story and the performances of the actors, emphasizing how clothing serves as a vital storytelling vehicle.

Scholarly Framework: Theoretical Perspectives on Costume Design

Scholarly literature on Powell and Atwood provides the theoretical framework for analyzing their work. Key texts such as Collins (2004) and French (2011) examine how costume design shapes character identity, social roles, and emotional depth in cinematic storytelling. Powell's

work is discussed in terms of its historical accuracy and visual impact in *The Aviator* (2004) and *The Favourite* (2018) (Jones, 2015), with a particular focus on how her costumes amplify the themes of public power versus personal vulnerability (Vogue, 2018). Atwood's costumes in *Memoirs of a Geisha* (2005) and *Alice in Wonderland* (2010) are analyzed for their symbolic use of color and texture, which convey emotional and psychological states while also reflecting themes of transformation and personal struggle. According to Shurr (2018), Atwood's costumes often emphasize the tension between societal norms and personal identity, a theme that resonates throughout her films, from the fantastical *Alice* to the dramatic *Memoirs of a Geisha*.

Design Philosophies: Historical Accuracy vs. Surreal Expression

Both Powell and Atwood work predominantly in the genres of period drama and fantasy, yet they approach costume design from different philosophical perspectives. Sandy Powell is renowned for her meticulous historical research and her ability to craft costumes that are both realistic and narratively expressive. Her designs in *Cinderella* (2015) and *The Favourite* (2018) reflect historical periods while enhancing the psychological depth and power dynamics of her characters. For example, Powell's costumes in *Cinderella* blend historical accuracy with magical realism, symbolizing the protagonist's inner strength and transformation (Jones, 2015). In contrast, Colleen Atwood's work tends to be more imaginative and surreal. Her costumes in *Alice in Wonderland* (2010) emphasize the dreamlike nature of the film, utilizing exaggerated proportions and bold color choices to reflect the fantastical narrative. Atwood's use of vibrant colors and whimsical shapes contrasts with Powell's more restrained color palettes in period dramas such as *The Favourite* (2018). While Powell roots her costumes in historical reality, Atwood embraces a more symbolic and experimental approach, using costume to explore characters 'inner emotional worlds and their journeys through surreal, fantastical environments (Browne, 2003).

Figure 3. Costume designs for Charlize Theron's and Emily Blunt's characters in the movies Snow White and The Huntsman (2012) and The Huntsman: Winter's War (2016), designed by Colleen Atwood.
Source: WordPress.com
Retrieved from: https://elysolodkincostume.wordpress.com/category/fashion/

Character Transformation Through Costume: A Comparative Analysis

The differing philosophies of Powell and Atwood are also evident in their respective treatments of character transformation. Powell focuses on historical and social realities, using clothing to reveal power structures, societal roles, and personal growth. Atwood, on the other hand, employs costume as a metaphor for internal conflict and transformation, often utilizing stylized and exaggerated forms to reflect the fantastical nature of the story. In *Snow White and the Huntsman* (2012), Atwood's costumes reflect the personal and moral transformation of the title character, with Snow White's costumes evolving from simple, earth-toned garments to more elaborate, regal outfits that mirror her journey from a prisoner to a powerful queen. This contrasts with Powell's work in *The Irishman* (2019), where her attention to historical detail and period-specific costumes emphasizes the passage of time and the transformation of characters through their roles in organized crime.

Figure 4. Costume design for Robert De Niro's character created by Sandy Powell, from the movie, The Irishman (2019)
Source: The Hollywood Reporter
Retrieved from: https://www.hollywoodreporter.com/news/general-news/sandy-powell-talks-costume-designing-scorseses-irishman-1254654/

CONCLUSION

In conclusion, this comparative study of Sandy Powell and Colleen Atwood highlights the transformative power of costume design in cinema, illustrating how costumes not only define characters but also deepen narrative structure and thematic expression. Through a detailed analysis of their work, we have seen that both designers bring unique perspectives to their craft. Powell, with her deep historical research and understanding of social dynamics, has created iconic costumes that convey complex power structures and emotional depth, as evidenced in films like The Favourite (2018) and Cinderella (2015). Her approach is rooted in historical realism, yet she allows for a layer of fantastical elements that resonate with broader themes of transformation and empowerment.

On the other hand, Atwood's costumes, as seen in Alice in Wonderland (2010) and Memoirs of a Geisha (2005), demonstrate her ability to use fashion as a tool for psychological exploration and emotional symbolism. Her whimsical, exaggerated designs push the boundaries of reality, reflecting the surreal nature of the stories while also capturing the internal conflicts of her characters. Atwood's work is grounded in a more abstract use of color, texture, and form, giving her costumes a dreamlike quality that enhances the fantastical and transformative themes of the films she works on (French, 2011; McFarland, 2012).

Through their interviews and creative insights, both Powell and Atwood emphasize the importance of collaboration with directors and actors, stressing that costume design is far more than decorative; it is a vital storytelling device. The costumes they design reflect not only the outer world of the characters but also their inner emotional and psychological landscapes. By weaving the visual, emotional, and thematic elements into their designs, both Powell and Atwood elevate the characters and stories they bring to life on screen (Powell, 2018; Atwood, 2005).

This paper underscores the significant role of costume design in enhancing the visual and narrative experience of films. Powell and Atwood exemplify how costume design functions as both an aesthetic and narrative tool, providing deeper insight into the world of cinema. Their work demonstrates that the art of costume design is an essential part of the filmmaking process, capable of transforming a film's visual identity and enhancing its emotional and thematic impact. Through the lens of these two designers, we gain a greater appreciation for the power of clothing in shaping both character and story.

REFERENCES

Atwood, C. (2005). *The costume designer's toolkit*. HarperCollins.
Bernhold, Q. S., & Metzger, M. (2020). Older adults' parasocial relationships with favorite television characters and depressive symptoms. *Health Commun.* 35, 168–179. doi: 10.1080/10410236.2018.1548336
Browne, R. (2003). *The musical and the American dream: Chicago*. University of California Press.
Burton, T. (2005). *Tim Burton: Interviews* (K. Fraga, Ed.). University Press of Mississippi.
Cao, C., & Gao, Y. (2022). Research on national costume design based on virtual reality technology. *Mathematical Problems in Engineering*.
Clancy, D. (2014). Designing Costume for Stage and Screen, Pavilion Books Company Ltd, London Access: 13.02.2025 Retrieved from https://www.cuttersguide.com/pdf/References/Designing-Costume-for-Stage-and.pdf
Collins, S. E. M. (2004). *Costume design in film: Theories, histories, and practices*. Routledge.
French, R. R. (2011). Visual semiotics of costume design in cinema. *Journal of Film and Media Studies, 34*(2), 45–58. https://doi.org/10.1080/02736037.2011.580300
Jones, M. (2015). The costumes of Cinderella: A fairy tale revisited. *Fashion Theory*, *19*(4), 417–436. https://doi.org/10.1080/1362704X.2015.1071287
Koca, E., Koç, F., Kaya, Ö. (2011). Kostüm tasarımcılarının tasarım sürecinde karşılaştıkları problemler (The Problems of Costume Designers at Design Process). Vocational Education, 6(2), 53-65.
McFarland, M. (2012). Costume design and character identity in *Edward Scissorhands*. *Film and Visual Culture Journal*, *28*(4), 134–150. https://doi.org/10.1080/01967620.2012.690203
Mudjiono, Y. (2020). Kajian semiotika dalam film. *Jurnal Ilmu Komunikasi, 1*(1), 125–138.
Powell, S. (2018). Designing for the screen: Sandy Powell on costume design. *Vogue*.
Scott, C., & Mcqueen, L. (2025). The Costumes of Hollywood Highlights from The Collection of Motion Picture Costume Design, 1st Edition, Routledge.
Nadoolman, D. (2014). Costume design defining character instructional guide, Access: 13.02.2025 Retrieved from https://www.oscars.org/sites/oscars/files/teachersguide-costumedesign-2015.pdf
Shurr, S. (2018). *The costume designer's role in creating character and narrative*.
Tallapessy, A., Setiawan, I., & Subaharianto, A. (2016). Transformasi wacana dalam lagu pop- etnis: Strategi komersil dan negosiasi lokalitas dalam industri musik di Jawa Timur dan Jawa Tengah.

Access: 13.02.2025 Retrieved from https://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/73729/unej_stranas_albert_tallapessy_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Vogue. (2018). The Favourite: Sandy Powell on defining power through costumes.
Yonggang, W. (2022). Research on the cultivation mode of talents in clothing and costume design in the context of new liberal arts. *Frontiers in Educational Research*.
Zheng, P. (2022). The CAD digital automation analysis of costume designing based on immersive virtual reality models. *Advances in Multimedia*.

Figures

Figure 1
Roche, C. (2012, November). *Colleen Atwood*. Chloe Roche Blog. Retrieved from http://chloelroche.blogspot.com/2012/11/colleen-atwood.html?m=1
Figure 2
Roche, C. (2012, November). *Colleen Atwood*. Chloe Roche Blog. Retrieved from http://chloelroche.blogspot.com/2012/11/colleen-atwood.html?m=1
Figure 3
Elysolodkincostume. (n.d.). *Fashion*. WordPress. Retrieved from https://elysolodkincostume.wordpress.com/category/fashion/
Figure 4
The Hollywood Reporter. (2019, November 26). Sandy Powell talks costume designing Scorsese's *Irishman*. *The Hollywood Reporter*. Retrieved from https://www.hollywoodreporter.com/news/general-news/sandy-powell-talks-costume-designing-scorseses-irishman-1254654/

EBEVEYNLERİN EKRAN BAĞIMLILIĞI DÜZEYLERİNE GÖRE DİJİTAL EBEVEYNLİK TUTUMLARININ İNCELENMESİ

Defne SEZEN
Toroslar Bilim ve Sanat Merkezi, Toroslar, Mersin
Mehmet Emin TATLICI
Toroslar Bilim ve Sanat Merkezi Toroslar, Mersin
ORCID: 0000-0003-0216-0895

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, üstün yetenekli çocuğa sahip ebeveynlerin çoklu ekran bağımlılığı düzeylerine göre dijital ebeveynlik tutumlarının farklılaşıp farklılaşmadığını incelemektir. Araştırmanın örneklemini Mersin İli merkez ilçelerindeki Bilim ve Sanat Merkezlerinde (Mersin Yenişehir Bilsem, Toroslar Bilsem, Mezitli Bilsem, Akdeniz Bilsem) eğitimine devam eden çocukların ebeveynleri oluşturmaktadır. Araştırmada tabakalı-basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada ebeveynlerin çoklu ekran bağımlılığı düzeylerini belirmek için ‘’Çoklu Ekran Bağımlılığı Ölçeği’’ (Sarıtepeci, 2021), dijital ebeveyn tutumlarını belirlemek amacıyla ‘’Dijital Ebeveynlik Tutum Ölçeği’’ (Kaya, Bayraktar ve Yılmaz, 2018) kullanılmıştır. Analiz aşamasında akademik uzman desteği alınmıştır. Verilerin analizinde, değişkenler arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Farkın kaynağını belirlemek için Tukey testi kullanılmış olup çalışma SPSS.22 analiz programı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre, ebeveynlerin çoklu ekran bağımlılığı düzeylerine göre dijital medyanın etkili kullanımını onaylama alt ölçek puanlarının farklılaşmadığı; dijital medyanın risklerinden koruma alt ölçek puanlarının ise anlamlı düzeyde farklılaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka ifade ile çoklu ekran bağımlılığı yüksek olan ebeveynlerin, çocuklarını dijital medyanın risklerinden koruma puanlarının da yüksek olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dijital ebeveynlik, çoklu ekran bağımlılığı, teknoloji bağımlılığı, üstün yetenekliler

EXAMINATION OF PARENTS' DIGITAL PARENTING ATTITUDES ACCORDING TO THEIR SCREEN ADDICTION LEVELS

ABSTRACT

This study examines whether digital parenting attitudes vary based on the level of multi-screen addiction among parents of gifted children. The sample consists of parents whose children attend Science and Art Centers in the central districts of Mersin Province (Mersin Yenişehir Bilsem, Toroslar Bilsem, Mezitli Bilsem, Akdeniz Bilsem). A stratified-simple random sampling method was employed. To assess parents' levels of multi-screen addiction, the Multi-Screen Addiction Scale (Sarıtepeci, 2021) was utilized, while the Digital Parenting Attitude Scale (Kaya, Bayraktar, & Yılmaz, 2018) was used to evaluate their digital parenting attitudes. Expert consultation was sought during the analysis phase. A one-way analysis of variance (ANOVA) was conducted to examine differences among variables, and the Tukey test was applied to determine the source of variation. Data analysis was performed using the SPSS.22 statistical software. The findings indicate that parents' subscale scores for approving the effective use of digital media did not significantly differ based on their level of multi-screen addiction. However, the subscale scores for protecting children from the risks of digital media showed a statistically significant difference. Specifically, parents with higher levels of multi-screen addiction demonstrated higher scores in safeguarding their children from digital media risks.

Keywords: Digital parenting, multi-screen addiction, technology addiction, gifted children

DETERMINATION OF MODIFICATION PARAMETERS OF BITUMEN USING PYROLYSIS PRODUCTS FROM POLYPROPYLENE TYPE PLASTIC WASTE

Res. Asst. Dr. Hüseyin KÖSE
Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Science, Department of Civil Engineering, 42250 Selçuklu, Konya
ORCID: 0000-0003-2533-6769
Prof. Dr. Osman Nuri ÇELİK
Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Science, Department of Civil Engineering, 42250 Selçuklu, Konya
ORCID: 0000-0001-5368-0685

ABSTRACT

In this study, optimum modification parameters of bitumen were investigated using pyrolysis products (char and wax) obtained from polypropylene (PP) type waste plastic for the purpose of producing warm mix asphalt (WMA). Modification parameters (mixing temperature, duration, speed and additive ratio) were determined separately for char and wax products. In the study, the bitumen was first modified with char product and then the wax product was added to the char modified bitumen. The following parameters were chosen for the char product: Mixing temperatures (120, 140, 160, and 180ºC), mixing durations (10, 30, and 60 minutes), mixing speeds (500, 1000, and 2000 rpm), and additive ratios (0, 1, 3, and 6%). In determining the modification conditions of the wax product, 3 different mixing temperatures (100, 120 and 140ºC), 3 different mixing durations (10, 20 and 30 min), 3 different mixing speeds (500, 1000 and 2000 rpm) and 4 different additive contents (0, 3, 6 and 10%) were selected. The effects of modification parameters on the properties of bitumen were investigated by penetration, softening point and rotational viscosimeter tests. According to the test results, the optimum modification parameters for the char product were determined as 160ºC, 10 min, 2000 rpm and 6% additive ratio, while 120ºC, 20 min, 2000 rpm and 6% additive ratio were determined as the optimum parameters for the wax product. As a result, WMA prepared with optimum modification conditions can be produced at 14ºC lower temperature than conventional hot mix asphalt (HMA).

Keywords: Bitumen modification, waste plastic, pyrolysis, polypropylene, mixing temperature, mixing duration, mixing speed, additive ratio, warm mix asphalt

1. INTRODUCTION

Plastics are materials that are easy and inexpensive to produce and at the same time lightweight. They can be used widely from the construction sector to the packaging sector. It is estimated

that approximately 400 million tons of plastic were produced worldwide in 2022. Unfortunately, the increase in demand for plastic brings along the problem of waste plastic. Especially plastics used in the packaging sector have very short life cycles. For this reason, the waste potential of plastics such as polypropylene and polyethylene, which are common in this sector, is quite high (Plastics Europe 2024).

Waste plastics are disposed of in 3 main ways: Landfill, energy conversion and recycling. Burying waste materials in the soil (landfill) is the most undesirable disposal method. Because it takes many years for the buried plastics to completely dissolve, the level of pollution in soil and groundwater increases significantly. This is a significant threat to both human health and the environment. On the other hand, incineration of waste product is the most widely used energy conversion method. However, both the energy required to heat the waste materials to very high temperatures (800-900ºC) and the release of harmful gases (CO_2) and particles (polycyclic aromatic hydrocarbons) into the air at the end of the process make this method quite disadvantageous. With the gasification method, which can be an alternative to this method, lower emission synthesis gases are produced from waste products and energy can be obtained by using these gases. In the recycling of waste plastics, plastics are shredded into small pieces by machines. Manufacturers can use this product together with the original raw material or use it as a second-class product. However, not all types of plastic can be mechanically recycled. There is also the problem of sorting waste plastics. Therefore, recycling is still insufficient. Recycling waste plastics by decomposing them into smaller molecular structures through various chemical methods can overcome these problems. One of these methods, pyrolysis, is the process of decomposing organic materials in an oxygen-free environment and at high temperature (>300 ºC). With pyrolysis, waste products can be converted into char, wax/oil and gas phase. The char and wax/oil products obtained can be used as additives and valuable fuels, while the gaseous products can be used for energy production (Köse 2022).

By utilizing the products obtained from the pyrolysis of waste plastics in asphalt mixtures, researchers both obtain high value-added products and contribute to the removal of waste plastics from nature. For example, Al-Hadidy (2006) investigated the usability of the char product obtained from the pyrolysis of PP plastic in hot mix asphalt. According to the test results, the addition of PP increased the aggregate-asphalt adhesion and reduced the lateral deformation of the asphalt mix. In another study by Al-Hadidy and Yi-qiu (2009), it was reported that the performance properties of stone mastic asphalt (SMA) improved with the addition of char product obtained from the pyrolysis of HDPE waste plastic. On the other hand, it was understood that the wax products obtained from waste plastic pyrolysis had a viscosity-

reducing effect due to the softening effect of bitumen, and as a result, warm mix asphalt (WMA) could be obtained. Please note that WMA is a mix technology that can be produced at lower temperatures than traditional hot mix asphalt, reduces both energy consumption and emissions. It is possible to find studies investigating the effects of plastic pyrolysis wax on WMA in the literature. For example, in a study by Shang et al. (2011), the performance of the wax product obtained from the pyrolysis of cross-linked polyethylene (PEX) was investigated on warm mix asphalt. The effects of the obtained pyrolysis product on both pure bitumen and SBS modified bitumen were investigated. It was observed that PEX pyrolytic additive significantly reduced the viscosity of both pure and SBS modified bitumen. Li et al. (2023) documented that the wax products obtained from the pyrolysis of PP waste plastic significantly reduced the viscosity of bitumen and as a result, the plant temperature of the mixture decreased. Similar results were also obtained by Zhou et al. (2022). Vargas and Hanandeh (2024) showed that the incorporation of wax products from the pyrolysis of polyethylene waste plastic into bitumen resulted in a 14ºC reduction in the mixing and compaction temperature of the asphalt mix. In a study by Köse and Çelik (2024), WMA was prepared at a temperature 10ºC lower than conventional hot mix asphalt (HMA) with char and wax products obtained from co-pyrolysis of high-density polyethylene and polyethylene terephthalate waste plastics. It was observed that the low temperature performance of WMA was significantly higher than that of HMA.

In this study, the optimum bitumen modification conditions of char and wax products obtained from pyrolysis of PP type waste plastic to produce WMA additive were investigated. Within the scope of the study, mixing temperature, mixing duration, mixing speed and additive ratio were determined as modification parameters. The relevant parameters were determined separately for char and wax products. The effects of modification parameters on bitumen were investigated by penetration, softening point and rotational viscometer tests.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Material

Polypropylene type waste plastics were obtained from black colored crate waste. The base bitumen used in the study had a penetration grade of 50/70 and was obtained from Kırıkkale Refinery. Table 1 showed the physical properties of base bitumen.

Table 1. Physical properties of base bitumen

Physical properties		
Specific Gravity, @ 25ºC	1.031	ASTM D70
Penetration (dmm), @ 25ºC	58	ASTM D5
Softening point, ºC	52	ASTM D36
Viscosity (mPa.s), @ 135ºC	474.9	ASTM D4402

2.2. Methods

2.2.1. Pyrolysis

Pyrolysis is the process of converting long-chain polymer molecules into smaller and less complex molecules by heating in the absence of oxygen. It is a thermochemical process. At the end of the process, char and wax products are obtained. Since both products obtained within the scope of the study were used, the pyrolysis conditions of the products (to maximize the yield) were created separately. Test conditions and product yields were shown in Table 2. Nitrogen gas was used to deoxygenate the system.

Table 2. Pyrolysis conditions and product yields

Pyrolysis conditions	PP char	PP wax
Heating rate (ºC/min)	3-5	3-5
Temperature (ºC)	300-350	450-500
Product yield (%)	51.6-62.9	58.5-70.3

2.2.2. Binder tests

2.2.2.1. Penetration test

Penetration test is a test used to measure the consistency of bitumen. In this study, the test was performed by applying a 100 g weight to the sample at 25ºC for 5 s (ASTM D5). High penetration values indicate that the material has a soft consistency.

2.2.2.2. Softening point test

The softening point test was used to determine the approximate temperature at which bitumen softens. The samples were conditioned in a water bath at 5ºC for 15 min. Afterwards, the samples were heated with a heater at a rate of increase of 5ºC/min. The temperature at which the specimen (with the effect of the balls resting on it) contacted the plate 25 mm below it was recorded as the softening point (ASTM D36).

2.2.2.3. Rotational Viscosimeter (RV) test

RV test was performed to determine the viscosity of bitumen at a certain temperature. Brookfield viscometer was used in the study. In addition, the mixing and compaction temperatures of the samples corresponding to 0.17±0.02 Pa.s and 0.28±0.03 Pa.s values were determined by this test. The tests were conducted in accordance with ASTM D4402.

2.2.3. Determination of modification parameters

The modification parameters and value intervals considered in the preparation of PP pyrolysis blended bitumen were determined as shown in Figure 1. Each parameter was considered separately for char and wax products. The modified bitumen was prepared by first adding the char product to the bitumen and then the wax product. Therefore, the optimum values for each parameter were determined for the char and wax products respectively. For example, to determine the optimum mixing temperature, the char product was first mixed with bitumen at 120, 140, 160 and 180ºC. The mixing temperature of the wax product was kept constant at 120ºC. After determining the optimum modification temperature of the char product, the wax product was incorporated into the bitumen at 3 different temperatures: 100, 120 and 140ºC. At this stage, the mixing temperature of the char was kept constant. The same process was applied for other modification parameters. At this stage, a total of 22 different modified bitumen were prepared and penetration, softening point and rotational viscometer tests were performed on each of them.

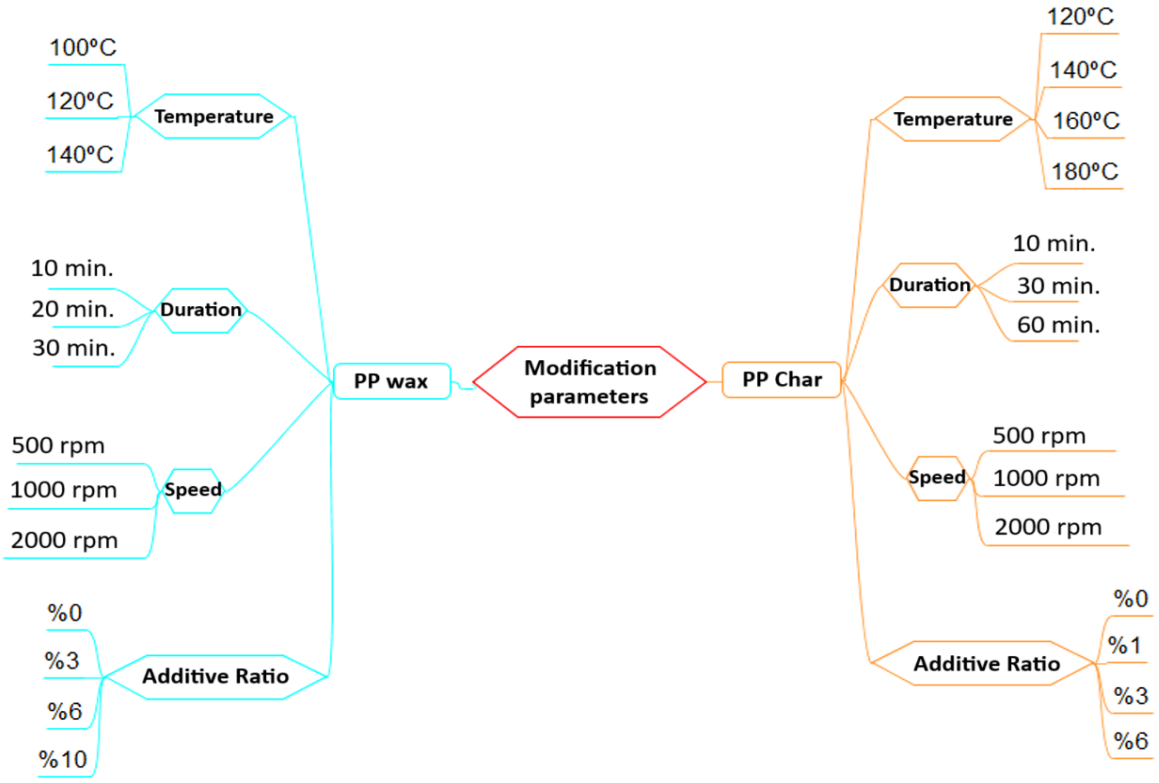


Fig. 1. Modification parameters of PP pyrolysis modified bitumen

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Determination of optimum mixing temperatures

The results obtained from the tests carried out to determine the optimum mixing temperature of the char product were shown in Figure 2. In this experimental group (PP_1), the mixing temperature of the wax product was kept constant at 120ºC, while the char product was blended with bitumen at 120, 140, 160 and 180ºC.

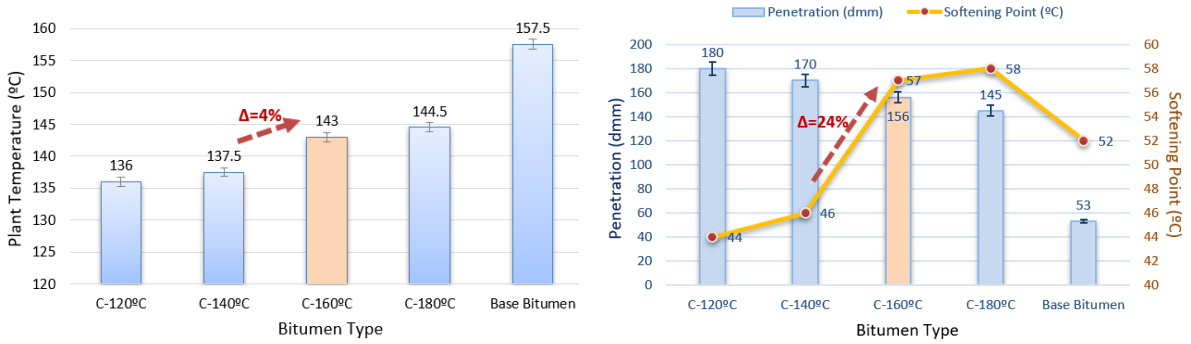


Fig. 2. Effects of different mixing temperatures (for char) on the test results a) Plant temperature b) Penetration-softening point

(Fixed parameters for PP_1: Mixing duration 10 min, mixing speed 1000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for char (C); mixing temperature 120ºC, mixing duration 10 min, mixing speed 2000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for wax (W))

When Figure 2 was examined, it was seen that the greatest change in plant temperature and penetration-softening point values was in the range of 140-160ºC (shown with red arrow in the graphs). It was understood that the graphs become flat after 160ºC. The optimum **mixing temperature** of pyrolysis char was therefore determined as **160ºC**. It was observed that the same temperature value was also reached by Al-Hadidy (2006) and Al-Hadidy and Yi-qiu (2009).

Figure 3 showed the results of the experiments carried out to determine the mixing temperature of the wax product. In this group (PP_2), mixing temperature for the char product was kept constant at 160ºC, while the wax product was modified at 100, 120 and 140ºC. According to the graphs, the variation in the plant temperature and penetration- softening point values of the mixtures was between 100-120ºC. Therefore, it was decided that the optimum **mixing temperature** for the wax product should be **120ºC**.

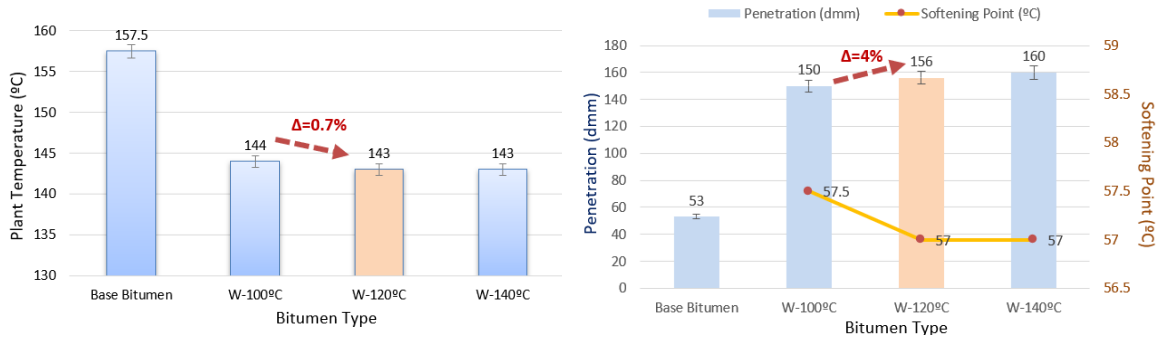


Fig. 3. Effects of different mixing temperatures (for wax) on the test results a) Plant temperature b) Penetration-softening point

(Fixed parameters for PP_2: Mixing temperature 160ºC, mixing duration 10 min, mixing speed 1000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for char (C); mixing duration 10 min, mixing speed 2000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for wax (W))

3.2. Determination of optimum mixing durations

In the determination of mixing duration for the char product; 3 different time periods were selected as 10, 30 and 60 min (PP_3 test group). The mixing duration of the wax product was kept constant as 10 min. Test results were shown in Figure 4.

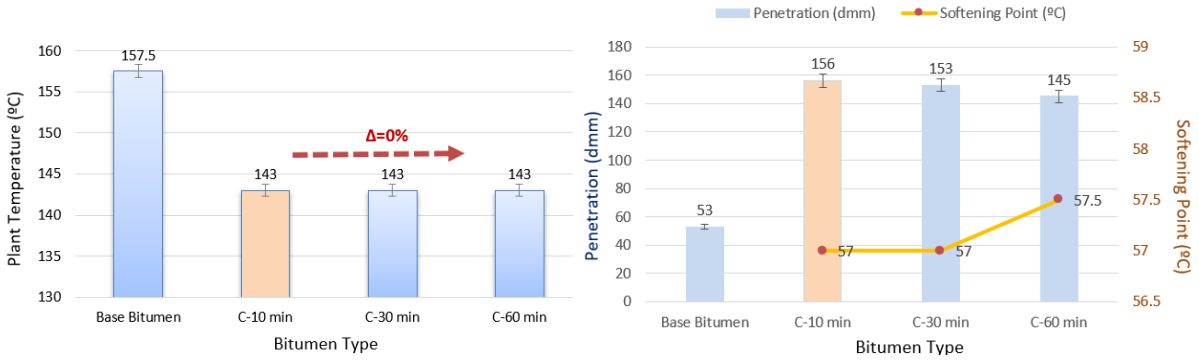


Fig. 4. Effects of different mixing durations (for char) on the test results a) Plant temperature b) Penetration-softening point

(Fixed parameters for PP_3: Mixing temperature 160ºC, mixing speed 1000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for char (C); mixing temperature 120ºC mixing duration 10 min, mixing speed 2000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for wax (W))

Figure 4 indicated that the char product mixing duration had no significant effect on the plant temperature of the mixture. It was also seen that the softening point and penetration values were close to each other. For this reason, **mixing duration** of the **char** product was determined as **10 minutes**. This result was found to be consistent with the literature (Al-Hadidy 2006; Al-Hadidy and Yi-qiu 2009).

In the experimental group of PP_4, the mixing duration of the char product was kept constant as 10 minutes, while the mixing duration of the wax product was selected as 10, 20 and 30 minutes. It was seen from the graphs in Figure 5 that as the mixing duration of the wax product increased, the plant temperature decreased because of the reduction in the viscosity of the mixture and also the softening point values decreased. The optimum **mixing duration** for the **wax** product was determined as **20 minutes** since the change was the greatest between 10-20 min and the values stabilized after 20 min.

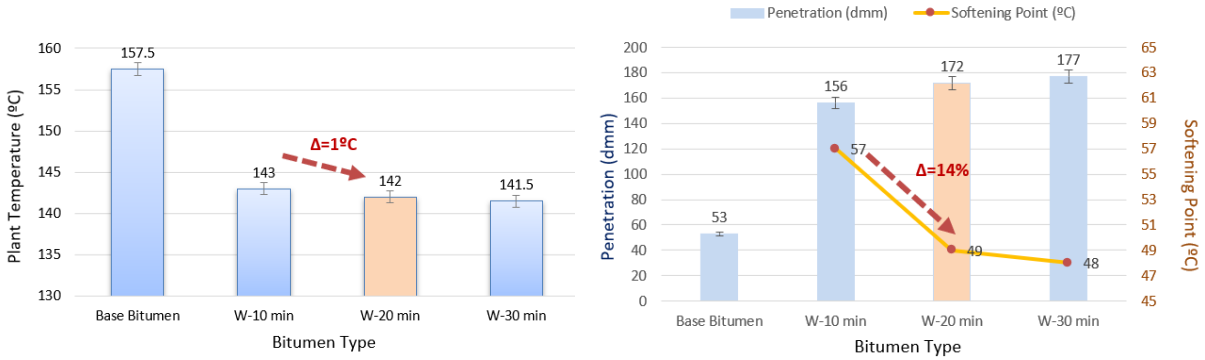


Fig. 5. Effects of different mixing durations (for wax) on the test results a) Plant temperature b) Penetration-softening point

(Fixed parameters for PP_4: Mixing temperature 160ºC, mixing speed 1000 rpm, mixing duration 10 min, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for char (C); mixing temperature 120ºC, mixing speed 2000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for wax (W))

3.3. Determination of optimum mixing speeds

In the experimental groups named PP_5 and PP_6, only the mixing speeds of the char and wax products were changed, while the other parameters were kept constant as in the previous experimental groups. To determine the char product mixing speed, the wax product mixing speed was kept constant at 2000 rpm. The char product mixing speed was selected as 500, 1000 and 2000 rpm. The results of the experiments with this group (PP_5) were shown in Figure 6.

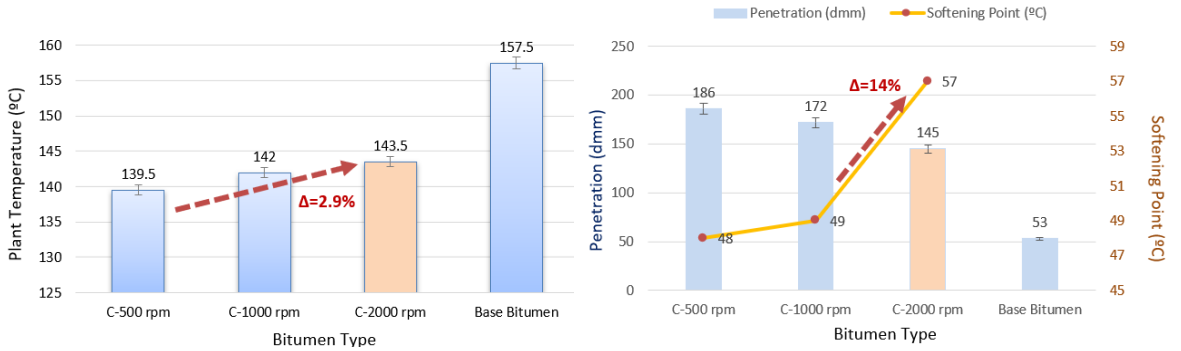


Fig. 6. Effects of different mixing speeds (for char) on the test results a) Plant temperature b) Penetration-softening point

(Fixed parameters for PP_5: Mixing temperature 160ºC, mixing duration 10 min, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for char (C); mixing temperature 120ºC, mixing duration 20 min, mixing speed 2000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for wax (W))

According to Figure 6, as the mixing speed increased, the bitumen hardened, and the plant temperature and softening point values increased accordingly. The biggest change in values occurred when the speed increased from 1000 rpm to 2000 rpm. For this reason, the optimum

mixing speed for char product was selected as **2000 rpm**. Since the maximum capacity of the device was 2000 rpm, higher speeds could not be tested.

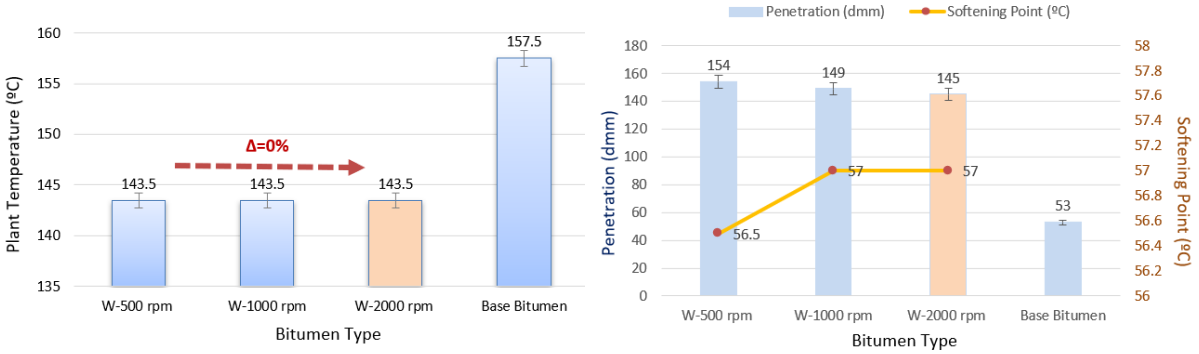


Fig. 7. Effects of different mixing speeds (for wax) on the test results a) Plant temperature b) Penetration-softening point

(Fixed parameters for PP_6: Mixing temperature 160ºC, mixing duration 10 min, mixing speed 2000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for char (C); mixing temperature 120ºC, mixing duration 20 min, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for wax (W))

To see the effect of mixing speed on the wax product, different speeds of 500, 1000 and 2000 rpm were selected. In this group (PP_6), the char product mixing speed was kept constant at 2000 rpm. The results of the experiment were shown in Figure 7. When the results were analysed, it was understood that the mixing speed of the wax product did not have a significant effect on the properties of the mixture. At this point, studies in the literature (Gao et al. 2018; Chen et al. 2018; Tang et al. 2018; Ge et al. 2017; Zhao et al. 2017) showed that mixing speeds of 2000 rpm or higher were preferred. For this reason, the **mixing speed (for wax)** was also preferred as **2000 rpm** in this study.

3.4. Determination of optimum additive ratio

In order to determine the optimum dosage of the char product, bitumen was modified with PP pyrolysis char at 0, 1, 3, 6% by weight of bitumen. The amount of wax product was kept constant at 6%. Figure 8 showed the results of this group (PP_7).

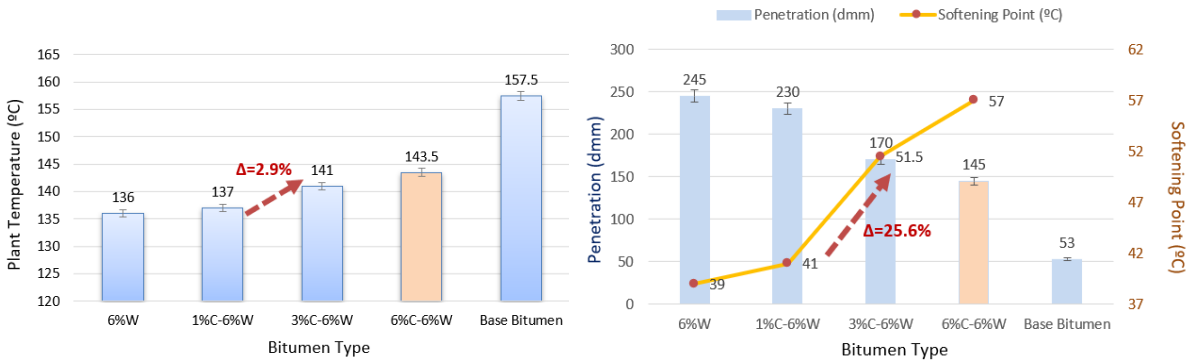


Fig. 8. Effects of different char contents on the test results a) Plant temperature b) Penetration-softening point

(Fixed parameters for PP_7: Mixing temperature 160ºC, mixing duration 10 min, mixing speed 2000 rpm, for char (C); mixing temperature 120ºC, mixing duration 20 min, mixing speed 2000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for wax (W))

From the results, it was seen that the effective change occurred when the char ratio increased from 1% to 3%. When the char content was increased to 6%, it was observed that the change in the results decreased. At this point, Marshall briquettes were prepared with PP 3%C-6%W and PP 6%C-6%W modified bitumen (4% and 4.5% bitumen ratios). Marshall stability results indicated that, the stability of PP 3%C-6%W was 10% lower than that of PP 6%C-6%W. Also, the plant temperature of PP 3%C-6%W was 141ºC, while the plant temperature of PP 6%C-6%W was 143ºC. In other words, reducing the char content by half did not have a very positive effect on the plant temperature. For these reasons, the optimum **char product ratio** was determined as **6%.** When the literature was examined, it was seen that the optimum ratio varied between 5-6% in studies where PP plastic waste was used both in its original form and as pyrolysis char product (Abtahi et al. 2013; Ebrahim and Karim 2019; Al-Hadidy 2006; Moubark et al. 2017).

In the experimental group PP_8, the optimum amount of wax product was determined. In this group, the amount of wax product was selected as 0, 3, 6, 10 % by weight of bitumen, while the amount of char product was kept constant at 6 %. The results of the tests were shown in Figure 9.

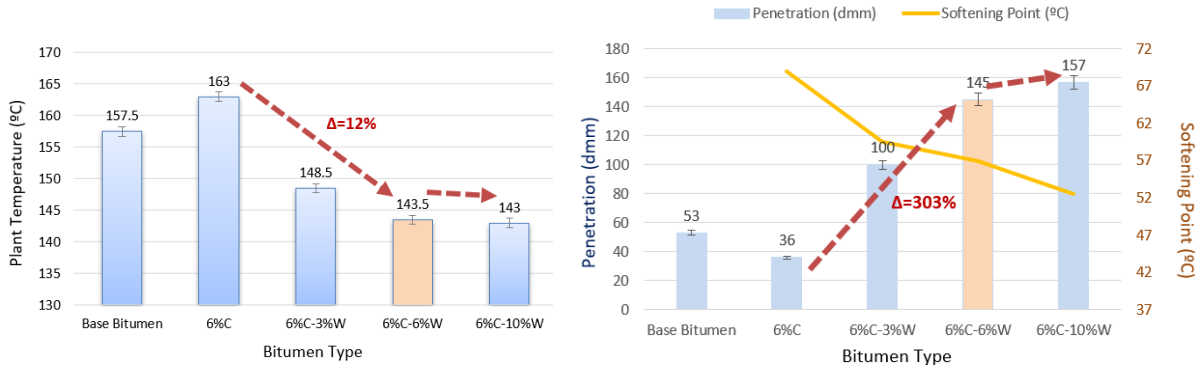


Fig. 9. Effects of different wax contents on the test results a) Plant temperature b) Penetration-softening point

(Fixed parameters for PP_8: Mixing temperature 160ºC, mixing duration 10 min, mixing speed 2000 rpm, additive ratio 6% (by weight of bitumen) for char (C); mixing temperature 120ºC, mixing duration 20 min, mixing speed 2000 rpm for wax (W))

As seen in Figure 9, the bitumen softened as the wax content increased and accordingly the penetration value increased while the plant temperature and softening point decreased. This change slowed down considerably when the wax content increased from 6% to 10% and stabilization was observed in the graphs. For this reason, the **optimum wax** product amount was taken as **6%**. As a result, the optimum modification parameters to be used in the preparation of PP modified bitumen were summarized in Table 3.

Table 3. Optimum modification parameters of PP pyrolysis modified bitumen

Parameters	PP char	PP wax
Mixing Temperature (ºC)	160	120
Mixing Durations (minutes)	10	20
Mixing Speeds (rpm)	2000	2000
Additive Ratio (%)	6	6
Reduction of Plant Temperature (ºC)	14	

CONCLUSIONS

In this study, the modification conditions of the products obtained from the pyrolysis of polypropylene type waste plastic (char and wax) with bitumen were investigated. Mixing temperature, duration, speed and additive ratio were the modification parameters investigated in the study. The relevant parameters were determined separately for pyrolytic char and wax. The effect of the change in modification parameters on the physical properties of bitumen was investigated by penetration, softening point and rotational viscosity tests. The main conclusions from the study were as follows:

- The most effective results were obtained when the mixing temperature of the char with bitumen increased to 160ºC. For the wax product, there was no difference in the results when the mixing temperature exceeded 120ºC.
- Stirring duration did not make a difference in the modification of the char product, while for the wax product the effective change occurred when the duration increased from 10 to 20 minutes.
- It was observed that the bitumen hardened as the mixing speed of the char product increased, while the increase/decrease in the mixing speed of the wax product did not change the test results.
- As the amount of char product added to the bitumen increased, the bitumen hardened and accordingly the viscosity and softening point of the bitumen increased, and the penetration decreased. The opposite results were obtained as the amount of wax product increased.
- Considering the effective changes on the bitumen test results, the mixing temperature, duration, speed and additive ratio for the char product were determined as 160ºC, 10 min, 2000 rpm and 6% respectively, while these values were determined as 120ºC, 20 min, 2000 rpm and 6% respectively for the wax product.
- WMA could be produced at 14ºC lower temperature than HMA under the optimum modification conditions.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was prepared by using a part of the doctoral thesis of Hüseyin KÖSE. The authors would like to thank Konya Technical University under the Council of Higher Education for supporting the study with the project number 2016-ÖYP-050.

REFERENCES

Abtahi, S. M., Esfandiarpour, S., Kunt, M., Hejazi, S. M., & Ebrahimi, M. G. (2013). Hybrid reinforcement of asphalt-concrete mixtures using glass and polypropylene fibers. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, *8*(2), 155892501300800203.

Al-Hadidy, A. R. I. (2006). Evaluation of pyrolisis polypropylene modified asphalt paving materials. *Al-Rafidain Engineering Journal*, *14*(2), 36-50.

Al-Hadidy, A. I., & Yi-qiu, T. (2009). Effect of polyethylene on life of flexible pavements. *Construction and Building Materials*, *23*(3), 1456-1464.

ASTM D5. (2013). Standard test method for penetration of bituminous materials.

ASTM D36. (2014). Standard test method for softening point of bitumen.

ASTM D70. (2018). Standard test method for density of semi_solid asphalt binder (pycnometer method).

ASTM D4402. (2015). Standard test method for viscosity determination of asphalt at elevated temperatures using a rotational viscometer.

Chen, C., Podolsky, J. H., Williams, R. C., & Cochran, E. W. (2018). Laboratory investigation of using acrylated epoxidized soybean oil (AESO) for asphalt modification. *Construction and Building Materials*, *187*, 267-279.

Ebrahim, S. M., & Karim, H. K. (2019). Effects of additive materials on indirect tensile strength and moisture sensitivity of recycled asphalt pavement (RAP). *Kurdistan Journal of Applied Research*, *4*(2), 69-79.

Gao, J., Yan, K., He, W., Yang, S., & You, L. (2018). High temperature performance of asphalt modified with Sasobit and Deurex. *Construction and Building Materials*, *164*, 783-791.

Ge, D., Yan, K., You, L., & Wang, Z. (2017). Modification mechanism of asphalt modified with Sasobit and Polyphosphoric acid (PPA). *Construction and Building Materials*, *143*, 419-428.

Köse, H. (2022). Farklı Plastik Atıkların Pirolizinden Elde Edilen Ürünlerin Bitümlü Ilık Karışımların Performans Özelliklerine Etkisi [Doctoral Thesis]. Konya Technical University.

Köse, H., & Çelik, O. N. (2024). Enhancement of low temperature crack resistance of warm mix asphalt with plastic waste derived additive synthesised by co-pyrolysis method. *International Journal of Pavement Engineering*, *25*(1), 2431603.

Li, C., Wang, H., Fu, C., Shi, S., Li, G., Liu, Q., ... & Cheng, Y. (2023). Evaluation of modified bitumen properties using waste plastic pyrolysis wax as warm mix additives. *Journal of Cleaner Production*, *405*, 136910.

Moubark, S., Khodary, F., & Othman, A. (2017). Evaluation of mechanical properties for polypropylene modified asphalt concrete mixtures. *International Journal of Scientific Research and Management*, *5*(12), 7797-7801.

Plastics Europe (2024). The Circular Economy for Plastics - A European Analysis https://plasticseurope.org/knowledge-hub/the-circular-economy-for-plastics-a-european-analysis-2024/ (accessed April 01, 2025)

Shang, L., Wang, S., Zhang, Y., & Zhang, Y. (2011). Pyrolyzed wax from recycled cross-linked polyethylene as warm mix asphalt (WMA) additive for SBS modified asphalt. *Construction and Building Materials*, *25*(2), 886-891.

Tang, N., Deng, Z., Dai, J. G., Yang, K., Chen, C., & Wang, Q. (2018). Geopolymer as an additive of warm mix asphalt: Preparation and properties. *Journal of cleaner production*, *192*, 906-915.

Vargas, C. A., & El Hanandeh, A. (2024). Eco-friendly asphalt mixtures: examining the performance of PE pyrolytic wax-modified bitumen for road construction. *Clean Technologies and Environmental Policy*, *26*(2), 447-465.

Zhao, X., Yan, K., He, W., & Cai, C. (2017). Effects of Sasobit/Deurex on amorphous poly alpha olefin (APAO) modified asphalt binder. *Construction and Building Materials*, *154*, 323-330.

Zhou, G., Li, C., Wang, H., Zeng, W., Ling, T., Jiang, L., ... & Zhou, D. (2022). Preparation of Wax-Based warm mixture additives from waste polypropylene (PP) plastic and their effects on the properties of modified asphalt. *Materials*, *15*(12), 4346.

YARATICI ENDÜSTRİLER KAPSAMINDA GAZİANTEP HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİNE YÜKSEK LİSANS PROGRAMI ÖNERİSİ

Kübra GÜLLÜ
Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Şahinbey/Gaziantep
ORCID: 0000-0002-1781-0769

ÖZET

1990'lı yıllar itibari ile hayatımıza giren yaratıcı endüstri ve yaratıcı ekonomiler kavramları gün geçtikçe önem kazanmakta dünya çapında geniş yankılar uyandırmaktadır. El sanatları, mimarlık, medya, kültürel miras, moda, müzik, sahne sanatları gibi alanlar yaratıcı endüstri kapsamında sayılabilir. Bu alanlarda yeni fikirler üretmek, var olan öz değerlere sahip çıkıp gelecek nesillere doğru şekilde aktarımını sağlamak amacıyla bu çalışma yapılmıştır. Çalışmada bulunduğu konum gereği çok önemli bir noktada yer alan Gaziantep kenti seçilmiştir. Kent el işçiliği bakımından da oldukça zengindir. Kentte bakır, sedef, Antep işi nakış, kutnu kumaşı gibi zanaatlar da hala varlığını korumakta ancak eski değerini görememektedir. Bu zanaatların yeni nesillere aktarımının oldukça zayıf olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın amacı Gaziantep'in öz değerlerini gelecek nesillere doğru şekilde aktarmak yeni fikirler üretip sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlayacak uzman tasarımcılar yetiştirmektir. Kentte dört üniversite bulunmakta ve bu üniversitelerden ikisinde güzel sanatlar ile ilgili bölümler ve yüksek lisans programları bulunmaktadır. Ancak bu değerler ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır. Çalışma kapsamında Hasan Kalyoncu Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı yüksek lisans programı önerisi geliştirilmiştir. Yüksek lisans kapsamında Gaziantep öz değerleri günümüz şartlarına göre nasıl modernize edilebilir, tekrar ekonomiye katkı sağlayabilir, bu değerler tüm dünyaya nasıl tanıtılabilir çalışmalarının yapılması, sergiler, bienaller, yeniden işlevlendirme çalışmaları ile geçmişten gelen değerlerin günümüze aktarılmasının sağlanması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gaziantep, Sürdürebilirlik, Üniversite, Yaratıcı Ekonomi, Yaratıcı Endüstri

PROPOSAL FOR A MASTER'S DEGREE PROGRAM IN CREATIVE INDUSTRIES AT GAZIANTEP HASAN KALYONCU UNIVERSITY

ABSTRACT

The concepts of creative industries and creative economies, which emerged in the 1990s, have witnessed a marked rise in prominence and have exerted profound global repercussions. Various sectors, including handicrafts, architecture, media, cultural heritage, fashion, music, and performing arts, fall under the umbrella of the creative industry. This study was conducted with the objective of generating novel concepts within these disciplines, safeguarding their foundational principles, and ensuring their effective transmission to future generations.The city of Gaziantep, strategically situated at a pivotal point due to its location, was selected as the primary subject of this study. It is noteworthy that Gaziantep boasts a rich tradition in handicrafts. The city boasts a rich tradition of crafts, including copper, mother-of-pearl, Antep isi embroidery, and kutnu fabric, though these crafts have not been adequately valorized.A critical finding of the study was the weak transmission of these crafts to future generations.The overarching objective of this study is twofold: first, to ensure the proper transmission of Gaziantep's core values to future generations; and second, to nurture new ideas and train expert designers who will contribute to sustainable development. The city's academic institutions, notably its four universities, including two with fine arts departments and graduate programs, are poised to play a pivotal role in this endeavor. However, current research on these values remains scarce.To address this knowledge gap, this study proposes a master's program at Hasan Kalyoncu University's Faculty of Fine Arts and Architecture, with a specialization in Interior Architecture and Environmental Design. The overarching objective of this master's degree program is to conduct research that aims to modernize Gaziantep's core values in accordance with contemporary conditions, assess their potential contributions to the economy, and disseminate these values globally through exhibitions, biennials, and re-functioning studies.

Keywords: Gaziantep, Creative Economy, Creative Industry, Sustainability, University

İNÖNÜ OVASI (ESKİŞEHİR) SU KAYNAKLARININ HİDROJEOKİMYASAL İNCELENMESİ

Sercan KAYTANCI
Eskisehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Ensitüsü Eskisehir -Türkiye
Didem YASİN
Dr, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisiliği Bölümü, Eskisehir -Türkiye
ORCID:0000-0003-3063-9916

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Eskişehir ilinin batısında yer alan İnönü Ovası su kaynaklarının araştırılması ve hidrojeokimsayal özelliklerinin belirlenmesidir. Çalışma kapsamında 18 lokasyondan kurak ve yağışlı dönem olmak üzere 2 dönemde örnek alınarak, major iyon ve izotop analizleri yapılmıştır. Ayrıca yerinde elektiriksel iletkenlik, sıcaklık ve pH değerleri ölçülmüştür

Çalışma alanında alınan su örnekleri sıcaklıkları; 9,7°C ile 27 °C arasında, pH değerleri; 7,4 ile 8,6 arasında; EC değerleri ise, 200 µmho/cm ile 1426 µmho/cm arasında değişkenlik göstermektedir. Elde edilen birincil sonuçlara göre sular $CaMgHCO_3$ ve $NaHCO_3$'lı sular tipindedir ve $\delta^{18}O$ ve $\delta^{2}H$ analiz sonuçları ise suların meteorik kökenli olduğunu ifade etmektedir.

Anahtar Kelime: Eskişehir, İnönü Ovası, yerlatısuyu, hidrojeokimya

HYDROGEOCHEMICAL INVESTIGATION OF WATER RESOURCES IN INONU PLAIN(ESKISEHIR)

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the water resources of the İnönü Plain, located in the western part of Eskişehir province, and to explore the hydrogeochemical properties of groundwater in the basin. Within the scope of the study, major ion and isotope analyses were performed by taking samples from 18 locations in 2 periods, dry and wet periods. In addition, electrical conductivity, temperature and pH values were measured in situ.

The temperatures of the water samples taken in the study area vary between 9.7 °C and 27 °C, pH values vary between 7.4 and 8.6 and EC values vary between 200 µmho/cm and 1426 µmho/cm. According to the primary obtained results, the waters are of $CaMgHCO_3$ and $NaHCO_3$ type and the $\delta^{18}O$ and $\delta^{2}H$ analysis results indicate that the waters are meteoric origin.

Keywords: Eskisehir, Inonu Plain, graoundwater, hydrogeochemistry

DOĞADAN ESİNLENEREK MALZEME TASARIMI VE ÜRETİMİ

Mohanad R. M. ALDERBİ
Kütahya Dumlupınar University, Graduate Education Institute, Department of Technology and Innovation Management, 43020 Merkez, Kütahya
ORCID: 0009-0005-1639-6059
Arif GÖK
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Architecture, Department of Industrial Design, 43020 Merkez, Kütahya
ORCID: 0000-0003 2840 9601

ÖZET

Milyonlarca yıllık evrim sürecinde doğa, hangi sistemlerin verimli, dayanıklı ve uzun ömürlü olduğunu belirleyerek kendini optimize etmiştir (Benyus, M.J., 2013). Bu süreç, insanlığa çeşitli biyolojik mekanizmalardan ilham alma fırsatı sunmuş ve doğanın bilgelik dolu tasarımları, bilim ve mühendislik alanlarında yeniliklere öncülük etmiştir. İnsanlar, varoluşlarından bu yana doğadan öğrenerek yaşam alanlarını geliştirmiş ve daha verimli, sürdürülebilir çözümler bulabilmek için doğa temelli sistemleri taklit etmişlerdir. Günümüzde teknolojik ilerlemeler, biyomimikri alanındaki çalışmaları hızlandırarak doğanın sadece taklit edilmesini değil, aynı zamanda ondan ilham alarak daha etkin ve yenilikçi tasarımlar geliştirilmesini sağlamaktadır. Biyomimikri, mimarlık ve iç mimarlık alanlarında biçimsel bir esin kaynağı olmanın ötesinde, sürdürülebilir tasarım stratejisi olarak da benimsenmektedir (Mazzoleni I., Price S., 2013). Bu bağlamda biyoloji ve tasarım disiplinleri arasında bir köprü kurularak, doğanın sunduğu yeniliklerin tasarım ve malzeme bilimlerine entegre edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, biyomimikrinin bir tasarım stratejisi olarak kullanılmasıyla ortaya çıkan mimari yaklaşımları ve sürdürülebilir enerji kaynaklarıyla desteklenen eko-tasarlara olan etkisini incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyomimikri, biyoloji, doğa, yenilikçi tasarım, biyolojik esinlenme, sürdürülebilir mimarlık, malzeme bilimi

DESIGN AND PRODUCTION OF MATERIALS INSPIRED BY NATURE

ABSTRACT

Over millions of years of evolution, nature has optimized itself by determining which systems are efficient, durable and long-lasting (Benyus, M.J., 2013). This process has provided humanity with the opportunity to draw inspiration from various biological mechanisms, and nature's wise designs have pioneered innovations in the fields of science and engineering. Since their existence, humans have developed their living spaces by learning from nature and

have imitated nature-based systems in order to find more efficient and sustainable solutions. Today, technological advances have accelerated studies in the field of biomimicry, allowing not only the imitation of nature but also the development of more effective and innovative designs inspired by it. Biomimicry is not only a source of formal inspiration in the fields of architecture and interior architecture, but is also adopted as a sustainable design strategy (Mazzoleni I., Price S., 2013). In this context, it is of great importance to establish a bridge between the disciplines of biology and design and to integrate the innovations offered by nature into design and material sciences. This study examines the architectural approaches that emerged with the use of biomimicry as a design strategy and its impact on eco-designs supported by sustainable energy source,

Keywords: Biomimicry, biology, nature, innovative design, biological inspiration, sustainable architecture, material science.

1.GİRİŞ

Doğadan ilham almak, insanlığın varoluşundan beri süregelen bir yaklaşımdır. Doğal sistemler, milyonlarca yıl süren evrimsel sürecin sonucunda en verimli ve sürdürülebilir formlarına ulaşmış ve bu da insanlar için önemli bir ilham kaynağı haline gelmiştir. Bu noktada biyomimikri, yani doğadan öğrenme ve taklit etme anlayışı, tasarım süreçlerinde giderek daha fazla benimsenmektedir. Biyomimikri, doğadaki yapı ve mekanizmaları inceleyerek bunları mimari, malzeme bilimi ve mühendislik gibi alanlara entegre etmeyi amaçlar. Biyomimikri kavramı, ilk olarak 1960'lı yıllarda biyoloji ve teknoloji arasındaki bağlantıyı vurgulayan bilim insanları tarafından ortaya atılmıştır. Doğadan ilham alarak geliştirilen tasarımlar, yalnızca estetik bir anlayışla değil, aynı zamanda fonksiyonellik ve verimlilik bakımından da önemli avantajlar sunar. Örneğin, termit yuvalarından esinlenerek geliştirilen pasif soğutma sistemleri, enerji tasarrufu sağlayan yapılar oluşturulmasını mümkün kılmaktadır. Benzer şekilde, lotus yaprağının suyu ıtici yüzey yapısından esinlenen malzemeler, kendi kendini temizleyebilen bina kaplamalarının üretilmesini sağlamıştır. Biyomimikri, yalnızca doğanın görsel özelliklerinin taklit edilmesi anlamına gelmez; aynı zamanda doğal sistemlerin sahip olduğu enerji etkinliği, dayanıklılık ve kendini yenileme gibi özelliklerin de incelenmesini gerektirir. Tasarım sürecinde bu prensiplerin benimsenmesi, hem çevre dostu hem de daha uzun ömürlü yapıların geliştirilmesine katkı sağlar. Biyomimikri, disiplinler arası bir köprü kurarak biyoloji ve tasarımı bir araya getirir. Bu bağlantının güçlendirilmesi, gelecekte sürdürülebilir malzemelerin ve yenilikçi tasarım anlayışlarının yaygınlaşmasına önemli ölçüede katkı sağlayacaktır. Dolayısıyla, biyomimikrinin sadece bugünün değil, geleceğin tasarım ve mühendislik anlayışı için de temel bir prensip haline gelmesi beklenmektedir.

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1.Biyomimikri İlkesinin Yenilikçi ve Sürdürülebilir Tasarımlar Üzerindeki Etkisi

Biyomimikri, doğadaki yapıları ve mekanizmaları inceleyerek insan yaşamına uygulama sürecine dayanan bir bilimsel yaklaşım olarak, özellikle tasarım dünyasında çığır açan bir etkiye sahiptir. Bu yaklaşım, mühendislikten mimarlığa, otomotivden biyomedikal alana kadar geniş bir yelpazede etkili bir şekilde kullanılarak inovatif çözümler sunmaktadır. Biyomimikri, doğadaki doğal süreçlerin, hayvanların, bitkilerin ve mikroorganizmaların yıllar süren evrimsel gelişimleri sayesinde ortaya çıkan özelliklerin incelenmesiyle, tasarımcıların sürdürülebilir ve verimli çözümler üretmelerine olanak sağlar. Tasarımcılar, doğanın işleyişinden ilham alarak yalnızca estetik değil, aynı zamanda işlevsel ve çevre dostu tasarımlar da ortaya koymaktadırlar. Biyomimikrinin tasarıma olan etkisi, özellikle sürdürülebilirlik kavramının ön plana çıktığı günümüzde giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu etki, hem doğal kaynakların verimli kullanılmasını sağlayan hem de çevreye zarar vermeyen malzemelerin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Biyomimikri ile geliştirilen tasarımlar, doğada bulunan estetik ve fonksiyonel mükemmeliyeti insan yapımı dünyaya taşımaktadır. Örneğin, doğadaki canlıların adaptasyon yetenekleri, tasarım süreçlerinde kullanılmak üzere yeni nesil malzemeler ve yapılar yaratmak için ilham kaynağı olmaktadır. Bunun en bilinen örneklerinden biri, lotus çiçeğinin yapraklarındaki su itici özelliklerin kullanılarak su geçirmez kaplamalar geliştirilmesidir. Bu tür tasarımlar, yalnızca doğayı taklit etmekle kalmaz, aynı zamanda doğanın sunduğu verimli işlevselliği de tasarım dünyasına entegre eder. Biyomimikri, tasarımlarını hayata geçirirken tasarımcıların doğadaki çeşitliliği ve sistemleri anlamalarına yardımcı olur. Tasarımcılar, bu yaklaşımı kullanarak doğal dengeyi taklit eder ve bu sayede sürdürülebilir çözümler üretirler. Ayrıca biyomimikri, doğadaki enerji verimliliği ve geri dönüşüm döngülerini göz önünde bulundurarak tasarımda çevre dostu malzemeler kullanmayı teşvik eder. Örneğin, güneş enerjisiyle çalışan malzemeler ya da doğada kendini onaran yapılar gibi yenilikçi çözümler, biyomimikri sayesinde mümkün hale gelmiştir. Biyomimikrinin tasarıma olan etkisi yalnızca yeni malzemelerin ve teknolojilerin geliştirilmesiyle sınırlı kalmaz. Bu yaklaşım, tasarımcıların doğayla uyum içinde çalışarak daha verimli ve estetik açıdan hoş yapılar yaratmalarını sağlar. Ayrıca biyomimikri, geleneksel tasarım süreçlerinin ötesine geçerek multidisipliner bir yaklaşım benimser. Mühendislik, biyoloji, kimya ve fizik gibi farklı disiplinlerin bir araya gelerek işbirliği içinde çalışması, biyomimikri uygulamalarının gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu disiplinler arası yaklaşım, tasarımın her aşamasında daha verimli ve etkili sonuçların elde edilmesini sağlar.

2.2.Biyomimikrinin Tasarım Stratejisi Olarak Kullanılması

Doğadan ilham almak, son yıllarda birçok alanda kullanılmaya başlanmış bir tasarım yaklaşımı. Ancak, biyomimikrinin mimari tasarımlarda bir strateji olarak ne kadar yaygınlaştığına bakıldığında, hala gelişim aşamasında olduğunu görebiliyoruz. Bu gelişim, çoğunlukla binalardan ziyade, daha çok bina malzemeleri üzerinde yoğunlaşmış durumda. Mimarlıkta biyomimikriyi bir tasarım stratejisi olarak ele alırsak, iki ana kategoriye ayırabiliriz. Birinci kategori, doğanın sunduğu çözümlerle insan ihtiyaçlarını karşılamayı hedefleyen bir yaklaşım olan "biyolojiye bakış"tır. Yani, doğada var olan işlevleri inceleyerek, insanların yaşamını daha iyi hale getirecek çözümler bulmayı amaçlar. İkinci kategori ise, organizmaların işlevsel özelliklerini inceleyerek, doğadan ilham alıp yeni bir tasarım yaratmayı hedefleyen "tasarımı etkileyen biyoloji" olarak açıklanabilir. Mimarlık, yalnızca yapı malzemeleri ve teknikleri üzerine yenilik arayışında olmakla kalmamalı, aynı zamanda mekan ve çevre tasarımlarında da doğadan ilham almalıdır. Çünkü geleceğin sürdürülebilir ve fonksiyonel yapılarının temeli, doğanın sunduğu işlevsel çözümlerle atılabilir.

2.3.Doğaya Yönelik Tasarım Yaklaşımı

2.3.1.Temel Bakış Açısı ve Uygulama Yöntemleri

Tasarımcılar, tasarım problemlerini tanımladıktan sonra, bu sorunlara en uygun biyolojik çözümleri keşfetmek için biyologlarla iş birliği yapar. Bu iş birliği, doğadaki çözüm ve prensiplerin tasarım sürecine entegre edilmesini sağlayarak büyük bir öneme sahiptir. Biyolojik sistemlerden elde edilen bilgiler, tasarımın etkinliğini artırarak daha sürdürülebilir ve verimli çözümler geliştirmeye olanak tanır.

2.4.Tasarımı Etkileyen Biyoloji

Bu yaklaşımdaki ana fikir, biyolojik sistemlerin işlevsel özelliklerinin tasarıma entegre edilmesidir. Tasarımcılar, doğadaki organizmalardan elde edilen işlevsel özellikleri inceleyerek, bunları yeni tasarımlarında nasıl kullanabileceklerini belirlerler. Bu süreç, organizmalardaki fonksiyonların taklit edilmesiyle tasarım sorunlarına daha verimli çözümler geliştirmeyi hedefler. Doğal sistemlerin sunduğu çözümler, tasarımda yenilikçi ve etkili uygulamaların ortaya çıkmasına yardımcı olur. Tasarımcılar, doğada bulunan bu işlevsel çözüm yollarını, tasarım süreçlerine entegre ederek sürdürülebilir ve fonksiyonel ürünler oluşturabilirler. Bu yaklaşım, tasarımcıların yalnızca estetik ve işlevsel değil, aynı zamanda çevreye duyarlı ve verimli çözümler üretmelerini sağlar.

2.5.Biyomimikri Tasarım Lenslerinin Mimarlıkta Uygulama ve Entegrasyonu

Biyomimikrinin içinde barındırdığı tasarım lensleri, sürdürülebilir mimari tasarımlar için çözüm sağlamak adına büyük öneme sahiptir. Bu lensler; etkin yapısal verimlilik, mekânsal

verimlilik, su yönetimi, atıksız atık sistemleri, termal çevre düzenlemeleri, enerji tasarrufu ve düşük enerji tüketimi gibi unsurları içerir. Bu lenslerin doğru bir şekilde analiz edilmesi ve tasarım süreçlerinde kullanılabilmesi gerekmektedir. İnsanlık, çevresel zorluklarla başa çıkabilmek için sürdürülebilirlik ilkelerine başvurmak zorundadır. Bu bağlamda, biyomimikrinin sunduğu tasarım lenslerinin mimari tasarım sürecine entegre edilmesi kaçınılmazdır. Örneğin, doğadan alınan derslerin bir yansıması olan "Yaşamın İlkeleri" lensi, önemli lenslerden biridir. Yaşam, 3.8 milyar yıl boyunca sürdürülebilen ve hala devam eden ilkeler ve koşullar yaratmıştır. Bu ilkeler, her bir organizmanın birbirine bağlı olduğu ve aynı kaynakları kullandığı doğanın dinamiklerine dayanır. Biyomimikrinin Yaşam İlkeleri, hayatta kalan ve gelişen organizmaların koşullarını temsil eder . Benyus'un kitabında belirttiği gibi, yaşamın sürdürülebilir koşullar oluşturma prensiplerini anlamak, gelecekteki sürdürülebilir çevrelerde tasarım yapabilmenin anahtarıdır . Bu ilkelerin öğrenilmesi ve anlaşılması, daha etkili ve sürdürülebilir mekanların tasarlanmasına olanak tanır. Eğer bu ilkelerden bir tanesi dahi atlanır veya uygulanmazsa, tasarımın eksik kalması ve biyomimikrinin amacından sapılması olasıdır. Bu ilkeler aşağıdaki şekilde sıralanabilir (Şekil 1).

Hayatta Kalmak İçin Gelişim: Sürekli Bilgi Edinme ve Bu Bilgiyi Performansın Sürdürülebilirliğine Dahil Etme Süreci.

Kaynak Verimliliği: Malzeme ve Enerji Kullanımında Etkili ve Duyarlı Yaklaşımlar

Koşullara Uyum Sağlama Yeteneği: Dinamik Ortamlarda Esnek ve Etkili Cevap Verme Stratejisi.

Büyüme ve Kalkınmayı Birbirine Bağlamak: Hem Büyüme Hem de Kalkınmayı Destekleyecek Stratejilere Yatırım Yapmak

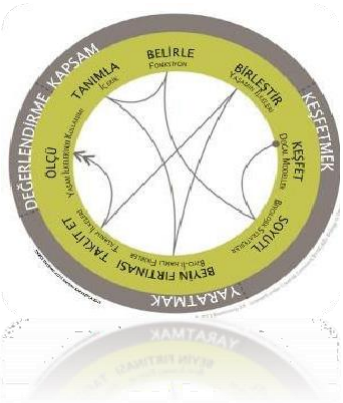
Yerel Koşullara Duyarlı ve Sorumlu Olma: Toplum ve çevre ile uyumlu, etik ve sorumlu bir yaklaşım sergilemek.

Doğa dostu kimyasallar kullanmak: Yaşam sürecini destekleyen ve çevreye zarar vermeyen kimyasallar kullanmak.

Şekil 1: Biyomimetrik Tasarım Lensi Yaşamın İlkeleri

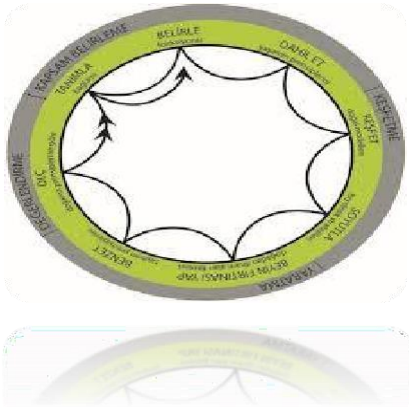
Bu ilkeler takip edildiği sürece tasarlanan mekanlar, binalar ve çevreler daha yaşam dostu ve akıllı olurken, aynı zamanda sürdürülebilir bir yaşam tarzı da elde edilecektir. Enerji verimliliği, kendi kendini temizleyen malzemeler, su toplayan cepheler, enerji kazandırıcı aydınlatma sistemleri, güçlü yapılar gibi tasarımlar için biyomimikrinin kullanımı, en ideal ve sürdürülebilir çözüm yolu olarak belirlenmelidir. Yaşamın İlkeleri, tasarım lenslerinin temelini oluştururken, biyomimikri kullanılırken takip edilmesi gereken başka tasarım lensleri de vardır. Bu lensler, "Biyomimikri ile Düşünme" (Biyomimicry Thinking) olarak adlandırılmaktadır (www.biomimicry.net). Aşağıda bu lenslerin kısa tanımları yer almaktadır (Şekil 2).

Biyolojiden İlham Alarak Çözüm Arayışı: Biyomimikri, tasarım süreçlerinde kullanılan etkili bir düşünme yöntemidir. Tasarımcılar, belirli bir probleme çözüm ararken doğadaki biyolojik sistemleri inceleyerek yenilikçi yaklaşımlar geliştirirler. Bu yöntem, biyolojik prensiplerin mühendislik ve tasarım süreçlerine entegre edilmesine olanak tanır ve doğanın milyonlarca yıl içinde geliştirdiği verimli çözümlerden ilham almayı sağlar. (**Şekil** 2 ve 3) (www.biomimicry.net).



Şekil 2: Tasarım Lensi Tasarım İçin Biyoloji

Biyolojiden İlham Alan Tasarım: Doğanın Rehberliğinde Yenilikçi Yaklaşımlar Biyomimikri, tasarım süreçlerinde kullanılan etkili yöntemlerden biridir. Bu yaklaşımda, tasarımcı doğayı yalnızca bir ilham kaynağı olarak görmez, aynı zamanda doğadaki işleyiş mekanizmalarını anlayarak yenilikçi çözümler geliştirir. Doğadan esinlenen bu süreç, tasarımın işlevselliğini artırırken sürdürülebilirliği de destekleyen stratejiler sunar. (Şekil 3) (www.biomimicry.net).



Şekil 3: Tasarım Lensi Biyolojiyi Sorgulamak

Bu iki yaklaşım, yaşamın İlkelerinden türetilmiş olup benzer aşamaları içermektedir. Ancak, her yaklaşımın süreci farklı yollar izler. Örneğin, Biyolojiden İlham Alarak Çözüm Arayışı yönteminde tasarımcı, öncelikle tasarım bağlamını ve gerekliliklerini belirlerken, Biyolojiden İlham Alan Tasarım yönteminde süreç, doğal modellerin araştırılmasıyla başlar. Tasarımcılar, karşılaştıkları soruna göre önce bağlamı analiz etmeli, ardından biyolojik ilham kaynaklarını keşfetmelidir. Tasarımcıların biyolog olmamaları ve tasarım problemlerini en iyi kendilerinin bilmeleri nedeniyle, biyologlarla iş birliği yapmaları kritik bir adımdır. Bu iş birliği, basit ve yüzeysel çözümler yerine doğanın sunduğu en verimli mekanizmaları keşfetme fırsatı sunar. Öte yandan, bu biyomimikri lensleri ve yaşamın ilkeleri yalnızca mimari tasarımda değil, aynı zamanda mimari eğitim sürecinde de öğrencilere aktarılmalıdır. Biyomimikri, mimarlık disiplininde teorik bir çerçeve olarak ele alınmaktan öte, doğrudan tasarım süreçlerine entegre edilmelidir. Bu yaklaşım, mimarlık eğitimine dahil edilerek, doğaya duyarlı ve sürdürülebilir tasarım anlayışının yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Gelecekte, tasarımcıların yalnızca yenilikçi çözümler üretmekle kalmayıp, çevreyle uyumlu ve sürdürülebilir mekânlar yaratmalarına olanak tanıyacak bir dönüşüm kaçınılmazdır. Bu nedenle, biyomimikrinin tasarım süreçlerine entegrasyonu hızlandırılmalı ve geleceğin mimarlık anlayışına yön veren bir temel haline getirilmelidir.

3.SONUÇ

Biyomimikri, yani doğadan öğrenme yaklaşımı, mimarlık başta olmak üzere birçok disiplin için vazgeçilmez bir ilham kaynağıdır. İnsanlık tarihi boyunca doğa, özellikle yapısal ve biçimsel tasarımlar açısından önemli bir bilgi kaynağı olmuştur. Günümüzde teknolojinin gelişmesi ve araştırma olanaklarının artmasıyla birlikte, tasarımcılar sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler geliştirebilmek adına doğayı daha derinlemesine incelemektedir. Tasarım sürecinde biyomimikrinin temel taşları olan "biyolojiye dayalı tasarım" ve "biyolojiden ilham alan tasarım" yaklaşımları, mimari projelerde sürdürülebilirliğin sağlanması açısından büyük bir öneme sahiptir. İhtiyaçların doğru belirlenmesi, biyolojik sistemlerin anlaşılması ve bu bilgilerin tasarıma entegre edilmesi, geleceğin sürdürülebilir yapılarını ve yaşam alanlarını oluşturma yolunda kritik adımlardır. Biyomimikri, yalnızca estetik değil, aynı zamanda işlevsellik açısından da mimarlık dünyasında devrim yaratabilecek bir yaklaşımdır. Günümüz mimarlığının karşılaştığı çevresel ve enerji verimliliği gibi problemlerin çözümünde, doğadan ilham alınarak geliştirilen malzemeler ve yapısal sistemler büyük bir rol oynayabilir. Örneğin, doğada bulunan organizmaların adaptasyon süreçleri incelenerek, binaların enerji tüketimini azaltacak ve doğayla uyumlu bir şekilde varlığını sürdürecek sistemler geliştirilebilir. Sürdürülebilir mimari anlayışının temelinde, kaynak kullanımını en aza indirgeyen ve ekolojik

dengeyi bozmadan fonksiyonel çözümler üreten tasarım yaklaşımları yer almalıdır. Bu bağlamda, mimarlık ve biyoloji arasındaki disiplinlerarası iş birliği, yalnızca çevre dostu yapılar oluşturmakla kalmayıp, aynı zamanda kullanıcı ihtiyaçlarına cevap verebilen, uzun ömürlü ve geri dönüştürülebilir tasarımlar geliştirilmesini de sağlayacaktır. Sonuç olarak, biyomimikriyi bir tasarım stratejisi olarak benimsemek, geleceğin mimari yaklaşımlarında sadece binaların değil, kullanılan malzemelerin, tasarım anlayışlarının ve genel olarak yaşam alanlarının doğa ile uyum içinde olmasını sağlayacaktır. İnsanlığın doğadan öğrenerek, doğal sistemlerle daha bütünleşik bir yaşam alanı yaratması, mimarlıkta sürdürülebilir bir dönüşüm için en etkili yollardan biridir.

KAYNAKLAR

Gruber P., 2011. "Biomimetics in Architecture: Architecture of Life and Buildings", ISBN: 978-3-7091-0331-9, Springer Wien New York, ABD.
Mazzoleni I., Price S., 2013. "Architecture Follows Nature: Biomimetic Principles for Innovative Design", ISBN13: 978-1466506077, CRC Press Boca Raton FL, ABD.
Pawlyn M., 2011. "Biomimicry in Architecture", ISBN: 978-1-8594-6375-8, RIBA Publishing, UK.
"Proceedings of Second Annual; Biomimicry in Higher Education Webinar", A Project of The Biomimicry 3.8 Institute, Biomimicry 3.8 Missoula Montana, ABD, (2012).
Shimomura M., 2010. "The New trends in Next Generation Biomimetics Material Technology: Learning from Biodiversity", Quarterly Review No: 37, s. 53-75.
Soeleman M., 2012. "Responsive Climate Design: A Biomimetic Approach", Research Report Architectural Engineering TU Delft, Faculty of Architecture. Delft University of Technology, Hollanda.
www.asknature.org
www.biomimicry.net
Tasarım Lenslerinin Türkçe'ye Çevirisi Yazara aittir

BİYOMİMİKRİ İLE YENİ NESİL MALZEMELERDE İNOVASYON

Mohanad R. M. ALDERBİ
Kütahya Dumlupınar University, Graduate Education Institute, Department of Technology and Innovation Management, 43020 Merkez, Kütahya
ORCID: 0009-0005-1639-6059
Arif GÖK
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Architecture, Department of Industrial Design, 43020 Merkez, Kütahya
ORCID: 0000-0003-2840-9601

ÖZET

Biyomimikri, doğadan ilham alarak geliştirilen yenilikçi malzemelerle mühendislik ve bilim dünyasında çığır açan bir yaklaşımdır. Doğal organizmaların milyonlarca yıllık evrim sürecinde kazandığı yapısal ve işlevsel özellikler, yeni nesil malzeme geliştirme süreçlerine ilham vermektedir. Bu araştırmada, biyomimikrinin malzeme bilimindeki rolü, doğadan ilham alınarak geliştirilen ileri teknoloji malzemeler ve farklı sektörlerdeki uygulamaları ele alınmaktadır. Otomotivden havacılığa, biyomedikalden tekstile kadar geniş bir yelpazede biyomimetik malzemelerin kullanımı incelenmiştir. Ayrıca, biyomimikrinin sürdürülebilirlik ve çevre dostu üretim süreçlerine katkıları vurgulanmıştır. Çalışma, biyomimikri tabanlı inovasyonların gelecekteki potansiyelini değerlendirerek, bu alandaki araştırmaların önemine dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyomimikri, malzeme bilimi, doğadan ilham, sürdürülebilir malzemeler, inovasyon

INNOVATION IN NEXT GENERATION MATERIALS WITH BIOMIMICRY

ABSTRACT

Biomimicry is a groundbreaking approach in the world of engineering and science with innovative materials inspired by nature. The structural and functional properties that natural organisms have gained over millions of years of evolution inspire new generation material development processes. This study examines the role of biomimicry in material science, advanced technology materials inspired by nature, and their applications in different sectors. The use of biomimetic materials in a wide range from automotive to aviation, from biomedical to textiles has been examined. In addition, the contributions of biomimicry to sustainability and environmentally friendly production processes have been emphasized. The study evaluates the future potential of biomimicry-based innovations and draws attention to the importance of research in this field.

Keywords: Biomimicry, material science, inspiration from nature, sustainable materials, innovation

GİRİŞ

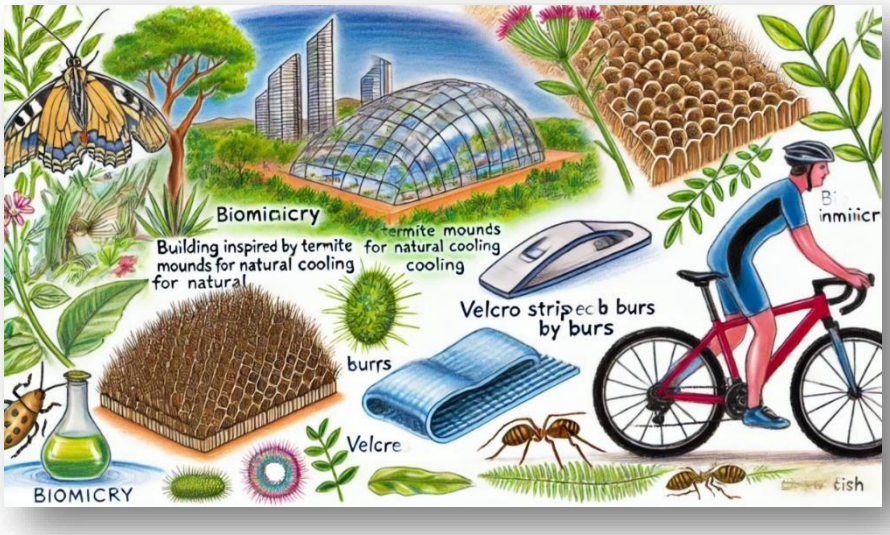
Biyomimikri, doğadaki organizmaların evrimsel süreçlerinde kazanmış oldukları yapısal, fonksiyonel ve kimyasal özelliklerden ilham alarak geliştirilen yeni teknolojiler ve malzemelerle inovasyonu teşvik eden bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, doğanın mükemmel tasarımlarını ve işleyiş mekanizmalarını inceleyerek, mühendislik ve malzeme bilimleri gibi alanlarda karşılaşılan zorlukları aşmak için yeni ve etkili çözümler sunmaktadır. Milyonlarca yıl süren evrimsel süreçler, doğal organizmaların dayanıklı, verimli ve sürdürülebilir yapılar oluşturmasına olanak sağlamış, bu da mühendislik dünyasında karşılaşılan birçok problem için eşsiz bir ilham kaynağı olmuştur. Bu çalışmada, biyomimikri ilkesine dayalı olarak geliştirilen yeni nesil malzemelerin yapısal ve işlevsel özellikleri, bunların mühendislik ve endüstri alanındaki çeşitli uygulamaları, ve bu alandaki yenilikçi yöntemler ayrıntılı bir şekilde ele alınmaktadır. Ayrıca, biyomimikri temelli inovasyonların çevre dostu üretim süreçlerine olan katkıları, atıkların azaltılması, enerji verimliliği, kaynak kullanımının optimize edilmesi gibi sürdürülebilirlik hedeflerine nasıl hizmet ettiği de vurgulanmaktadır. Doğadaki organizmaların mükemmel tasarımlarından ilham alınarak geliştirilen malzemeler, mühendislik ve sanayide daha dayanıklı, çevre dostu ve verimli teknolojilerin yaratılmasına olanak tanımaktadır. Bu tür biyomimetik yaklaşımlar, doğanın işleyişine saygı göstererek daha sürdürülebilir bir gelecek için inovasyon fırsatları sunmakta ve çevresel etkileri minimuma indirme potansiyeli taşımaktadır. (Benyus, 2002; Vincent et al., 2006) (Helms et al., 2009; ISO 18458, 2015)

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Biyomimikri ve Malzeme Bilimi

Biyomimikri, malzeme biliminde önemli bir rol oynamaktadır. Bu yaklaşım, doğadaki sistemlerin ve süreçlerin incelenerek, doğada var olan özelliklerin ve işleyişlerin mühendislik alanına aktarılmasını amaçlar. Doğal organizmaların milyonlarca yıl süren evrimsel gelişimi, yapıların ve mekanizmaların oldukça etkili olmasını sağlar. Bu nedenle, biyomimikri ile geliştirilen yeni nesil malzemeler, doğada var olan bu verimlilik ve dayanıklılık özelliklerinden ilham almaktadır. Özellikle, biyomimikri, dayanıklı, hafif, kendini onarabilen ve enerji verimliliği sağlayan malzemelerin geliştirilmesinde oldukça etkilidir. Bu tür malzemeler, hem çevre dostu hem de uzun ömürlü olup, geleneksel malzemelere göre çok daha verimli olabilirler. Kendini onaran malzemeler, bir malzemenin zarar gördüğünde yeniden eski haline gelmesini sağlayarak, bakım ve onarım maliyetlerini düşürür. Biyomimikrinin kullanımı, otomotivden uzay sanayine, biyoteknolojiden tekstil sektörüne kadar geniş bir yelpazede kendini gösteriyor (Şekil 1). Bu uygulamalar, sadece performans artışı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda çevre üzerindeki olumsuz etkileri de minimize eder. Gelecekte, biyomimikri tabanlı malzemelerin

daha da yaygınlaşması bekleniyor. Bu da sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği açısından büyük fırsatlar yaratacaktır. (Bhushan, 2009; Bar-Cohen, 2006) (Trask et al., 2007)

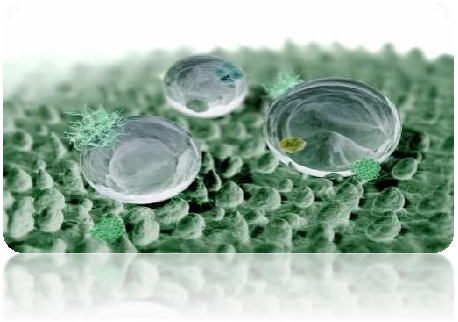


Şekil 1. Biyomimikri kullanım alanları (Vincent et al., 2006; Gebeshuber et al., 2009)

2.2.Doğadan İlham Alan Malzemeler

2.2.1.Lotus Etkisi

Lotus yaprağının yüzey özelliklerinden ilham alarak geliştirilen bir kavramdır (Şekil 2). Lotus yaprağının yüzeyi, mikroskobik düzeydeki özel bir yapıya sahiptir ve bu yapı sayesinde su damlacıkları yüzeyde tutunmaz ve kayarak uzaklaşır. Ayrıca, kir ve toz da bu yüzeyde tutunmaz. Bu özellik, özellikle su geçirmez ve kir tutmayan kaplamaların geliştirilmesine olanak tanımıştır. Lotus Etkisi, bu doğa fenomenini mühendislik ve malzeme bilimlerine uygulayarak, dış mekan ürünlerinden tekstil malzemelerine kadar geniş bir yelpazede su itici ve kir tutmaz yüzeyler üretmeye imkan sağlamaktadır. Bu etki sayesinde, yüzeyler uzun süre temiz kalabilir ve bakım ihtiyacı azalır. Lotus yaprağının mikroskobik yapısının anlaşılması, bu özelliklerin günümüzde çok çeşitli endüstriyel uygulamalarda kullanılmasına olanak tanımıştır. Örneğin, otomotiv, inşaat ve tekstil sektörlerinde suya dayanıklı, kendini temizleyen malzemeler üretilebilir. (Bhushan & Jung, 2011)



Şekil 2. Lotus etkisi

(Nosonovsky & Bhushan,

2008)

2.2.2.Pırıl Pırıl Kelebek Kanatları

Morpho kelebeklerinin kanatlarından ilham alınarak geliştirilen renk değiştiren malzemeler, biyomimikrinin estetik ve fonksiyonel bir birleşimidir. Morpho kelebeklerinin kanatları, ışığın özel mikroskobik yapılarla etkileşime girmesi sonucu renk değiştirir. Bu kanatlardaki mikroskobik yapılar, ışığı kırarak ve yansıtarak farklı açılardan bakıldığında değişik renkler oluşturur. Bu fenomen, bilim insanları ve mühendisler tarafından taklit edilerek renk değiştiren malzemelerin üretiminde kullanılmaktadır. Morpho kelebeklerinin kanat yapısındaki mikro yapılar, doğal ışığın yansımasını ve kırılmasını yönetebilecek malzemelerin geliştirilmesinde ilham kaynağı olmuştur. Bu tür malzemeler, özellikle tekstil, otomotiv ve inşaat sektörlerinde estetik, fonksiyonel ve sürdürülebilir tasarımlara olanak tanımaktadır. Örneğin, otomotiv endüstrisinde kullanılan renk değiştiren boyalar, araçların çevresel koşullara göre renk değiştirerek estetik açıdan farklı ve enerji verimli yüzeyler oluşturur. Ayrıca, çevre dostu tekstil ürünleri ve bina cephelerinde kullanılan renk değiştiren malzemeler, ısı yönetimi sağlayarak enerji tasarrufu da yapmaktadır. Pırıl pırıl kelebek kanatlarından ilham alınan bu malzemeler, yalnızca görsel bir çekicilik yaratmakla kalmaz, aynı zamanda sürdürülebilir tasarımlara katkı sağlayarak çevre dostu yeniliklerin önünü açmaktadır. (Kinoshita & Yoshioka, 2005; Vukusic & Sambles, 2003)

2.2.3.Gecko Ayağı

Gecko kertenkelesinin ayak yapısından esinlenerek geliştirilen yapıştırıcılar ve tırmanma yüzeyleri, biyomimikri ile elde edilen olağanüstü mühendislik çözümlerindendir. Gecko kertenkelesi, ayaklarında bulunan mikroskobik tüyler sayesinde her türlü yüzeyde, hatta dikey yüzeylerde bile tırmanabilir. Bu tüyler, yüzeye temas ettiğinde Van der Waals kuvvetlerini kullanarak güçlü bir çekiş gücü oluşturur.

Bu doğal özellik, bilim insanları tarafından yapıştırıcılar ve tırmanma malzemeleri geliştirmek için ilham kaynağı olarak kullanılmaktadır. Gecko'nun ayak yapısındaki mikroskobik tüyler, yapıştırıcılar için dayanıklı ama aynı zamanda kolayca çıkarılabilen bir tutuş sağlamak adına taklit edilmiştir. Bu tür yapıştırıcılar, özellikle medikal alanda, çeşitli cihazların cilde zarar vermeden uygulanmasını ve çıkarılmasını sağlamak için kullanılır. Ayrıca, gecko ayaklarından esinlenen tırmanma yüzeyleri, insanları dikey yüzeylerde tırmanabilen özel zeminler ve malzemelerle buluşturmuştur. Bu yüzeyler, geckonun tırmanış yeteneklerinden esinlenerek, doğal yapısına benzer şekilde insanları yüksekliklerde güvenle tutabilir. Gecko ayağı tasarımından ilham alınarak geliştirilen bu yenilikçi ürünler, biyomimikrinin mühendislik ve tasarım dünyasında sağladığı işlevsel ve sürdürülebilir çözümlerden sadece bir örnektir. (Geim et al., 2003; Northen et al., 2008)

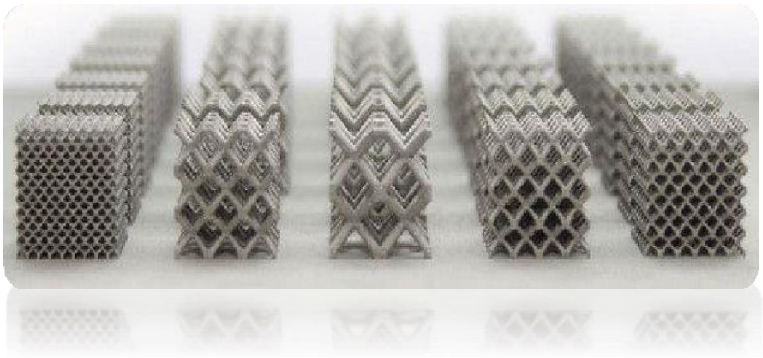
2.2.4.Deniz Kabukları ve Kemik Yapısı

Deniz kabukları ve kemik yapıları, biyomimikrinin önemli ilham kaynaklarından biridir. Bu doğal yapılar, mükemmel mukavemet ve dayanıklılık sergileyerek, biyolojik malzeme mühendisliğinde devrim yaratacak yenilikçi çözümler sunmaktadır. Deniz kabukları, özellikle deniz canlılarının korunmasında kritik bir rol oynayan sert ve hafif yapıları ile dikkat çekerken, kemikler de vücutta hem dayanıklılığı hem de esnekliği bir arada sunan kompleks biyo- kompozit malzemelerdir. Deniz kabukları, bir arada pek çok mikro yapının birleşiminden oluşur. Bu yapılar, kabukların zorlu deniz ortamlarında yüksek dayanıklılıkla varlıklarını sürdürmelerini sağlar. Örneğin, midye kabukları, dış etkenlere karşı son derece dayanıklı ve aynı zamanda hafif olan bir yapı sergiler. Bu özellikler, mühendislik ve malzeme bilimi alanında dayanıklı, hafif ama aynı zamanda esnek biyo-kompozit malzemeler tasarlamak için ilham kaynağı olmuştur. Kemik yapısı ise, farklı yük ve gerilmeleri etkili bir şekilde dağıtan mikro düzeyde bir örgü yapısı ile dikkat çeker. Kemikler, hem mukavemet hem de esneklik sağlayarak vücuda formunu ve fonksiyonunu kazandıran malzemelerdir. Bu yapı, özellikle inşaat, otomotiv ve uzay endüstrilerinde kullanılan malzemelerin tasarımında örnek alınmaktadır. Kemiklerin iç yapısı, hafiflik ve

dayanıklılığı bir arada sunan biyo-kompozit malzemelerin geliştirilmesinde temel bir model olarak kullanılmıştır. Deniz kabukları ve kemik
yapılarından ilham alarak geliştirilen bu biyo-kompozit malzemeler, mühendislik alanında daha güçlü, hafif, dayanıklı ve sürdürülebilir çözümler ortaya koymaktadır. Bu malzemeler, enerji verimliliği sağlayan, çevre dostu ve uzun ömürlü ürünlerin üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. (Currey, 1999; Jackson et al., 1988)

2.3.Biyomimikri Tabanlı Yeni Nesil Malzemeler

Biyomimikri, doğadaki olağanüstü çözümleri inceleyip taklit ederek yeni nesil malzemeler geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Doğal organizmalar, milyonlarca yıl süren evrimsel süreçte son derece verimli ve fonksiyonel yapılar üretmişlerdir. Bu yapılar, mühendislik ve malzeme bilimi alanlarında yeni tasarımlar için ilham kaynağı olmaktadır. Biyomimikri, doğadaki mükemmel sistemleri ve stratejileri insan yapımı malzemelere entegre ederek daha verimli, sürdürülebilir ve dayanıklı ürünlerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Modern malzeme bilimiyle birleşen biyomimikri, özellikle dayanıklı, hafif, kendini onarabilen ve enerji verimliliği sağlayan malzemelerin geliştirilmesinde önemli bir fırsat sunmaktadır (Şekil 3). Doğadan ilham alınarak tasarlanan malzemeler, doğanın milyonlarca yıllık evrimsel sürecinde elde ettiği mükemmel uyumdan yararlanarak endüstriyel uygulamalarda büyük yeniliklere kapı aralamaktadır. Örneğin, lotus yaprağından esinlenen su itici kaplamalar, gecko ayaklarından esinlenen yapıştırıcılar ve morfo kelebeklerinin kanatlarından ilham alan renk değiştiren malzemeler gibi biyomimetik tasarımlar, farklı sektörlerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu malzemeler, yalnızca fonksiyonel değil, aynı zamanda çevresel etkileri minimize eden ve sürdürülebilir çözümler sunan önemli adımlardır. Biyomimikri tabanlı malzemeler, inşaat, otomotiv, havacılık, tekstil, biyomedikal mühendislik ve daha pek çok sektörde devrim niteliğinde yenilikler getirmektedir. Bu tür yenilikçi malzemeler, doğanın mükemmel tasarımlarını modern bilimin gücüyle birleştirerek daha verimli, dayanıklı ve çevre dostu ürünlerin üretilmesini mümkün kılmaktadır. Bu alandaki araştırmalar, gelecekte daha sürdürülebilir ve çevre dostu üretim yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. (Benyus, 1997)



Şekil 3. Doğadan ilham alınarak tasarlanan malzemeler ve yapılar.

2.4.Otomotiv ve Havacılık Sektörü

2.4.1.Kendi Kendini Onaran Malzemeler

Otomotiv ve havacılık sektörlerinde, malzemelerin dayanıklılığını artırmak ve bakım maliyetlerini azaltmak amacıyla kendi kendini onaran malzemeler geliştirilmiştir. Bu malzemeler, hasar gördüklerinde kendilerini tamir edebilen polimerler ve kaplamalardan oluşmaktadır. Doğal organizmaların kendini iyileştirme yeteneğinden ilham alarak tasarlanan bu malzemeler, özellikle otomobil ve uçak yapılarında kritik öneme sahiptir. Bu tür malzemeler, araçların güvenliğini artırırken bakım süreçlerini de daha verimli hale getirir. (Toohey et al., 2007; Hager et al., 2010)

2.4.2.Hafif ve Dayanıklı Yapılar

Otomotiv ve havacılık endüstrisi için hafif ama aynı zamanda dayanıklı malzemelerin geliştirilmesi büyük bir önceliktir. Arı peteği yapısından esinlenerek üretilen biyomimetik malzemeler, bu gereksinimi karşılamak için mükemmel bir örnek teşkil etmektedir. Arı peteği yapısı, hem hafifliği hem de dayanıklılığı ile bilinir. Bu yapısal özellik, malzemelerin maksimum mukavemeti sağlamasına rağmen minimum ağırlıkla tasarlanmasına olanak tanır. Bu tür malzemeler, uçak gövdeleri, otomobil şasileri ve diğer taşıma araçlarında yaygın olarak kullanılmaktadır, böylece yakıt verimliliğini artırır ve genel performansı iyileştirir. (Chen et al., 2001; Ashby, 2005).

2.4.3.Sessiz ve Verimli Havacılık Tasarımları

Havacılık endüstrisinde gürültü kirliliği, çevresel etkilerin azaltılması adına büyük bir sorun teşkil etmektedir. Baykuş tüylerinden esinlenerek geliştirilen düşük gürültülü hava aracı kanatları, uçakların aerodinamik özelliklerini iyileştirirken gürültü seviyelerini önemli

ölçüde azaltmaktadır. Baykuşların tüy yapısı, havanın kanat üzerinden sessizce geçmesini sağlayan benzersiz bir düzenlemeye sahiptir. Bu özellik, uçakların kalkış ve iniş esnasında gürültüyü azaltan tasarımlar için biyomimetik bir model oluşturur. Bu tür inovasyonlar, havaalanı çevresindeki gürültü seviyelerinin düşürülmesine yardımcı olur ve daha çevre dostu bir havacılık sektörüne katkı sağlar. (Lilley, 1998; Jaworski & Peake, 2013)

2.5.Biyomedikal ve Sağlık Teknolojileri

2.5.1.Kemik ve Diş Protezleri

Biyomimikri, biyomedikal alanda da önemli bir rol oynamaktadır. Deniz kabukları ve kemiğin iç yapısından ilham alarak geliştirilen biyo-uyumlu implantlar, bu alandaki en yenilikçi çözümlerden biridir. Deniz kabuklarının dayanıklı yapısı ve kemiklerin güçlü ama esnek yapıları, kemik ve diş protezlerinin üretiminde kullanılan malzemelere ilham verir. Bu biyomimetik malzemeler, vücutla uyumlu olup, biyolojik olarak vücut tarafından kabul edilmesini sağlayarak hastaların iyileşme sürecini hızlandırır. Aynı zamanda bu protezler, mekanik olarak oldukça sağlam ve uzun ömürlüdür, bu da uzun vadeli kullanımda güvenli ve etkili çözümler sunar. (Espinosa et al., 2011)

2.5.2.Cilt ve Doku Mühendisliği

Doğal derinin iyileşme mekanizmalarından ilham alınarak geliştirilen biyomalzemeler, cilt ve doku mühendisliğinde devrim yaratmaktadır. Deri, vücudun en büyük organıdır ve hasar gördüğünde kendini iyileştirme yeteneğine sahiptir. Bu iyileşme süreci, biyomimikriye dayalı malzemelerle taklit edilerek, yara iyileşmesi ve cilt onarımını hızlandıran yeni nesil biyomalzemeler geliştirilmiştir. Bu malzemeler, doğal derinin yapısal özelliklerini ve iyileşme mekanizmalarını taklit eder, böylece daha hızlı ve etkili bir iyileşme süreci sağlar. Ayrıca bu biyomalzemeler, biyolojik uyumluluğu sayesinde vücutta reaksiyon oluşturmaz ve güvenli bir şekilde kullanılabilir. (Zhang et al., 2020)

2.5.3.Kan Damarlarına Benzer Akış Sistemleri

Kan damarlarının yapısı ve fonksiyonu, biyomimikri kullanılarak yapay akış sistemleri tasarlamak için bir model oluşturur. Doğadan ilham alınarak geliştirilen yapay kan damarları, biyolojik kan damarlarının işlevlerini taklit eden ve vücutta kan akışını düzenleyen malzemelerdir. Bu sistemler, özellikle organ nakli, yapay kalp ve damar tedavileri gibi alanlarda büyük önem taşımaktadır. Yapay kan damarları, kanın doğru bir şekilde akışını sağlarken, vücuda zarar vermeden biyolojik bir uyum içinde çalışır. Bu biyomimetik yaklaşımlar, tıbbi cihazların etkinliğini artırarak hastaların tedavi süreçlerini iyileştirir. (Chlupáč et al., 2009)

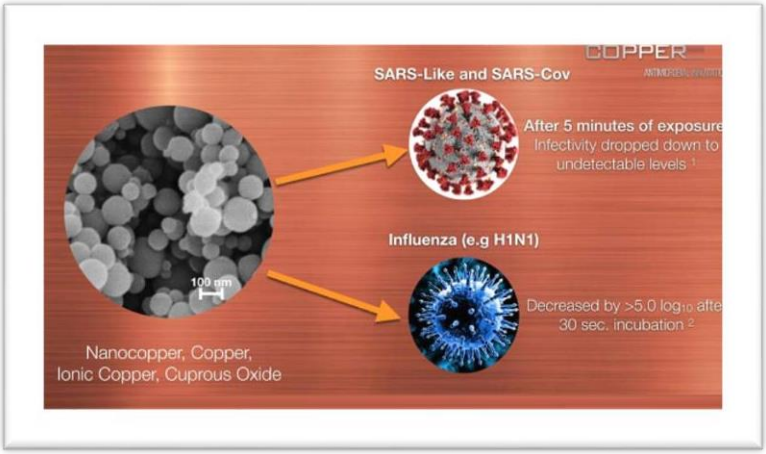
2.6.Tekstil ve Nanoteknoloji

2.6.1.Su ve Kir Tutmayan Kumaşlar

Biyomimikri, tekstil sektöründe de doğadan ilham alarak birçok yenilikçi malzeme geliştirilmesini sağlamıştır. Lotus etkisi, suyu ve kirleri dışarıda tutma özelliği ile bilinen lotus yaprağından ilham alınarak geliştirilmiş su geçirmez ve kir tutmayan kumaşlar için temel bir model olmuştur. Lotus yaprağının yüzeyi, suyu iten mikroskobik tüylere sahip olup, bu yapı sayesinde su damlaları yüzeyde yuvarlanır ve kirleri de taşıyarak temiz kalmasını sağlar. Aynı prensip, tekstil malzemelerine uygulanarak su geçirmez, dayanıklı ve uzun ömürlü kumaşların üretilmesini sağlamaktadır. Bu tür kumaşlar, özellikle dış giyim ve otomotiv endüstrisi gibi alanlarda kullanılarak, suya ve kiri iten üstün özelliklere sahip ürünler sunmaktadır. (Barthlott & Neinhuis, 1997)

2.6.2.Isıyı ve Nem Kontrol Eden Lifler

Doğadaki bazı hayvanların tüyleri, ısıyı ve nemi mükemmel bir şekilde düzenleme yeteneğine sahiptir. Bu özellik, özellikle kutup bölgelerinde yaşayan hayvanlar için hayati önem taşır. Biyomimikri ile geliştirilen ısıyı ve nemi kontrol eden tekstil malzemeleri, bu hayvan tüylerinden esinlenerek üretilmiştir. Örneğin, kutup ayıları ve yalıçapkını gibi hayvanların tüyleri, vücut ısısını korur ve dışarıdaki soğuk havadan izole eder. Aynı şekilde, nem dengesini de koruyarak teri vücuttan uzaklaştırır. Bu özellikler, tekstil endüstrisinde ısıyı ve nemi kontrol eden gelişmiş malzemelere dönüşmüş, özellikle spor giyim, sağlık ve performans giyimi alanlarında geniş kullanım alanı bulmuştur. Bu malzemeler, kullanıcıların konforunu artırarak vücut sıcaklığını düzenler ve nemi dışarı atar (Şekil 4). (Stuart-Fox & Moussalli, 2009)



Şekil 4. Kendini Temizleyen Kumaşlar: Nano-yapılara sahip biyomimetik tekstil tasarımları.

3.Gelecekte Biyomimikri ve Malzeme Bilimi

Biyomimikri, malzeme biliminin geleceğinde çok daha büyük bir rol oynayarak, teknolojik ve çevresel yenilikleri tetiklemeye devam edecektir. Doğadan ilham alarak geliştirilen malzemeler, sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği açısından önemli adımlar atılmasına yardımcı olacaktır. Özellikle karbon negatif malzemeler, akıllı biyo-malzeme tasarımları ve enerji tasarrufu sağlayan yapılar, biyomimikri tabanlı gelişmelerin öncüsü olacaktır. (Vincent et al., 2006)

3.1.Karbon Negatif Malzemeler

Biyomimikri, karbon negatif malzemelerin geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Doğadaki fotosentez mekanizması, bitkilerin karbondioksiti atmosferden alıp organik bileşiklere dönüştürmesini sağlayarak, karbon depolama kapasitesine sahip olurlar. Bu süreçten ilham alarak tasarlanan malzemeler, atmosfere salınan karbondioksiti emerek ve depolayarak karbon ayak izini azaltmaya yardımcı olabilir. Karbon negatif malzemeler, inşaat, otomotiv ve enerji sektörlerinde önemli bir dönüşüm yaratabilir. Bu malzemeler, endüstrilerin çevresel etkilerini azaltarak, daha sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adım atılmasını sağlayacaktır. (Lehmann, 2010)

3.2.Akıllı Biyo-Malzemeler

Gelecekte, biyomimikri kullanılarak geliştirilen akıllı biyo-malzeme teknolojileri, çevre koşullarına duyarlı ve kendini optimize edebilen malzemeleri içerecektir. Bu malzemeler, dış etmenlere (sıcaklık, nem, ışık, vb.) tepki vererek, özelliklerini otomatik olarak ayarlayabilen yapılar sunacaktır. Örneğin, bazı doğal organizmaların vücut sıcaklığına veya çevresel koşullara göre fiziksel durumlarını değiştirme yetenekleri, yeni nesil malzemelere entegre edilecektir. Bu tür akıllı malzemeler, inşaat sektöründe enerji verimliliği sağlayan binalardan, biyomedikal alanlarda daha verimli tedavi çözümlerine kadar geniş bir yelpazede kullanılabilir. Akıllı biyo-malzeme teknolojileri, gelecekte daha sürdürülebilir, verimli ve çevre dostu malzemeler üretmek için biyomimikrinin olanaklarını en üst düzeye çıkaracaktır. (Shao et al., 2022)

4.Sonuç

Biyomimikri, malzeme bilimi ve inovasyon alanında devrim niteliğinde gelişmelere yol açmaktadır. Doğadan ilham alan bu yaklaşım, sadece teknolojik ilerlemeyi değil, aynı zamanda çevre dostu ve sürdürülebilir malzemelerin gelişimini de desteklemektedir. Doğal sistemlerin milyonlarca yıl süren evrimi, mühendislik ve tasarım süreçlerine yön veren temel ilham kaynağını oluşturmaktadır. Bu yaklaşımla geliştirilen malzemeler, doğanın verimli çözümlerini benimseyerek, daha dayanıklı, hafif, enerji verimli ve çevre dostu yapılar ortaya

koymaktadır. Biyomimikri, sadece estetik değil, fonksiyonel tasarımda da önemli katkılar sunmaktadır. Örneğin, Lotus etkisi ile su ve kir tutmayan yüzeyler, Morpho kelebeklerinin kanatlarından ilhamla geliştirilen renk değiştiren malzemeler ve gecko ayaklarından ilham alınarak yapılan yapıştırıcılar, biyomimikrinin günlük yaşamda ne kadar büyük bir potansiyel sunduğunu göstermektedir. Bu tür yenilikçi malzemeler, farklı sektörlerde, özellikle otomotiv, havacılık, biyomedikal, tekstil ve inşaat gibi alanlarda devrim yaratmaktadır. Ayrıca biyomimikri, sürdürülebilirlik alanında önemli bir rol oynamaktadır. Doğadan alınan ilhamla geliştirilen malzemeler, enerji tüketimini azaltmakta ve kaynakların verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Gelecekte, biyomimikrinin daha fazla karbon negatif malzeme ve çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesine olanak tanıyacağı ve bu sayede daha yeşil bir dünya yaratılmasına katkı sağlayacağı beklenmektedir. Bu anlamda, biyomimikri hem çevreye duyarlı hem de inovatif çözümler üreten bir yaklaşım olarak geleceğin malzeme biliminin şekillendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

KAYNAKÇA

1. Bar-Cohen, Y., 2005. "Biomimetics: mimicking and inspired-by biology". Proceedings of the SPIE Smart Structures Conference, San Diego, termitlerCA. ABD. SPIE Vol. 5759-02, Mart 7-10.
2. Baumeister D., "Biomimicry Resource Handbook: A Seed Bank of Best Practices", Biomimicry 3.8 Missoula Montana, ABD, (2013).
3. Benyus J.M., 2002. "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature". Harper Perennial.
4. Green, E.K., 2005. "The Bio-logic Architecture; Environmental Design Inspired by Slime Mold, Lichen and Other Natural Resources. ACSA National Conference, Chicago, s. 522-530.
5. Pawlyn M., 2011. "Biomimicry in Architecture", ISBN: 978-1-8594-6375-8, RIBA Publishing, UK.
6. Zari M P., 2007. "Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability", SB07 Yeni Zelanda, 33-41.
7. Vincent J. F. V., Bogatyrev O. A., Bogatyrev N. R., Bowyer A., Pahl A., 2006. "Biomimetics: Its Practice and Theory". Journal of the Royal Society Interface, s. 471- 482.
8. Soeleman M., 2012. "Responsive Climate Design: A Biomimetic Approach", Research Report Architectural Engineering TU Delft, Faculty of Architecture. Delft University of Technology, Hollanda.
9. Zia A, Laraki A. N., 2013. "Sustainable Building Strategies: Learning from the Nature", Global Journal of Science, Engineering and Technology, Issue 10 (2), 14 -26.
10. www.asknature.org
11. www.biomimicry.net

KUM ZEMİNE OTURAN KARE TEMELLERİN TAŞIMA GÜCÜNÜN ZEMİNİN YANAL GERİLMELER VE RÖLATİF SIKILIĞINA GÖRE DEĞİŞİMİ

Hüseyin Suha AKSOY
Fırat University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 23200 Merkez, Elazığ
ORCID: 0000-0003-0564-457X
Damla KÜÇÜKAY KAYAALP
Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 65090 Tuşba,Van
Graduate School of Natural and Applied Sciences, Fırat University, Elazığ,Türkiye
ORCID: 0000-0003-2021-1318

ÖZET

Yapı yüklerinden kaynaklı zemin içerisinde gerilme artışları oluşur. Bu gerilmeler, sabit olmayıp derinlik boyunca değişim göstermektedir. Zemin ortamında düşey yüklerle birlikte yatay doğrultularda da gerilmeler oluşur. Yapıların zeminde oluşturduğu düşey gerilmelerle birlikte zeminde meydana gelen yanal gerilme artış değerlerinin de bilinmesi oldukça önemlidir. Zemin kütlesindeki gerilme dağılımını anlamak, birçok zemin mekaniği sorununu çözmede çok ciddi fayda sağlamaktadır. Bu çalışmada, dört farklı rölatif sıkılıkta hazırlanmış kumlu zemin üzerine oturan kare bir temelin altında oluşan yanal gerilmeler, laboratuvarda model deneylerle belirlenmiştir. Deneysel sonuçlar teorik ilişkilerle karşılaştırılmıştır. Deneyler Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Geoteknik Laboratuvarında tasarlanan 0.75x0.75x1.00m boyutlarındaki kare bir kum tankında gerçekleştirilmiştir. Tüm deneylerde minimum ve maksimum tane boyutları sırasıyla 0.074 ve 1 mm olan üniform kum kullanılmıştır. Kum zemin el kompaktörü yardımıyla %10, %40, %65 ve %90 rölatif sıkılıkta hazırlanmıştır. Deneylerde 0.15x0.15x0.025m boyutlarında kare bir temel kullanılmıştır. Deneyler sırasında uygulanan yükler ve yanal gerilmeler ölçülmüştür. Deney tankı duvarlarında oluşan gerilmeler başlangıçta temel tabanına yakın olan ilk 20 cm'de arttığı belirlenmiştir. Ancak deneysel veriler yanal gerilmelerin artan derinlikle azaldığını (z>4B/3) ve 50 cm'den sonra ihmal edilebilir düzeylere ulaştığını (10B/3) göstermektedir. Teorik formüllerle hesaplanan yanal gerilme değerlerinin 40 cm derinliğe kadar (8B/3) deneysel değerlerden düşük olduğu ve bu derinlikten sonra deneysel değerlere yaklaşmaya başladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Model deney, kare temel, rölatif sıkılık, yanal gerilme

EFFECT OF RELATIVE DENSITY AND STRESS LEVEL ON THE BEARING CAPACITY OF FOOTINGS ON SAND

ABSTRACT

Stress increases occur in the soil due to structural loads. These stresses are not constant but change along the depth. Stresses also occur in the horizontal direction along with vertical loads in the soil mass. It is very important to know the lateral stress increase values that occur in the

soil along with the vertical stresses created by the structures. Understanding the stress distribution in the soil mass provides serious benefits in solving many soil mechanics problems. In this study, lateral stresses of a square foundation sitting on sandy soil prepared in four different relative density is determined by model experiments in laboratory. Experimental results are compared with theoretical relationships. Experiments are carried out in a square sand tank having dimensions of 0.75x0.75x1.00m which is designed in the geotechnical laboratory of Firat University civil engineering department. In all tests, a uniform sand which minimum and maximum particle sizes are 0.074 and 1 mm respectively is used. The sand soil was prepared with the help of a hand compactor at 10%, 40%, 65% and 90% relative density. A square foundation having dimensions of 0.15x0.15x0.025m used in the experiments. Applied loads and lateral stresses are measured during the experiments. The stresses which occurred on sand tank walls initially increased in the first 20 cm. However, experimental data show that lateral stresses decrease with increasing depth (z>4B/3) and reach negligible levels after 50 cm (10B/3). It was determined that lateral stress values calculated with theoretical formulas are lower than the experimental values up to a depth of 40 cm (8B/3) and start to approach the experimental values after this depth.

Keywords: Model experiments, square foundation, relative density, lateral stresses

1. INTRODUCTION

The weights of the structural loads and foundations are transferred to the soil layer by means of foundations. Stress increases occur within the soil mass due to such transferred loads. These stresses formed by the structural loads on the soil are not constant and change throughout the depth. Along with the vertical loads, stresses occur also in other directions in the soil. It is of great importance to know the lateral stress values occurring in the soil with the increase of the vertical stresses formed by the buildings.

Lateral earth pressures are an important design parameter in many engineering problems. Designs are made by using lateral pressure values in the design and stability analysis of the

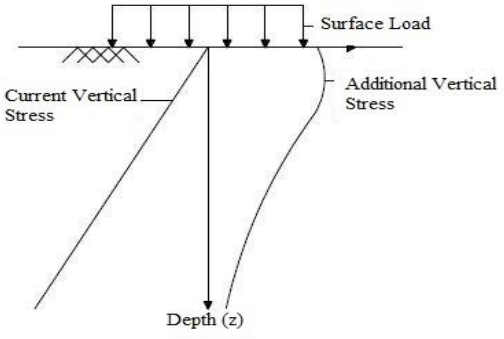


Figure 1. Vertical stress and vertical stress increase distributions on the ground (Uzuner,2005).

retaining walls and sheet piled curtains, excavation coverings, warehouses and silos where the grains are stored, the tunnel walls in contact with the soil or rock and other underground structures (Bowles,1997). Figure 1 shows the loads acting on the soil surfaces and the pressure distributions in the soil mass (Uzuner,2005).

It is very difficult to perform a stress-deformation measurement because of the complex structure of the soil (Uzuner, 2005). Thus, stress increases have been tried to be solved by making some assumptions. Therefore, the elasticity theory is generally used, which provides an approximate solution (Boussinesq,1885). When using this theory, the soil is considered as elastic, homogeneous, isotropic and semi-infinite. Although these assumptions are approximate, they provide reasonable results in the engineering analyses.

In the calculations made with the elasticity theory, parameters such as soil type and relative density are not taken into account and the same stress distributions are obtained for all types of soil (Sağlamer, 1972). However, in experimental studies, it was seen that vertical stress values in the granular soil differed significantly due to relative density (Laman, 2004). Model experiment methods have been developed in the laboratory environment in order to determine the stress values in a more realistic way. Prior to these experimental studies, many theoretical studies were conducted by using the elasticity theory. Among these solutions created by using the elasticity theory, the most commonly used one is the solution obtained by (Boussinesq 1885). According to this solution, the vertical stress which occurred due to foundation loads, can be calculated by using Equation 1. in Boussinesq's formula.

$$\sigma_z = q_0.I \qquad \textbf{(1)}$$

(Morgan and Gerrard 1971), summarized the studies where vertical stress measurements were made using model foundations on granular soils and determined that the results were in accordance with the solutions obtained using the elasticity theory. (Burland, et al 1977) investigated the non-linearity, non-homogeneity and anisotropy effects considering many soil conditions and stated that Boussinesq's equations gave the stress distribution under loaded areas at an acceptable accuracy.

In this study, the lateral stresses occurred on soil masses as a result of the loading of a square cross-sectional model foundation on soils which prepared in different relative densities were measured. The experimental results were compared with the stresses calculated according to the Boussinesq theory.

2. MATERIAL AND METHOD

Washed and sieved river sand which prepared at desired granulometry was used in the model experiments. The tests were carried out in a 75x75x100cm square sand tank in Geotechnical Laboratory of Firat University civil engineering department. Loads were applied on the 15x15cm square foundations placed on the sand soil prepared in relative density of 10%, 40%, 65%, and 90%.

2.1. Soil properties used in experiments

The river sand material is of basaltic origin and has a black color. This soil is classified as SP (poorly graded sand) according to the Unified Soil Classification System (USCS). The granulometry curve of the sand used in the tests is seen in Figure 2.

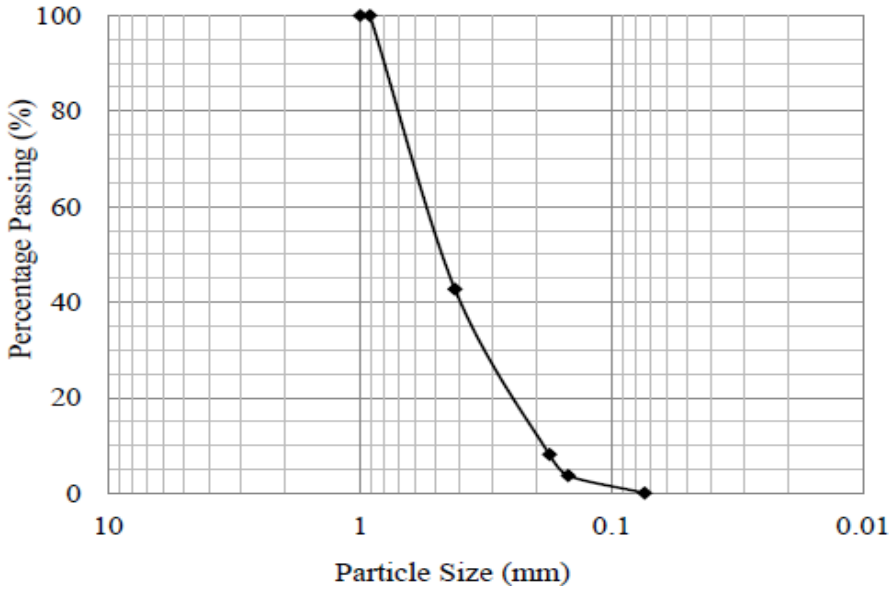


Figure 2. Particle size distribution of sand

Table 1. Properties of the soil used in the model experiments

Granulometry parameters	Units	Values
Spesific gravity,G_s	-	2.77
D_{10}	mm	0.18
D_{50}	mm	0.45
Max- min particle size, D_{max}-D_{min}	mm	1-0.074
Max dry density	kN/m^3	17.5
Min dry density	kN/m^3	14.3
Max void ratio, e_{max}	-	0.903
Min void ratio, e_{min}	-	0.553
Soil class (USCS)	-	SP

As a result of the tests performed on the soil used in the experiments in accordance with the ASTM C127-15 (2015), ASTM D854-14 (2014) and ASTM D422- 63(2007)e2 (2007) standards, the index properties of the soil were obtained and shown in Table 1. Shear box tests were carried out according to the ASTM D3080 / D3080M-11 (2011) standards on the sand samples prepared in the above mentioned relative density. As a result of the shear box tests, internal friction angle values were determined for the samples having each relative density value. The coefficients of earth pressure at rest were calculated by means of these internal friction angle values. Table 2 shows the internal friction angles and K_0 values

Table 2. The internal friction angle and the K_0 values of sand soil at different relative densities

Relative Density (Dr)	**Angle of Internal Friction (φ)**	**At Rest Earth Pressure Coefficent (K_0)**
10 %	42.8	0.32
40%	45.4	0.29
65%	49.4	0.24
90%	51.7	0.22

2.2. Technical Specification of Test System

In the model tests, the stress-deformation relationship was determined by loading a 15x15cm raft plate on the sand soils at different relative densities obtained by filling a 75x75 cm square sand tank with a depth of 90 cm (Figure 4). In addition, the lateral stress values were measured by means of 6mm diameter transducers placed on the internal wall of the sand tank at different depths. The sand soil was placed into the test tank as layers in four different relative density. During the tests, the deformations, axial vertical load values and the pressure measurements were recorded on the computer by means of the data logger. The model foundation and transducers are shown in Figure 4.

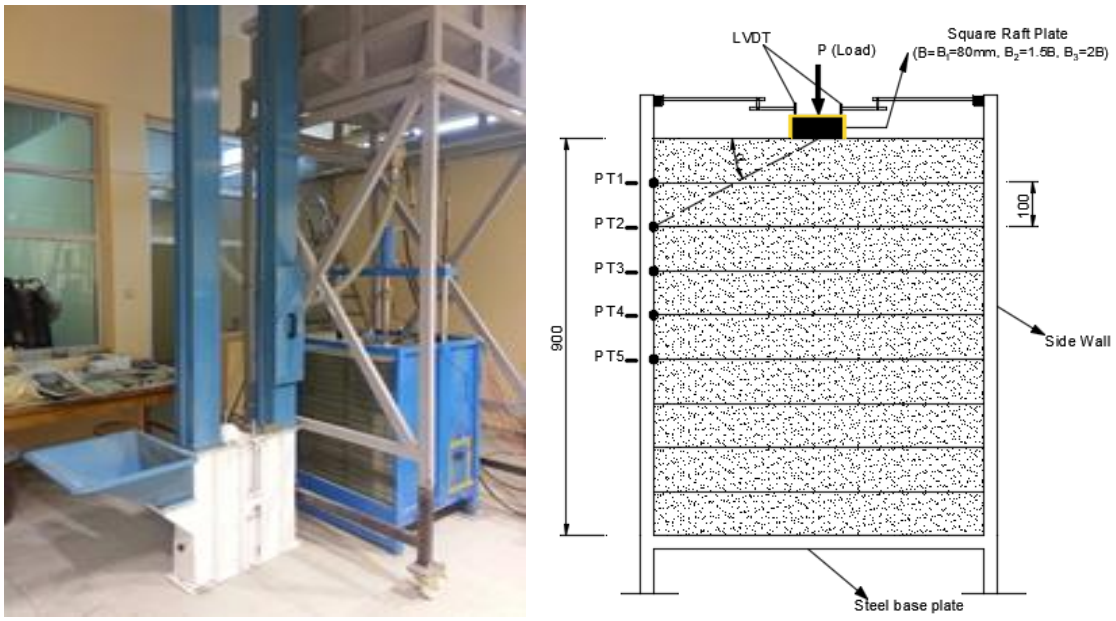


Figure 3. (a) Test system (b)Sketch of the test system

Figure 4. (a) Square foundation (b) Pressure transducer

3. RESULTS AND DISCUSSION

In the model test, the foundation placed on the soil masses filled at four different relative density was loaded by means of a hydraulic loading system and the load-settlement and the lateral stress values on the internal wall of the sand tank were measured. Increase of the lateral stress ($\Delta\sigma h$) measured as a result of the loadings made are given in Figure 5. Table 3, however, shows the ratios found after dividing the experimental lateral stress data into the lateral stress values calculated by means of the Bousinessq's theory.

Table 3. Bearing capacity values of the model raft foundation

Relative Density (Dr)	Max Load (kN)	At Rest Earth Pressure Coefficent (K_0)
10 %	1.44	64.0
40%	7.43	330.22
65%	15.49	688.44
90%	26.60	1182.22

The vertical stress calculation was made according to the Boussinesq's method by using the model test system geometry for the vertical stress values under the corner of the uniformly loaded rectangular area. ($\Delta\sigma_h$) values were calculated by means of vertical stress values obtained from the tests by using the K_0 values depending on the internal friction angles (φ) calculated with the shear box tests for four different relative densities.

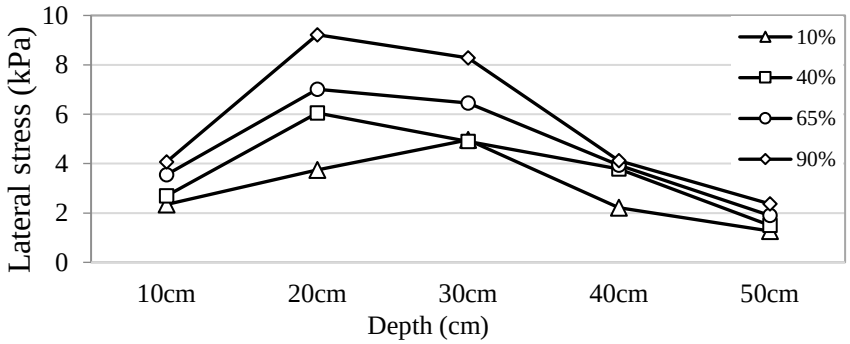


Figure 5. Experimental lateral stress -depth relationship

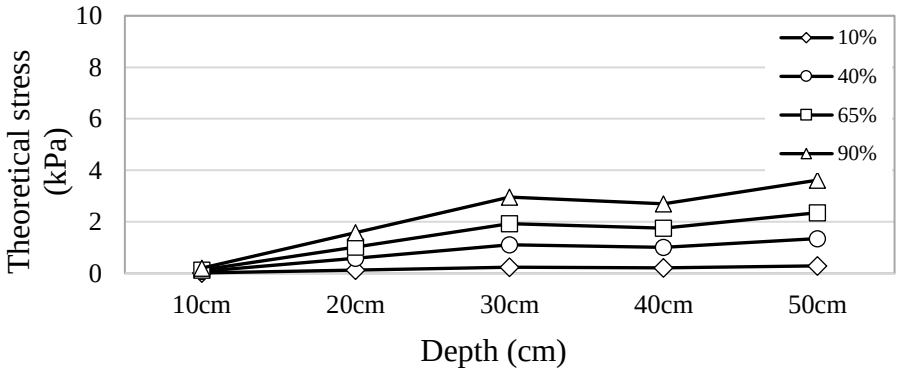


Table 4. Ratio of theoretical data with experimental data

Depth (cm)	10%	40%	65%	90%
10	142.7	35.4	26.8	20.0
20	29.5	10.3	6.8	5.8
30	20.9	4.4	3.4	2.8
40	10.2	3.8	2.2	1.5
50	4.4	1.1	0.8	0.7

4. CONCLUSIONS

In the laboratory, the lateral stress increasings created by a square foundation placed in the soil prepared in four different relative density values in the soil mass were determined by model experiments. As a result of the model experiments, it was determined that the measured lateral stress values increased as the relative density increased. It was seen that the lateral stress values measured experimentally gave the maximum value at the depth of 20cm (4B/3) in all relative density values except for Dr=10%. It was seen that the lateral stress increase values calculated according to the Boussinesq method increased up to the depth of 30cm (2B) and then continued to increase after decreasing slightly. The lateral stress values calculated according to the Boussinesq method reached the maximum value at around 50cm (10B/3) and began to decrease after this depth. However, the experimental data show that the lateral stresses decreased with the increasing depth (z>4B/3) and reached to negligible levels after 50cm (10B/3). It was determined that the lateral stress values calculated with theoretical formulas were lower than the actual values up to the depth of 40cm (8B/3) and began to approach the actual values after this depth.

REFERENCES

ASTM C127-15, 2015. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate, ASTM International, West Conshohocken, PA, *www.astm.org*
ASTM D3080 / D3080M-11, 2007. Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions, ASTM International, West Conshohocken, PA, *www.astm.org*
ASTM D422-63(2007)e2, 2007 Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils, ASTM International, West Conshohocken, PA, *www.astm.org*.
ASTM D854-14, 2014. Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer, ASTM International, West Conshohocken, PA, *www.astm.org*.
Boussinesq,J., 1885. Application des Potentiels a L'etude de L'equilbre et du Movement des Solids Elastiques, Gauthier-Villars, Paris.
Bowles,J.E., 1997. Foundation Analysis and Design, Peoria, Ilinois.
Burland, J.B., Broms, B.B., and De Mello, V.F.B., 1977. Behaviour of Foundations and Structures", *In Proceedings of the 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering,* Tokyo. pp:495-546.
Holtz,R.D., Kovacs,W.D., and Sheahan,C.T., 2005. An Introduction to Geotechnical Engineering, Second Edition.
Laman,M. and Keskin,M.S., 2004. Kumlu Zeminlere Oturan Kare Temeller Altında Düşey Gerilme Analizi, Türkiye Mühendislik Haberleri, page 431, 53-57.
Morgan, J.R., and Gerrard, C.M., 1971. Behavior of Sands Under Surface Loads, Journal of the Soil Mechanics and Foundation Divisio, ASCE, 97 (SM 12), 1675-1699.
Sağlamer,A., 1972. Kohezyonsuz Zeminlerde Sükunetteki Toprak Basıncı Katsayısının Zemin Parametreleri Cinsinden İfades, *Doktora Tezi,* İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
Uzuner,B.A., 2005. Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi Ankara,

DOLGU ZEMİNLERİN ATIK CTP (CAM ELYAF TAKVİYELİ TERMOSET MATRİSLİ POLİMER) İLE İYİLEŞTİRİLEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Damla KÜÇÜKAY KAYAALP
Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Civil Engineering Dept., 65090, Tuşba, Van
Graduate School of Natural and Applied Sciences, Fırat University, Elazığ, Türkiye
ORCID: 0000-0003-2021-1318
Hüseyin Suha AKSOY
Fırat University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 23200 Merkez, Elazığ
ORCID: 0000-0003-0564-457X

ÖZET

Kompozit bir malzeme olan Cam Elyaf Takviyeli Polimer (CTP)'nin kullanılması, daha hafif ve daha güçlü malzemelere olan ihtiyacın bir sonucu olarak son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. CTP malzemesi, iyi derecede dayanım-ağırlık oranı, yüksek korozyon direnci ve üstün mekanik özelliklerinden dolayı geçmişten günümüze, başta havacılık ve savunma sanayiinde olmak üzere, elektrik-elektronik, yapı-inşaat, otomotiv sanayisi vb. birçok alanda kullanılmaktadır. Son yıllarda artan sanayileşme ve teknolojik gelişmeler, ciddi şekilde çevre kirliliğinde artışa neden olmaktadır. 21. yüzyılda ele alınan en önemli araştırma konularından biri, hammadde tüketiminden tasarruf etmek için atıkların geri dönüştürülmesi yoluyla çevrenin korunması ve atıklardan nasıl yararlanılacağıdır. Çevre kirliliğini sınırlamak ve ekosistemi korumak için atıkları düzenli olarak, tehlikesiz bir şekilde bertaraf etmek oldukça önemli bir konu haline gelmiştir. Günümüzde kompozit malzemeler, farklı endüstriyel sektörlerde oldukça fazla kullanılmakta ve bu nedenle çevrede ciddi plastik atık birikimine neden olmaktadır. Bu çalışmada kum zemin, atık CTP malzemesi katılarak iyileştirilmiştir. Atık CTP oranı ve sıkılık arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla kum zemin %40 ve %65 rölatif sıkılıklarda hazırlanmıştır. %0.5 oranında atık CTP katkılı kum zemin ile katkısız kum zeminin nihai taşıma güçleri karşılaştırılmıştır. %0.5 Atık CTP ilavesi ile %40 rölatif sıkılıkta hazırlanmış katkılı zeminin, katkısız kum zemine göre nihai taşıma gücünün %22.9 oranında arttığı görülmüştür. Rölatif sıkılığın %65'e yükselmesiyle birlikte bu oran %54.3 değerine ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atık cam lifi takviyeli polimer (CTP), kum, model deney, zemin iyileştirme

INVESTIGATION OF THE IMPROVEMENT POSSIBILITY OF FILLED SOILS WITH WASTE GFRP (GLASS FIBER REINFORCED THERMOSET MATRIX POLYMER)

ABSTRACT

The use of Glass Fiber Reinforced Polymer (GRP), a composite material, has increased significantly in recent years as a result of the need for lighter and stronger materials. Due to its

good strength-to-weight ratio, high corrosion resistance and superior mechanical properties, GRP material has been used in many areas from past to present, especially in the aviation and defense industry, as well as in electrical-electronics, construction-building, automotive industry, etc. In recent years, increasing industrialization and technological developments have caused a serious increase in environmental pollution. One of the most important research topics addressed in the 21st century is the protection of the environment by recycling waste to save on raw material consumption and how to utilize waste. In order to limit environmental pollution and protect the ecosystem, it has become a very important issue to dispose of waste regularly and safely. Today, composite materials are widely used in different industrial sectors and therefore cause serious plastic waste accumulation in the environment. In this study, sand soil was improved by adding waste GRP material. In order to investigate the relationship between waste CTP ratio and relative density, sand soil was prepared at 40% and 65% relative densities. The ultimate bearing capacities of sand soil with 0.5% waste CTP and sand soil without additives were compared. It was observed that the ultimate bearing capacity of the soil prepared at 40% relative density with 0.5% waste CTP addition increased by 22.9% compared to the sand soil without additives. With the increase in relative density to 65%, this ratio reached 54.3%.

Keywords: Waste fiber reinforced polymer (GFRP), sand, model experiment, soil stabilization

1.GİRİŞ

Zeminlerin mühendislik performansının iyileştirilmesiyle ilgili çalışmalar, yapıların inşasında ve hizmet ömürlerinde hayati öneme sahiptir. Bu nedenle zemin koşullarının incelenmesi, fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi, son yıllarda oldukça önemli bir konu haline gelmiştir (Bağrıaçık, 2021). Ham madde eksikliği ve geleneksel malzemelerin (demir, petrol vb.) yaygın kullanımından kaynaklı inşaat sektörü de dahil olmak üzere çeşitli endüstrilerde malzeme ulaşılabilirliği açısından sıkıntılara yol açmaktadır. Bu nedenle, çeşitli atık malzemelerin farklı sektörlerde kullanılması zorunluluk haline gelmiştir. Günümüzde atık plastik şişelerden elde edilen pet lifler, plastik şeritler, cam lifi vb. atık malzemeler zemin iyileştirme çalışmalarında kullanılmıştır (Nyuin vd., 2018, Choobbasti vd., 2019). Plastik türü malzemeler kullanılarak zemin iyileştirme çalışmalarının yapılması güvenilir ve etkili bir teknik olarak kabul edilmektedir (Garrido vd., 2022). Bu malzemeler arasında atık cam lifi takviyeli polimer (CTP), inşaat sektörü için de potansiyel bir kaynaktır. Cam elyaf takviyeli plastik (CTP), ağırlık ve dayanıklılık açısından üstün özellikleri nedeniyle sıklıkla tercih edilen bir kompozit malzemedir. CTP ürünlerinin imalatı sırasında, polyester reçine, sertlik,

mukavemet ve su emilimi açısından gerekli dayanıklılığı elde etmek için cam elyafı ile güçlendirilir. Kompozit bir yapıda olan bu malzeme, kolaylıkla ayrışmayan ve birçok (gemi inşaatında otomotiv ve uçak parçaları üretiminde, savunma sanayinde, gemi yüzey parçaları, elektrik yalıtım ürünleri, inşaat sektöründe vb.) farklı endüstrilerde kullanılan oldukça dayanıklı bir malzemedir. CTP malzemesi, inşaat sektöründe betonda katkı malzemesi olarak kullanımıyla ön plandadır (Ribeiro vd., 2015, Tao vd., 2023). CTP katkısıyla üretilmiş betonlar, liflerin takviye malzemesi olarak kullanıldığı tünel inşaatı, duvar kaplaması, yapısal tavanlar gibi birçok uygulamaya sahiptir (Beeldens vd., 2005, Sahmaran vd., 2005).

Farklı boyut (büyük boyuttaki karışım ve ince toz karışım) ve yüzdelerdeki (%0, %4, %8 ve %12) atık CTP malzemeleri, polimer polyester katkılı çimento harçlarına agrega ve dolgu maddesi olarak katılmıştır. Deneysel sonuçlara göre, atık CTP dolgulu polimer harçların, katkısız harçlara göre daha iyi mekanik davranış sunduğu belirlenmiştir. Bu durum da, CTP atıklarının polimer beton kompozitlerinde ham madde olarak yeniden kullanılmasının uygulanabilirliğini göstermiştir (Ribeiro vd., 2015). CTP'lerle güçlendirilmiş kendiliğinden yerleşen betonun darbe dayanımını ve mekanik özelliklerini karakterize etmek için 252 numuneyi içeren kapsamlı bir deneysel program hazırlanmıştır (Mastali vd., 2016). Geri dönüştürülmüş CTP'lerin eklenmesinin, kendiliğinden yerleşen betonun darbe direncini ve mekanik özelliklerini iyileştirdiği görülmüştür.

Bu çalışmada, farklı rölatif sıkılıklarda hazırlanmış dolgu zeminlerde atık CTP kullanımıyla yüzeysel bir kare temelin nihai taşıma gücü model deneyleri yardımıyla belirlenmiştir. Atık CTP katkılı kum zemin ve katkısız kum zemin dayanımları kıyaslanarak iyileştirmenin hangi oranda değiştiği belirlenmiştir.

2. MALZEME VE METOD

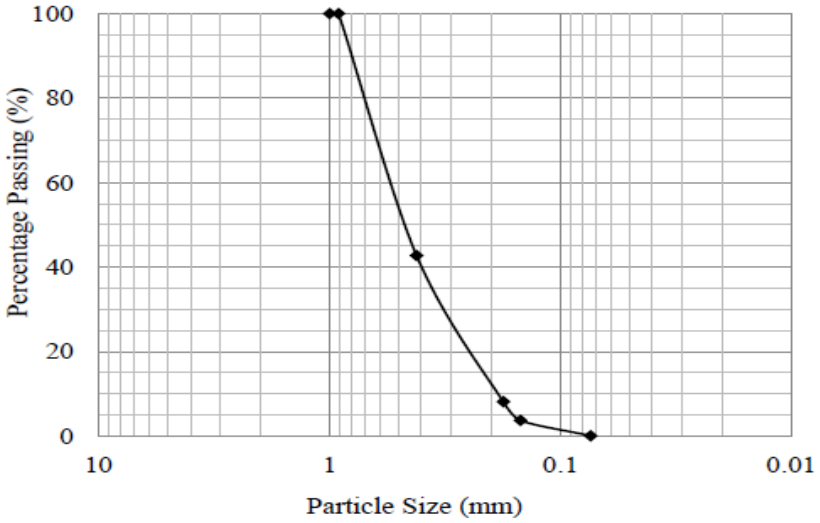
Model deneylerinde istenilen granülometride hazırlanmış yıkanmış ve elenmiş nehir kumu kullanılmıştır. Deneyler, Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Geoteknik Laboratuvarında bulunan 75x75x100cm kare kum tankında gerçekleştirilmiştir. %40 ve %65 rölatif sıkılıkta hazırlanmış kum zemin üzerine yerleştirilen B=15cm yüzeysel kare temel yüklenmiştir. Katkısız kum zemin ve %0.5 oranında katkılı kum zemin iki farklı rölatif sıkılıkta hazırlanarak yüklenmiştir.

2.1. Deneylerde kullanılan kum zeminin özellikleri

Nehir kumu materyali bazaltik kökenlidir ve siyah renktedir. Bu zemin, Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi'ne (USCS) göre SP (kötü derecelenmiş kum) olarak sınıflandırılır. Deneylerde kullanılan kumun granülometri eğrisi Şekil 2'de görülmektedir.

2.2. Atık CTP (Cam Lifi Takviyeli Polimer) malzemesinin özellikleri

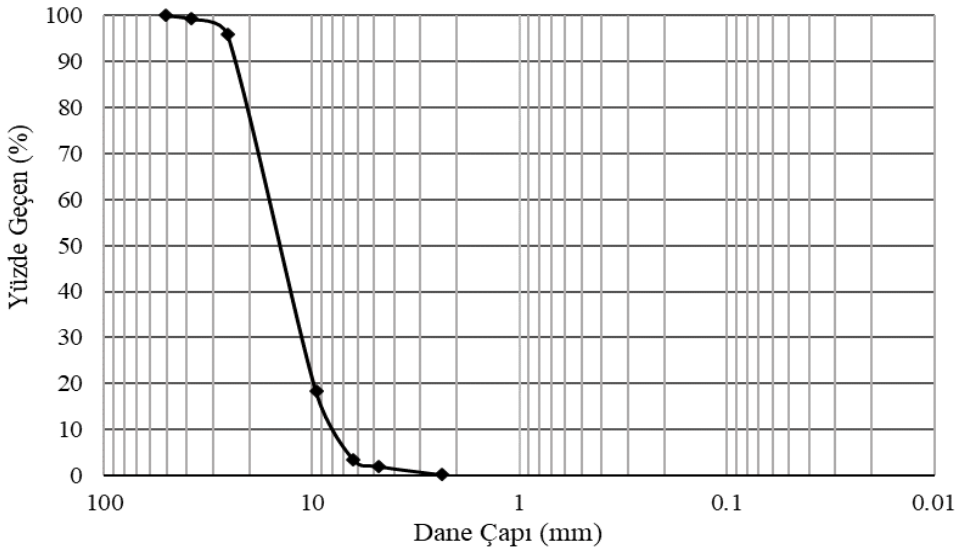
Çalışmada kullanılan atık CTP'ler Türkiye de bulunan lif takviyeli levha üretici fabrikalarından İzmir- Fibrosan Ltd'nin plastik atık geri kazanım tesisinden temin edilmiştir. Bu çalışmada, 5 mm ile 13 mm arasında değişen çaplara sahip atık CTP malzemesi kullanılmıştır. Atık CTP' nin mekanik ve fiziksel özellikleri Tablo 2'de ve dane boyutu dağılım eğrisi ise Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Kum zeminin granülometri eğrisi

Tablo 1. Model deneylerde kullanılan toprağın özellikleri

Granülometri parametreleri	Birim	Değer
Özgül ağırlık,G_s	-	2.77
D_{10}	mm	0.18
D_{50}	mm	0.45
Maks-min parçacık boyutu, D_{maks}-D_{min}	mm	1-0.074
Maks Kuru Birim Hacim Ağırlık	kN/m^3	17.5
Minimum Kuru Birim Hacim Ağırlık	kN/m^3	14.3
Maks boşuk oranı, e_{max}	-	0.903
Min boşuk oranı , e_{min}	-	0.553
Zemin Sınıfı (USCS)	-	SP



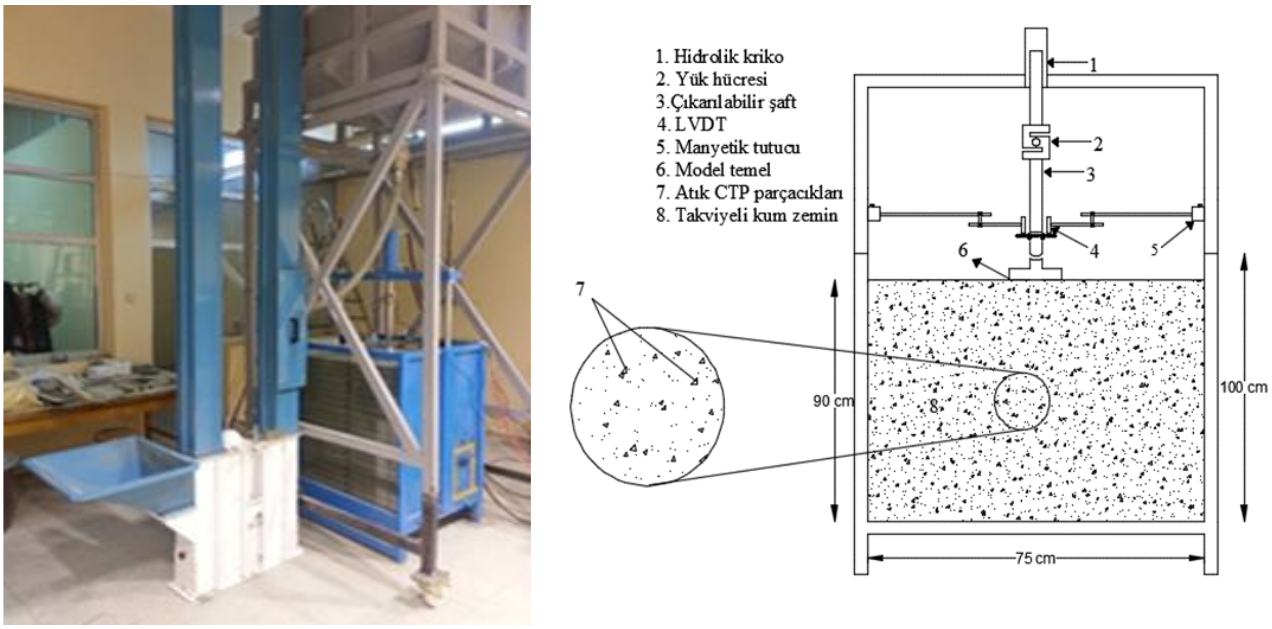
Şekil 2. Atık CTP malzemesinin granülometri eğrisi

Table 2. Atık CTP'nin mekanik ve fiziksel özellikleri

Özellikler	Birim	Değer
Özgül ağırlık ,G_s	-	1.5
En-boy oranı	-	0.38
Kalınlık	mm	1.5
Elastisite Modülü, (E)	MPa	4700
Çekme dayanımı, σ_t	MPa	68
Asit ve alkaliye karşı direnç	-	Yüksek

2.3. Deney Sisteminin Teknik Özellikleri

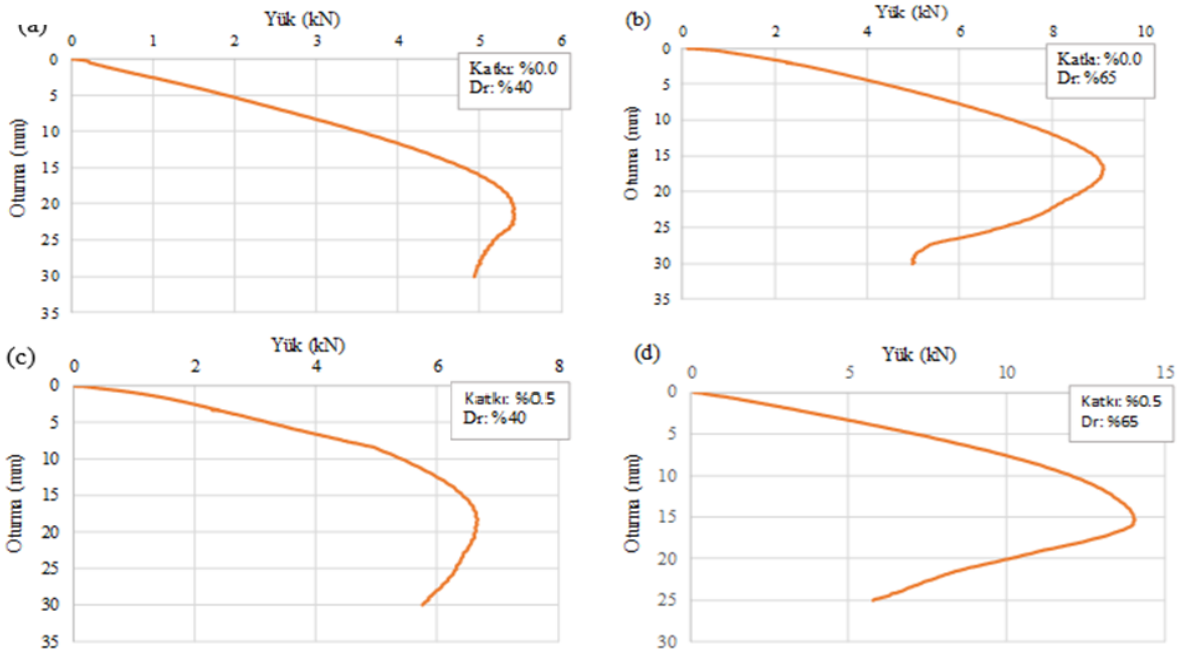
Şekil 3'te görülen model deneylerinde 75x75x100cm kare kesitli Deney tankı düzlemsel gerilme koşullarını oluşturacak şekilde rijit olarak tasarlanmıştır. Aynı zamanda yüklemeye dayanıklı olan bu tankın yan duvarlarına çelik profiller yerleştirilerek yatay deformasyonlar önlenmiştir. Model deneylerinde %40 ve %65 rölatif sıkılıkta zemin elde etmek için Makita HM0870C model titreşim cihazı kullanılmıştır. Kum, yağmurlama yöntemi ile farklı yüksekliklerde tabakalar halinde deney tankına dökülmüştür. Kum zemin, kuru birim hacim ağırlığı γ_{kuru}=15,7 kN/m^3 olan Dr=%40, kuru birim ağırlığı γ_{kuru}=16,5 kN/m^3 olan Dr=%65 rölatif sıkılıkta hazırlanmıştır.



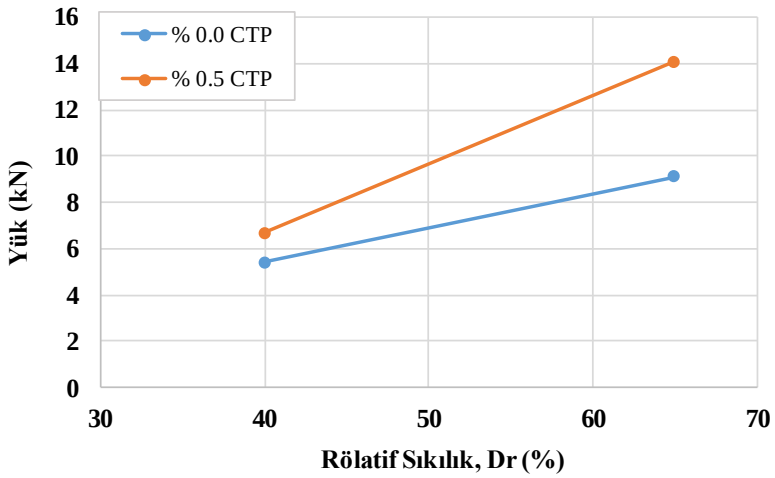
Şekil 3. (a) Model deney sistemi (b) Katkılı dolgu zeminde model yükleme deneyleri

3. Bulgular ve Tartışma

Model deney sisteminde, iki farklı rölatif sıkılıkta katkısız ve katkılı kum zeminlerle hazırlanmış zeminler üzerine yerleştirilen yüzeysel temel, model deney sistemi yardımıyla yüklenmiştir. Yapılan yüklemeler sonucunda katkısız ve katkılı zeminlere ait yük-oturma grafikleri elde edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Katkılı ve katkısız zeminlerin yük-oturma grafikleri



Şekil 5. Katkısız ve %0.5 katkılı zeminlerin yük-rölatif sıkılık arasındaki ilişki

4. Sonuçlar

Yapılan çalışma sonucunda, katkısız ve katkılı kum zeminlerin farklı rölatif sıkılıklarda elde edilen yük-oturma eğrileri karşılaştırıldığında % 0.5 Atık CTP ilavesi ile %40 rölatif sıkılıkta katkısız kum zemine göre %22.9 oranında nihai taşıma gücünde iyileşme olduğu görülmüştür. Rölatif sıkılığın artmasıyla birlikte bu oran %54.3'e çıkmıştır. % 0.5 atık CTP ilavesinde rölatif sıkılığın artmasıyla (%111.09) oranında nihai taşıma gücünde iyileştirme olduğu belirlenmiştir. Atık CTP yüzdesinin ve rölatif sıkılık arttıkça, nihai taşıma gücünde belirgin şekilde iyileşme olduğu görülmüştür.

Teşekkür

Bu çalışmada, atık CTP ürünlerinin temin edilmesini sağlayan İzmir Fibrosan C.T.P. San. Ve Tic. A.Ş.'ye katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

Asokan,P., Osmani, M., Price,A.D.F., 2009. "Assessing the recycling potential of glass fibre reinforced plastic waste in concrete and cement composites", Journal of Cleaner Production 17 (2009) 821–829.

Bağrıaçık, B., Beycioğlu, A., Topolinski, S., Akmaz, E., Sert, S., Güner, E.D., 2021. "Assessment of glass fiber-reinforced polyester pipe powder in soil improvement", Front. Struct. Civ. Eng. 2021, 15(3): 742–753 https://doi.org/10.1007/s11709-021-0732-x.

Beeldens A, Gemert VD, Schorn H, Ohama Y, Czarnecki L., 2005. "From microstructure to macrostructure: an integrated model of structure formation in polymer modified concrete". RILEM. Materials and Structures 2005;38:601–7.

Choobbasti, A.J., Samakoosh, M.A., Kutanaei, S.S., 2019. "Mechanical properties soil stabilized with nano calcium carbonate and reinforced with carpet waste fibers", Construction and Building Materials 211 (2019) 1094–1104.

Mastali, M., Dalvand, A., Sattarifard, A.R., 2016. "The impact resistance and mechanical properties of reinforced self compacting concrete with recycled glass fibre reinforced polymers", Journal of Cleaner Production 124 (2016) 312-324.

Nyuin, J.D., Khalil, N.S., Petrus, C., 2018. "Performance of Sand Reinforced with White Coir Fibre", Materials Science and Engineering 429 (2018) 012031 doi:10.1088/1757-899X/429/1/012031.

Ribeiro, M.C.S., Meira-Castro, A.C., Silva, F.G., Santos, J., Meixedo,J.P., Fiuza, A., Dinis, M.L., Alvim, M.R., 2015. “Re-use assessment of thermoset composite wastes as aggregate andfiller replacement for concrete-polymer composite materials: A casestudy regarding GFRP pultrusion wastes”, Resources, Conservation and Recycling 104 (2015) 417–426.
Sahmaran M, Yurtseven A, Yaman IO., 2005.” Workability of hybrid fiber reinforced self-compacting concrete. Building and Environment “ 2005;40:1672–7.
Sanchez-Garrido, A.J., Navarro, I.J., Yepes, V., 2022. “Evaluating the sustainability of soil improvement techniques in foundation substructures”, Journal of Cleaner Production (2022) 131463.
Tao, Y., Hadidgeh, S.A, Wei, Y., 2023. “ Recycling of glass fibre reinforced polymer (GFRP) composite wastes in concrete: A critical review and cost benefit analysis”, Structures 53 (2023) 1540–1556

AKILLI ŞEHİRLERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM: GÜNCEL TEKNOLOJİLER VE YÖNETİM UYGULAMALARI

Wahabou ATCHADE
Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 70100 Merkez, Karaman
ORCID: 0009-0003-3191-2651
Kemal ARMAĞAN
Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 70100 Merkez, Karaman
ORCID: 0000-0002-4443-0761

ÖZET

Bu çalışma, akıllı şehirlerin ulaşım sistemlerinde sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasını destekleyen yeni teknolojiler ve yenilikçi yönetim uygulamalarını ele almaktadır. Günümüz kentlerinde artan nüfus ve trafik yoğunluğu, ulaşım sistemlerinin daha verimli, çevre dostu ve entegre hale getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu çerçevede, elektrikli ve otonom araçlar, yapay zeka destekli sistemler, dijital altyapılar ve Nesnelerin İnterneti (IoT) çözümleri, ulaşımın çevresel etkilerini en aza indirme ve operasyonel verimliliği artırma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, veri odaklı şehir planlama, paylaşımlı ulaşım modelleri, akıllı trafik yönetim sistemleri ve katılımcı yönetim yaklaşımlarının sürdürülebilir ulaşım üzerindeki kritik rolü vurgulanmaktadır. Özellikle büyük şehirlerde toplu taşıma sistemlerinin dijitalleşmesi, bisiklet ve yaya altyapıların geliştirilmesi ve yeşil ulaşım çözümlerinin yaygınlaştırılması, ulaşım sektöründeki karbon salınımının azaltılmasına büyük katkı sağlamaktadır. Araştırma, teknolojik ilerlemelerin ve yönetim stratejilerinin entegrasyonunun sunduğu fırsatların yanı sıra altyapı eksiklikleri, düzenleyici çerçeveler, finansal engeller ve toplumsal adaptasyon gibi temel zorluklara da ışık tutmaktadır. Bunun yanı sıra , farklı şehirlerde uygulanan akıllı ulaşım projeleri ve sürdürülebilir mobilite stratejileri örnekler üzerinden değerlendirilerek başarılı uygulamalar ortaya konmaktadır. Sonuç olarak, akıllı şehirlerde sürdürülebilir ulaşım, yalnızca teknolojik yenilikler ve dijital dönüşümle değil, aynı zamanda etkin yönetim politikaları, toplumsal farkındalık ve çevreci yatırımların bir araya gelmesiyle mümkündür. Bu entegrasyonun, geleceğin şehirlerini daha yaşanabilir, yeşil ve erişilebilir kılmada temel bir gereklilik haline geldiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ulaştırma, akıllı şehir, yapay zeka, otonom araçlar, trafik yönetimi, sürdürülebilirlik

SUSTAINABLE TRANSPORTATION IN SMART CITIES: CURRENT TECHNOLOGIES AND MANAGEMENT PRACTICES

ABSTRACT

This study examines new technologies and innovative management practices that support achieving sustainability goals in the transportation systems of smart cities. The increasing population and traffic congestion in today's urban areas make it essential to develop transportation systems that are more efficient, environmentally friendly, and integrated. In this context, electric and autonomous vehicles, artificial intelligence-powered systems, digital infrastructures, and Internet of Things (IoT) solutions can significantly lower the negative effects of environment on transportation while enhancing operational efficiency. Additionally, the critical role of data-driven urban planning, shared mobility models, smart traffic management systems, and participatory governance approaches in sustainable transportation is emphasized. In major cities, the digitalization of public transportation systems, the development of bicycle and pedestrian infrastructure, and the promotion of green transportation solutions significantly contribute to reducing carbon emissions in the transportation sector. The study sheds light on not only the opportunities presented by technological advancements and management strategies but also key challenges such as infrastructure deficiencies, regulatory frameworks, financial constraints, and societal adaptation. Furthermore, examples of smart transportation projects and sustainable mobility strategies implemented in different cities are analyzed to highlight successful applications. In conclusion, sustainable transportation in smart cities is possible not only through technological innovations and digital transformation but also through the combination of effective management policies, public awareness, and environmentally conscious investments. This integration is considered a fundamental necessity for making future cities more livable, green, and accessible.

Keywords: Transportation, smart city, artificial intelligence, autonomous vehicles, traffic management, sustainability

1. GİRİŞ

Büyük şehirlerde hayatın insanlara sunduğu birçok hizmet ve sosyo-ekonomik fayda sebebi ile günümüz dünyasında şehirleşme oranı artmaktadır. Bu gelişmenin getirdiği bazı zorluklar bulunmaktadır. Trafik sıkışıklığı, hava kirliliği, enerji tüketimi ve altyapı yetersizlikleri, şehirlerin karşılattığı en büyük sorunlar arasında yer almaktadır [1]. Bu durum, ulaşımda sürdürülebilir çözümler geliştirilmesini gereklilik hale getirmiştir. Geleneksel ulaşım

sistemlerinin yetersiz kalması nedeniyle, şehirler daha verimli, güvenli ve çevre dostu ulaşım yöntemlerine yönelmektedir [2].

Akıllı şehir anlayışı, teknolojik yeniliklerin kentsel alanlara entegre edilmesi yoluyla mevcut kent sorunlarına yaratıcı ve sürdürülebilir çözümler geliştirmeyi hedeflemektedir. Dijital dönüşümün temel unsurları arasında yer alan büyük veri, yapay zeka, nesnelerin interneti (IoT), otonom araçlar ve akıllı trafik yönetim sistemleri, ulaşımda verimliliği artırarak sürdürülebilirliğini destekleyen araçlar olduğu yönde çalışmalar yapılmaktadır [2]. Örneğin, sensör tabanlı trafik yönetim sistemleri ve yapay zeka destekli ulaşım planlamaları, ulaşım ağlarının daha akıllı ve optimize hale gelmesini sağlamaktadır [3].

Bu çalışma, akıllı kentlerde sürdürülebilir ulaştırma sistemlerini inceleyerek yeni çıkan teknolojik çözümleri ve yönetim yaklaşımlarını ele almaktadır. Çalışmanın amacı, yeşil ulaşımı teşvik eden yeni nesil ulaşım sistemlerini değerlendirmek, başarılı uygulamaları analiz etmek ve geleceğe yönelik stratejik alternatifler sunmaktır. Böylece, ulaşımda, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için uygulanabilecek en iyi yöntemler ve yenilikçi çözümler ortaya konulacaktır.

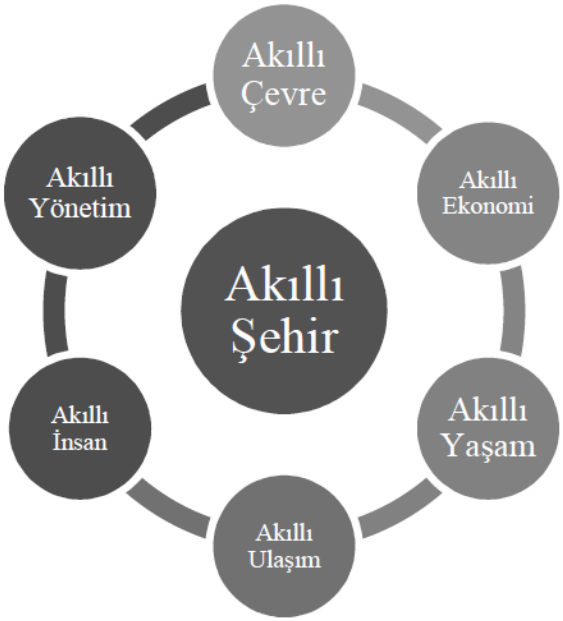
2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1 Akıllı şehir Kavramı

Akıllı kentler 2000'li yıllardan itibaren hayata geçmeye başlamış ve bu alanda büyük derecede araştırmalar yapılmaktadır [4]. Akıllı şehir, Teknoloji ve veri toplamanın, yaşam kalitesi ile şehir operasyonlarının sürdürülebilirliğini ve verimliliğini artırdığı kentsel alanlardır. Yerel yönetimler tarafından kullanılan akıllı teknolojiler arasında bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) ve Nesnelerin İnterneti (IoT) bulunur [5]. Başka bir çalışmada, insanların ve işletmelerin yararına dijital çözümlerin kullanımıyla geleneksel ağların ve hizmetlerin daha verimli hale getirildiği bir yer olarak tanımlanmıştır [6].

2.2. Akıllı şehirlerin bileşenleri

Akıllı şehir yaklaşımı, ileri teknolojilerle donatılmış yerleşim alanları yaratarak yaşam kalitesini yükselten, çevreye duyarlı, sürdürülebilir ve insan odaklı kentler inşa etmek anlamı taşımaktadır [7]. Bu alanda yapılan araştırmalar, akıllı şehirlerin belli başlı bileşenlere sahip olması gerektiğini göstermiştir. Örneğin, Viyana Teknoloji Üniversitesi 2007 yılından itibaren Avrupa'daki şehirleri değerlendirerek hangi kentlerin akıllı şehir kriterlerini karşıladığını belirlemeye başlamıştır [8]. Peki, bir şehri " akıllı " yapan özellikler nelerdir? Bu sorunun cevabı Şekil 1'de verilmiştir [9].



Şekil 1. Akıllı kent bileşenleri [9].

Şekil 1'e göre akıllı şehirler, birbiriyle bağlantılı altı temel bileşenden oluşmaktadır. Akıllı yönetim, halkın karar alma süreçlerine katılımını, etkin şikâyet yönetimini ve kamusal hizmetlerin dijitalleşmesini kapsarken; akıllı ekonomi, yenilikçi düşünce yapısı ve girişimcilikle desteklenen, yüksek verimlilik ve istihdamı hedefleyen bir yapıya sahiptir. Ulaşımda ise sürdürülebilir ve çevre dostu çözümler ön plandadır; bisiklet yolları, toplu taşıma sistemleri ve akıllı trafik uygulamalarıyla şehir içi hareketlilik artırılmaktadır. Akıllı çevre yönetimi, kaynakların verimli kullanımı ve çevresel etkilerin azaltılmasını amaçlamaktadır; akıllı yaşam, bireylerin sosyal, kültürel ve fiziksel ihtiyaçlarına yanıt veren kaliteli bir yaşam alanı sunar. Son olarak, akıllı insan bileşeni ise eğitimli, yenilikçi, teknolojiye açık ve toplumsal yaşama aktif katılan bireyler ile akıllı şehirlerin sürdürülebilirliğini desteklemektedir [10].

2.3. Akıllı ulaşım ve sürdürülebilirlik

Günümüzde dünya nüfusunun yarısından fazlası kentlerde yaşamakta ve bu oranın 2050 yılına kadar daha da artması beklenmektedir [11]. Şehirler, ekonomik faaliyetlerin ve üretimin merkezinde yer aldığı için enerji tüketimi ve dolayısıyla sera gazı salınımında büyük bir paya sahiptir. Dolayısıyla şehirlerin karbon emisyonlarını azaltması ve enerjiyi daha verimli kullanması hayati bir önem taşımaktadır. Bunu başarmanın en etkili yollarından biri, teknolojiyi kullanarak akıllı ve sürdürülebilir şehirler inşa etmektir [12].

Akıllı ulaşım, bilgi ve iletişim teknolojileriyle desteklenerek farklı ulaşım türlerini bir arada ve uyum içinde çalıştıran sistemlerdir. Tramvay, metro, otobüs tren, özel araç, deniz ve hava ulaşımı gibi toplu taşıma araçlarının yanı sıra bisiklet ve yaya ulaşımı da bu yapının bir

parçasıdır. Amaç, tüm bu ulaşım türlerini sürdürülebilir, güvenli ve kolay erişilebilir bir şekilde birbirine bağlayarak şehir içi ve şehirlerarası ulaşımı daha etkili hale getirmektir. Bu sayede hem zaman tasarrufu sağlanır hem de çevresel etkiler azaltılır [13].

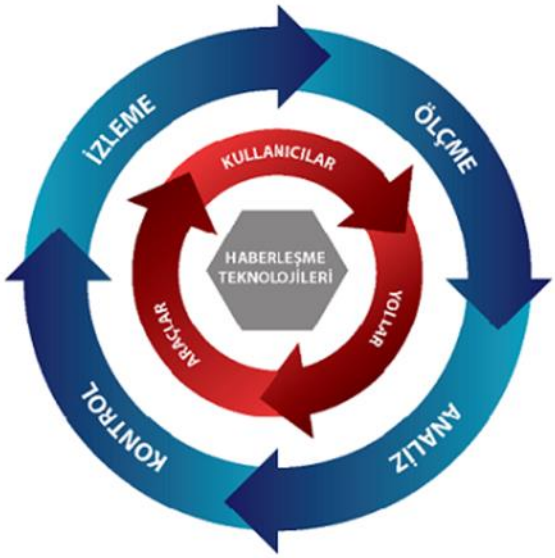
Birleşmiş Milletler, sürdürülebilir kalkınma hedefleri kapsamında ulaşımı "çevre dostu, ekonomik ve herkes için erişilebilir bir sistem olarak geliştirilmesi gereken temel bir alan" olarak tanımlamaktadır [14]. Bunun için verimli ulaşım yönetimi, istikrarlı finansman, altyapı yatırımları ve iyi tasarlanmış komşuluk birimleri gereklidir. Özetle, teknoloji destekli ulaşım sistemleri ve çevreci uygulamalarla daha sürdürülebilir bir kentsel yaşam mümkündür.

3. GÜNCEL TEKNOLOJİLER

Büyük kentlerde sürdürülebilirliğe ulaşmak için teknolojiden yararlanmak zorunlu bir ihtiyaç olmuştur [15]. Fakat teknolojinin de geniş bir alanı olup sürekli yeni alternatifler sunduğu için güncel halini kullanabilmek önemlidir. Bu amaca doğru teknolojinin sunduğu yeniliklerin bazıları incelenmiştir.

3.1. Akıllı ulaşım sistemleri (AUS)

AUS, modern şehirlerde seyahat sürelerini azaltarak ulaşımın daha güvenli, hızlı ve çevreye verilen zararların azaltılmasını sağlamak amacıyla geliştirilen bilgi ve iletişim tabanlı teknolojiler olarak tanımlanabilmektedir [16]. Bu teknolojiler, araçlar ile altyapı arasındaki etkileşimi ve kullanıcı-kontrol merkezi iletişimini mümkün kılarak, trafik düzeninin sağlanması ve sürüş güvenliğinin yükseltilmesi yönünde önemli işlevler üstlenmektedir [17]. Aynı zamanda, enerji verimliliğini artırarak çevresel etkileri azaltmayı hedefler. Günümüzde bu sistemler sayesinde çeşitli uygulamalar geliştirilmiştir: trafik yönetimi, akıllı sinyalizasyon, elektronik ödeme sistemleri ve toplu taşıma optimizasyonu gibi pek çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Şekil 2 [17] ve Şekil 3 [18] sırasıyla AUS tanımı ve AUS uygulamalarını göstermektedir.

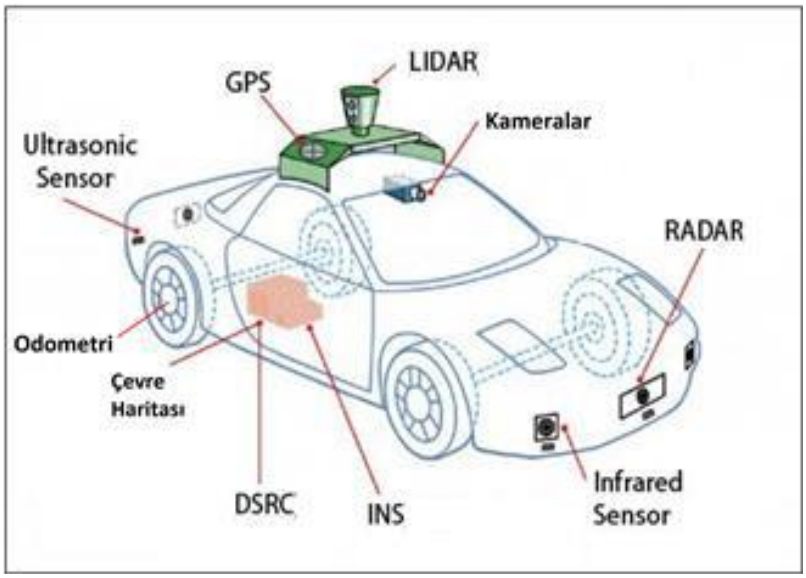


Şekil 2. Akıllı ulaşım sistemleri tanımı [17].

Şekil 3. Akıllı ulaşım uygulamaları [18].

3.2. Otonom araç teknolojisi

Bu yeni teknolojiler arasında en çok dikkat çeken otonom araçlardır. Otonom araçlar, çevrelerini algılamak ve güvenli bir şekilde hareket edebilmek için [19] gelişmiş sensörler, kameralar ve Lazer Görüntüleme, Algılama ve Menzil Belirleme (LİDAR) sistemleri kullanır (Şekil 4). Bu sistemler sayesinde araç, kendi konumunu belirleyebilir. Dahası, trafik kurallarını yorumlayabilmekte ve hareketli ya da durağan unsurlarla etkileşim kurar. Özellikle radar sistemleri, ani hareket eden yayalar veya araçlar gibi dinamik faktörleri algılamada kritik bir rol oynar. Araçlara 'dur' komutu verildiğinde durur, 'git' komutu verildiğinde ise harekete geçer. Kameralar trafik ışıkları ve tabelaları tanırken, sensörler GPS ve hız ölçümü gibi işlevleri yerine getirir. Ancak, bu teknolojinin sorunsuz çalışabilmesi için otonom araçların düzenli bakım alması şarttır. Aksi takdirde sistemlerin hassasiyeti azalabilir ve güvenli sürüş riske girebilir [20].



Şekil 4. Otonom araçların algılama sistemi [19].

3.3. Elektrikli araçlar

Fosil yakıt kullanımına bağlı çevresel sorunlar ve iklim değişikliği, ulaşım sektöründe daha sürdürülebilir çözümler arayışını hızlandırdı. Bu noktada, elektrikli araçlar çevreye duyarlı ve enerji verimli bir alternatif olarak görünmekte. Klasik içten yanmalı motorlu araçlarla karşılaştırıldığında daha düşük karbon emisyonuna sahip ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla uyumlu çalışabilen elektrikli araçlar, özellikle büyük şehirlerde hava kirliliğinin azaltılmasına da önemli katkılar sağlıyor [21].

Son yıllara baktığımızda, batarya teknolojisindeki gelişmeler, elektrikli araçların menzil sorununu büyük ölçüde azaltmıştır. Şarj istasyonlarının yaygınlaşması, kullanıcı deneyimini iyileştiriyor [22]. Elektrikli araçlara ilişkin batarya üretim süreci ve geri dönüşüm gibi konular

hala çözüm bekleyen önemli meseleler arasında yer alıyor. Özellikle lityum, kobalt gibi hammaddelerin sürdürülebilir şekilde temin edilmesi, elektrikli araçların gerçekten çevre dostu olabilmesi için dikkatle ele alınması gereken bir konudur [23].

Elektrikli araçlara geçişi desteklemek amacıyla birçok ülke çeşitli yöntemler uygulamaktadır. Avrupa Birliği ve Çin, bu alanda lider konumundadır. Türkiye de yerli elektrikli araç üretimi ve şarj altyapısını geliştirme konusunda adımlar atmaya başlamıştır [24]. Özellikle şehir içi ulaşımda elektrikli toplu taşıma araçlarının çoğaltılması, karbon emisyonlarını azaltmada büyük rol oynayabilir.

3.4. Plastikten yapılan çevre dostu yollar

Plastikten üretilen yollar, altyapı geliştirme süreçlerinde yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Küresel plastik kirliliği sorununa çözüm sağlamayı amaçlamaktadır [25]. Bu kapsamda, Hollanda merkezli VolkerWessels firması, geri dönüştürülmüş plastik şişelerden elde edilen malzemelerle dayanıklı ve sürdürülebilir yol kaplamaları geliştirmektedir (Şekil 5) [26]. Bu yöntem, hem çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamakta hem de modern ulaşım altyapısında alternatif malzeme kullanımı açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir.

Şekil 5. Geri dönüştürülmüş plastikten yapılmış yol [26]

Plastik yolların başlıca avantajları şu şekilde sıralanabilir [26,27,28]:

Daha Dayanıklı ve Uzun Ömürlü: Yapılan araştırmalara göre, plastik yollar geleneksel asfalt yollara kıyasla üç kat daha uzun ömürlüdür. Bu artırılmış dayanıklılık, sık sık bakım ve onarım ihtiyacını azaltarak uzun vadede tasarruf sağlar ve altyapının direncini artırır.

Kolay ve Hızlı İnşa Süreci: Plastik yollar, inşa süreçlerini geleneksel asfalt yollarla kıyaslandığında çok daha hızlı şekilde tamamlanabilir. Bu süreç, geri dönüştürülmüş plastiklerin sıkıştırılarak monte edilebilir levhalara dönüştürülmesiyle gerçekleştirilir.

Geri Dönüştürülebilir ve Değiştirilebilir: Plastik yol yapımında kullanılan her levha tamamen geri dönüştürülebilir yapıdadır, bu da döngüsel ekonomiye katkı sağlar. Ayrıca bu levhaların değiştirilebilir yapısı, yalnızca zarar gören bölümlerin yenilenebilmesini sağlar ve zarar gören kısımların tüm yolu etkilemeden yenilenebilmesine imkân tanır.

İnce ve Su Geçirmez Yapı: Plastik yollar, içi boş tasarımı sayesinde hava ile suyun geçişine izin verir ve suyu emerek sel riskini azaltır. Bu özel nitelik, özellikle yoğun yağış alan veya su seviyesinin arttığı bölgelerde büyük fayda sağlar.

Entegre Altyapı Çözümleri: Plastik yolların boşluklu yapısı, boru hatları ve kabloların yerleştirilmesini kolaylaştırır; böylece altyapı genişlemesi ve bakımı daha verimli şekilde gerçekleştirilir.

4. DÜNYA GENELİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Teknolojinin yaygınlaşmasıyla birlikte birçok ülke, dijital dönüşüm ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda akıllı şehir projeleri geliştirmektedir. Bu projeler; ulaşım, enerji, çevre ve kamu hizmetlerinde teknolojiyi kullanarak yaşam kalitesini artırmayı amaçlamaktadır [29].

4.1. Amsterdam (Hollanda)

Hollanda, özellikle Amsterdam şehri üzerinden yürüttüğü "Akıllı Şehir Programı" ile dünya genelinde örnek olmayı amaçlayan kapsamlı projelere imza atmaktadır [30]. Bu program kapsamında geliştirilen akıllı aydınlatma direkleri, çevresel koşullara göre ışık seviyelerini ayarlayabilen, veri toplayarak şehir yönetimine ileten ve halkla iletişime geçebilen çok işlevli yapılar olarak dikkat çekmektedir. Şehir genelinde yerleştirilen 116 bin sensör, dijital altyapının güçlü bir temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, verilerin sadece açık hale getirilmesinin yeterli olmadığını fark eden Amsterdam yönetimi, Datapunt adlı yenilikçi bir veri platformu geliştirerek verileri daha etkili kullanmayı ve paydaşlara ulaşılabilir kılmayı hedeflemiştir. Trafik yönetiminde ise, yetkili kurumlar arasındaki koordinasyonu artırmak amacıyla sanal bir sistem oluşturulmuş ve böylece trafik kontrolü daha verimli bir hale getirilmiştir [31]. Bu sistem sayesinde, trafik kaynaklı zaman kayıpları azalmış ve şehir içi ulaşımda %10'luk bir iyileşme sağlanmıştır. Atık yönetimi konusunda ise Amsterdam, doğrusal ekonomi modelinden dairesel ekonomiye geçerek Circular Amsterdam adlı bir program başlatmış ve atıkları azaltarak kaynakları daha verimli kullanmayı hedeflemiştir. Ayrıca City-Zen gibi projelerle temiz enerji kullanımını teşvik eden şehir, sürdürülebilirlik odaklı bu dönüşüm sürecine halkı da dahil ederek, teknolojik gelişmeleri sosyal farkındalıkla desteklemektedir [32].

4.2. Barcelona (İspanya) :

Barselona, IoT teknolojilerini entegre ederek bağlantılı şehir olma hedefini dijital dönüşümle desteklemiştir [33]. Sensörler ve bağlı cihazlar aracılığıyla elde edilen büyük veriler, şehirdeki karar alma süreçlerini daha bilinçli ve verimli hale getirirken, enerji ve kaynak kullanımında önemli tasarruflar sağlamıştır. Örneğin, sokak lambalarına entegre edilen hareket sensörleri sayesinde enerji tüketimi %30 oranında azalırken, çevresel göstergeler (hava kalitesi, nem, gürültü) sürekli takip edilerek stratejik planlamalara katkı sunulmuştur. Dünya Sağlık Örgütü tarafından da desteklenen bu uygulamalar, kentin sağlık açısından daha yaşanabilir hale gelmesini sağlamıştır. Ekonomik açıdan ise Cisco'nun yaptığı analizlerine göre Barselona'daki akıllı şehir için yatırımları 2026 yılına kadar yaklaşık 970 milyon dolarlık fayda sağlayacak, su tüketiminden 58 milyon dolar tasarruf edilecek ve akıllı otopark sistemlerinden yıllık 50 milyon dolarlık gelir elde edilecektir. Bu projeler aynı zamanda 47.000 kişiye istihdam sağlayarak sosyal boyutta da güçlü bir etki yaratmıştır [34].

Barselona'nın bu yenilikçi yaklaşımı, teknoloji odaklı kent yönetimi modeline geçmek isteyen diğer şehirlere ilham kaynağı olmaktadır.

4.3. Singapur

Singapur, KPMG' (Klynveld, Peat, Marwick ve Goerdeler)nin raporuna göre otonom sürüşte dünya lideri konumuna gelmiştir. Bu başarı, ülkenin akıllı şehir vizyonu ve ulaşım altyapısına yaptığı stratejik yatırımların bir sonucudur. 2019'da test alanlarını tüm Batı Singapur'a yayılmış ve yaklaşık 1.000 km'lik bir alanda sürücüsüz araçları denemeye başlanmıştır. Singapur 100 otobüs şoförünü güvenlik operatörü olarak eğitmiştir. Elektrikli araçlar için vergi teşvikleri ve 28.000 şarj noktası hedefiyle sürdürülebilirliği destekleyen ülke, "45 dakikalık şehir" hedefiyle 2040'a kadar yolculukların %90'ını bu süreye indirmeyi planlamaktadır. Singapur'un bu bütüncül yaklaşımı, teknolojik gelişimi şehir planlaması ve kamu politikalarıyla bir araya getirilerek örnek bir model sunmaktadır. Proje kapsamında geliştirilen araç Şekil 6'da gösterilmiştir [35].

Şekil 6. Singapur'un otonom araç projesi [35].

5. TÜRKİYE'DEKİ AKILLI ULAŞIM ÖRNEKLERİ

Türkiye'de akıllı şehir uygulamaları şimdiye kadar istenilen seviyede değildir. Fakat son zamanlarda ülkede gösterilen çabalar neticesinde gerek büyük şehirlerde gerek orta ölçekli kentlerde projeler yürütülmektedir. Bu uygulamaların büyük kısmı; ulaştırma, çevre yönetimi, güvenlik, enerji verimliliği ve e-belediyecilik gibi alanlarda yoğunlaştırılmıştır. Ülkemizde yapılan akıllı şehir uygulamaların bazıları burada detaylandırılmıştır.

5.1. İstanbul örneği

Birçok çalışmada, İstanbul dünyanın merkezi olarak tanımlanmaktadır. Dünyanın her köşesinden insanlar iş, gezi veya hobiler için her gün İstanbul'a gelmektedir. Bu durum İstanbul ulaşım sistemlerine doğrudan etkilemekte ve İstanbul Kart çok yoğun ilgi gören uygulamalardan biri haline gelmiştir. İstanbul Kart'ta geliştirilen özellikler sayesinde halk artık ulaşım ve otopark ödemeleri gibi hizmetlerde mevcut sorunlardan kurtulmaya başlamıştır [36]. İstanbul'da trafik durumunu anlık olarak gösteren İstanbul Senin Uygulaması bu noktada çok önemli bir rol oynamaktadır [37]. Her saniyede artan trafik sorunlarına çözüm bulmak amacıyla Ulaşım Yönetim Merkezleri, gelişmiş akıllı ulaşım sistemleriyle gerçek zamanlı trafik akışını takip ederek anlık müdahalelerde bulunabilmektedir. Şehrin farklı noktalarına yerleştirilen trafik ölçüm ve gözlem sistemleri sayesinde büyük miktarda veri toplanmakta ve bu veriler gelişmiş yazılımlar ile analiz edilmektedir. Elde edilen sonuçlar, sürücüleri bilgilendirmek ve olay yönetimini sağlamak için mobil uygulamalar, çağrı merkezleri ve dijital trafik işaretleri aracılığıyla paylaşılmaktadır [29].

5.2. Konya Uygulaması

Konya, Türkiye'de akıllı şehir uygulamalarının başarılı bir şekilde hayata geçirildiği kentlerden biridir. Konya Büyükşehir Belediyesi bünyesinde, şehirde geliştirilen akıllı atık yönetimi, toplu ulaşım sistemleri, akıllı kavşaklar ve temassız kart uygulamaları, kent yaşamını daha verimli ve geleceğe dair kolay hale getirmeyi amaçlamaktadır. Fiber optik altyapı çalışmaları sayesinde elektronik haberleşme altyapısı güçlendirilmiş, ulaşım sistemleri daha etkin hale getirilmiştir [29].

Akıllı toplu ulaşım sistemleri ile vatandaşlar, toplu taşıma araçlarına ilişkin bilgilere 7 gün 24 saat olarak erişebilmekte, bu da zaman ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Banka kartlarının belediye ulaşım hizmetlerine entegre edilmesi ödeme kolaylığı sunmakta, yapılan akıllı bisiklet sistemleri ulaşım alternatiflerini olmuştur. Bu uygulamalar, trafik yoğunluğunu ve hava kirliliğini azaltarak, vatandaşlara ekonomik ve sağlıklı ulaşım imkânı sunmaktadır. Konya'daki akıllı şehir projeleri, kent sakinleri arasında olumlu bir etki yaratmış ve geniş çapta kabul görmüştür. Gelecekte bu sistemlerin daha gelişmiş hale getirilerek verimliliğin artırılması hedeflenmektedir [38].

5.3. Kayseri

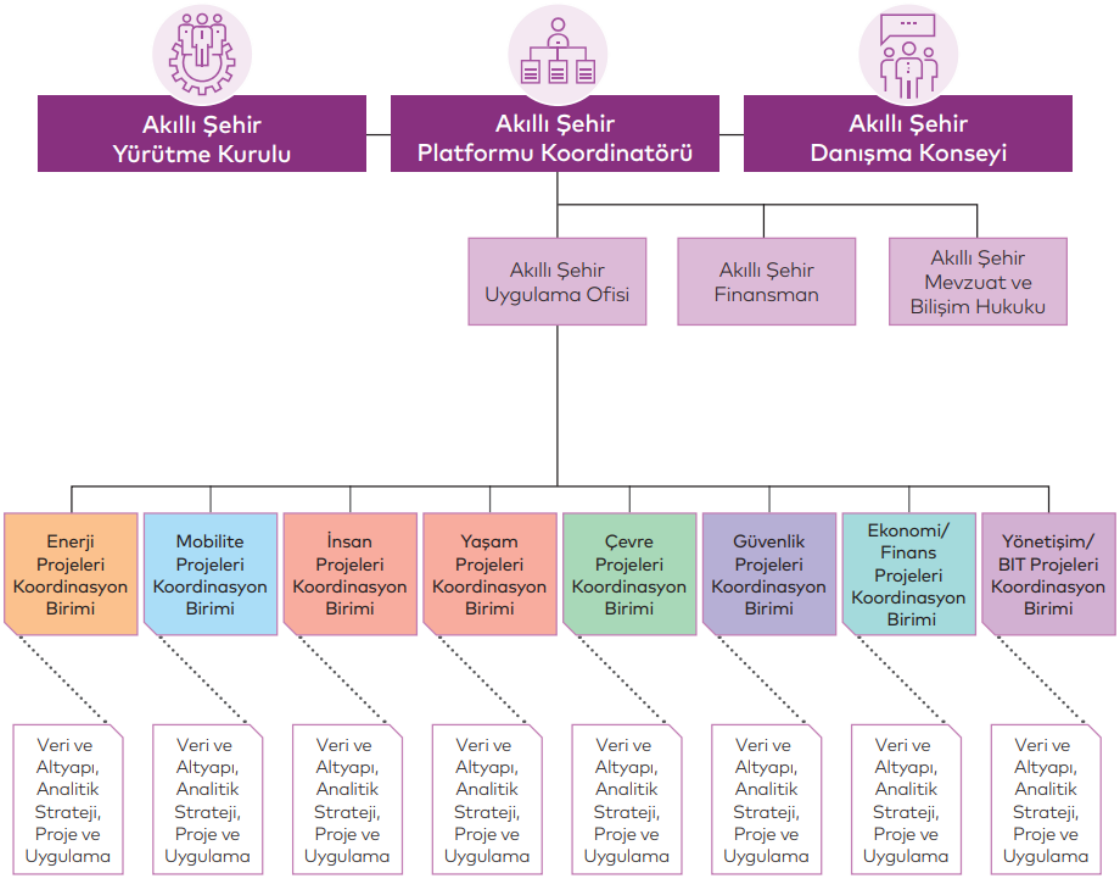
Kayseri'de akıllı kavşak projeleri, trafik akışını optimize etmek ve çevresel etkileri azaltmak için hayata geçirilmiştir. Ayrıca, bu projeler trafik akışını optimize etmek ve çevresel etkileri azaltmak amacıyla geliştirilmektedir. Kavşaklara yerleştirilen sensörler sayesinde trafik yoğunluğu anlık olarak kontrol edilmekte. Bu sistem sayesinde, yoğunluğun daha fazla olduğu güzergâhlara otomatik olarak geçiş önceliği verilmektedir. Gereksiz beklemeleri önleyerek trafik sıkışıklığını azaltmakta, yakıt tasarrufu sağlamakta ve sera gazı emisyonlarını azaltmaktadır. Şekil 7 bu projenin içeriğini özetlemektedir [39].

Şekil 7. Kayseri'de geliştirilen akıllı kavşak elemanları [39].

Ayrıca, Kayseri 2017 yılında Avrupa Komisyonu'nun desteklediği "Covenant of Mayors" (Belediye Başkanları Sözleşmesi) programına katılarak, 2030 yılına kadar karbon salınımını %40 oranında azaltmayı taahhüt etmiştir [29]. Bu doğrultuda hazırlanan Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı, şehrin tüm sektörlerini kapsayan uzun vadeli hedefler belirleyerek, çevre dostu politikaların hayata geçirilmesine yönelik bir yol haritası sunmaktadır.

6. AKILLI KENTLERDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM YÖNETİM UYGULAMALARI VE POLİTİKALARI

2030 yıllına kadar planlanan İstanbul Akıllı Şehir Stratejik Projesi çerçevesinde sürdürülebilir ulaşımının mümkün kılınması için çeşitli birimler oluşturularak tüm ülkelerde herkesin katılım göstermesi gerektiğini vurgulanmıştır [40]. Bunun için Şekil 8'de gösterilen organizasyon şeması örnek alınabilmektedir [41,42,43].



Şekil 8. Akıllı şehirlerde uygulanabilir yönetişim platformu örneği [41,42,43].

Akıllı kentlerde sürdürülebilir ulaşım politikaları Tablo 1'de gruplandırılmıştır.

Tablo 1. Sürdürülebilir ulaşım politikaları [44,45,46].

Politikalar	***Kapsamı***
Toplu taşıma sistemlerinin geliştirilmesi	➢ Metro, tramvay ve otobüs hatlarının çeşitlendirilmesi ve entegre edilmesi ➢ Elektronik bilet sisteminin oluşturulması ➢ Elektrikli ve hibrit araçların geliştirilmesi ➢ Durak ve istasyonların kolay erişebilir hale getirilmesi
Alternatif ulaşım modellerinin teşvik edilmesi	➢ Bisiklet yollarının arttırılması ➢ Yaya dostu şehir planlaması ➢ Araç paylaşımı ve Elektrikli scooterler sistemleri
Akıllı ulaşım sistemlerinin kullanımı	➢ Trafik akışını optimize eden akıllı sinyalizasyon sistemleri ➢ Gerçek zamanlı trafik ve toplu taşıma bilgisi sunan mobil uygulamalar ➢ Otonom ve elektrikli araçların tavsiye edilmesi ➢ Elektronik ödeme sistemlerinin yaygınlaştırılması gibi uygulamalar hayata geçirilmelidir.
Çevreci ulaşım stratejilerine önem verilmesi	Doğal kaynakların kontrollü kullanımı ile ulaşım sistemlerine entegre edilmesi.
Kamu ve özel sektör işbirliği	➢ Yerel yönetimlerin ve özel girişimlerin ortak projeler geliştirmesi ➢ Finansman modellerinin araştırılması ve uygulanması ➢ Kamuoyunun bilinçlendirilmesi

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, akıllı şehir uygulamaları, sürdürülebilir ulaşım alanında büyük ilerlemeler kaydetmektedir. Trafik yoğunluğunun azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması ve çevresel etkilerin en aza indirilme için akıllı kavşak sistemleri, toplu taşıma entegrasyonu, otonom ve elektrikli araç kullanımı gibi çeşitli yenilikçi teknolojilerin kullanılması gerektiğini ortaya çıkmıştır.

Ancak, bu sistemlerin etkinliğini artırmak için bölgesel ve ulusal düzeyde kapsamalı politika ve stratejilerin uygulanması gerekmektedir. Bu doğrultuda, şu öneriler sunulabilir:

1. **Entegre Ulaşım Sistemleri:** toplu taşıma, bisiklet ve scooter yolları, yaya dostu alanlar ve paylaşımlı araç kullanımını kapsayan ortak ulaşım sistemleri geliştirilmelidir.
2. **Veri Tabanlı Ulaşım Yönetimi:** haftanın her günü ve her saati trafik durumunun izlenmesi ve analiz sistemleri kullanılarak trafik akışı optimize edilmelidir.
3. **Elektrikli ve Otonom Araç Teşvikleri:** sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin yaygınlaşması için elektrikli ve otonom araçlara yönelik yönetim uygulanmalıdır.
4. **Yasal ve Finansal Destek Projeleri:** Akıllı ulaşım sistemlerle ilgili ülke genelinde yasal düzenlemeler ve yatırımlar yapılmalı, finansal destekler sağlanmalıdır.
5. **Halka Yönelik Farkındalık ve Bilgilendirme Programları:** sürdürülebilir ulaşımın önemi konusunda farkındalık yaratmak için eğitim programları ve kampanyalar düzenlenmelidir.

Akıllı kentlerde sürdürülebilir ulaşım sistemlerinin başarıya ulaşması, teknoloji ve inovasyonun doğru stratejilerle desteklenmesine bağlıdır. Bu yönde atılacak adımlar, şehirlerin daha yaşanabilir, verimli ve çevreci bir yapıya kavuşmasına sağlayacağı düşünülmektedir.

8. KAYNAKÇA

[1] S. Esfandi, S. Tayebi, J. Byrne, J. Taminiau, G. Giyahchi, and S. A. Alavi, "Smart Cities and Urban Energy Planning: An Advanced Review of Promises and Challenges," *Smart Cities*, vol. 7, no. 1, pp. 414–444, 2024, doi: 10.3390/smartcities7010016.
[2] M. Batty *et al.*, "Smart cities of the future," *Eur. Phys. J. Spec. Top.*, vol. 214, no. 1, pp. 481–518, 2012, doi: 10.1140/epjst/e2012-01703-3.
[3] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi, "Internet of things for smart cities," *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–32, 2014, doi: 10.1109/JIOT.2014.2306328.
[4] M. T. Akpına and M. Atak, "1990'dan 2020'ye Akıllı Şehir Çalışmalarının Bibliyometrik Analizi," 2020.
[5] F. Moura and J. de A. e Silva, "Smart Cities: Definitions, Evolution of the Concept, and Examples of Initiatives," no. 2000, pp. 989–997, 2021, doi: 10.1007/978-3-319-95873-6_6.
[6] F. Russo, C. Rindone, and P. Panuccio, "The process of smart city definition at an EU level," *WIT Trans. Ecol. Environ.*, vol. 191, pp. 979–989, 2014, doi: 10.2495/SC140832.
[7] Ö. Yılmaz, "Karayolu Ulaşımında Akıllı Ulaştırma Sistemleri," p. 6, 2012.
[8] H. İna, *Akıllı Şehir Viyana Çerçeve Stratejisi 2019–2050 Viyana'nın Sürdürülebilir Kalkınma Stratejisi*. Viyanan Belediye İdaresi, 2019.
[9] European Smart cities, "The smart city model." Accessed: Apr. 05, 2025. [Online]. Available: https://www.smart-cities.eu/model.html
[10] "Akıllı Şehir Bileşenleri – Akıllı Şehirler Portalı." Accessed: Apr. 09, 2025. [Online]. Available: https://www.akillisehirler.gov.tr/akilli-sehir-bilesenleri/
[11] İBB, "İstanbul Büyükşehir Belediyesi İklim İzleme Raporu 2022," 2022.
[12] A. Kwilinski, O. Lyulyov, and T. Pimonenko, "Reducing transport sector CO2 emissions patterns: Environmental technologies and renewable energy," *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 10, no. 1, p. 100217, 2024, doi: 10.1016/j.joitmc.2024.100217.
[13] F. Gündoğan, "Akıllı Ulaşım," *T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanl.*, 2022, [Online]. Available: https://www.akillisehirler.gov.tr/akilli-ulasim/
[14] UNEP, "UN Enviroment Annual Report, Empowering People to Protect the Planet," no. December 2016, p. 20, 2016, [Online]. Available: https://wedocs.unep.org
[15] A. S. Odas, "Akıllı Şehirler : Teknoloji ile Sürdürülebilir Geleceğe Yolculuk," pp. 1–22, 2024.
[16] R. G. Öztaş Karlı and S. Çelikyay, "Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) Üzerine Türkiye'deki

Politikaların Araştırılması," *Akıllı Ulaşım Sist. ve Uygulamaları Derg.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–14, 2022, doi: 10.51513/jitsa.1090659.
[17] "Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) - Haberleşme Genel Müdürlüğü." Accessed: Apr. 11, 2025. [Online]. Available: https://hgm.uab.gov.tr/akilli-ulasim-sistemleri-aus
[18] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Başkanlığı, "Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı," 2023.
[19] Y. Taştan and H. Kaymaz, "Otonom Araçların Önündeki Zorluklar," *Int. J. Adv. Eng. Pure Sci.*, vol. 33, no. 2, pp. 195–209, 2021, doi: 10.7240/jeps.741594.
[20] Ö. Ercoşkun, *Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Otonom Araçlar ve Kente Etkileri*, no. January. 2023.
[21] S. Jordan *et al.*, "The rise of electric vehicles — 2020 status and future expectations Progress in Energy The rise of electric vehicles — 2020 status and future expectations," 2020.
[22] S. Islam, "Advancements in Battery Technology for Electric Vehicles: A Comprehensive Analysis of Recent Developments," *Glob. Mainstream J.*, no. November, pp. 1–28, 2023, doi: 10.62304/jieet.v2i02.63.
[23] D. Gielen, F. Boshell, D. Saygin, M. D. Bazilian, N. Wagner, and R. Gorini, "The role of renewable energy in the global energy transformation," *Energy Strateg. Rev.*, vol. 24, no. January, pp. 38–50, 2019, doi: 10.1016/j.esr.2019.01.006.
[24] T.C. Ulaştırma ve Altyapı Başkanlığı, "Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Yer Seçiminin Belirlenmesi ve Simülasyon Programının Oluşturulması," pp. 1–23, 2023.
[25] M. Sasidharan, M. Eskandari Torbaghan, and M. Burrow, "Using waste plastics in road construction," no. May, 2019, [Online]. Available: https://www.xe.com/
[26] "From Waste to Wonder: The Road Made Entirely of Recycled Plastic | Orbia." Accessed: Dec. 03, 2024. [Online]. Available: https://www.orbia.com/this-is-orbia/news-and-stories/plastic-road/
[27] "PlasticRoad offers circular infrastructure made from plastic waste on a large scale | VolkerWessels." Accessed: Dec. 03, 2024. [Online]. Available: https://www.volkerwessels.com/en/nieuws/plasticroad-offers-circular-infrastructure-made-plastic-waste-large-scale
[28] J. K. Appiah, V. N. Berko-Boateng, and T. A. Tagbor, "Use of waste plastic materials for road construction in Ghana," *Case Stud. Constr. Mater.*, vol. 6, pp. 1–7, 2017, doi: 10.1016/j.cscm.2016.11.001.
[29] C. Bilgi, S. Genel, M. Akıllı, Ş. Proje, Y. Standartlarının, and B. Hizmeti, "Uluslararası Örnekler İnceleme Ve Türkiye İçin Uygun İçerik Ve Modellere İlişkin Öneriler Raporu," 2020.
[30] "Amsterdam Smart City: A World Leader in Smart City Development." Accessed: Apr. 11, 2025. [Online]. Available: https://www.beesmart.city/en/smart-city-blog/smart-city-portrait-amsterdam
[31] "Akıllı Şehir Amsterdam." Accessed: Apr. 11, 2025. [Online]. Available: https://akillisehir.com/idet/41/866/akilli-sehir-amsterdam
[32] "Amsterdam." Accessed: Apr. 05, 2025. [Online]. Available: https://www.akillisehir.com/idet/4/31/amsterdam
[33] Ajuntament de Barcelona, "Barcelona Sustainable Urban Mobility Plan," 2023.
[34] Y. Boz and T. Çay, "Şehri Akıllı Yapan Özellikler ve Dünyada Öne Çıkan Akıllı Şehirler," no. 0312, pp. 23–25, 2019.
[35] "Singapur | Otonom Araçlar Projesi – Akıllı Şehirler Portalı." Accessed: Apr. 10, 2025. [Online]. Available: https://www.akillisehirler.gov.tr/2023/08/14/singapur-otonom-araclar-projesi/
[36] "İstanbulkart." Accessed: Apr. 05, 2025. [Online]. Available: https://www.istanbulkart.istanbul/
[37] "İstanbul Senin - Anasayfa." Accessed: Apr. 11, 2025. [Online]. Available: https://istanbulsenin.istanbul/
[38] Z. Bilici and V. Babahanoğlu, "Akıllı Kent Uygulamaları ve Konya Örneği," pp. 124–139, 2018.
[39] Kayseri Büyükşehir Belediyesi, "Akıllı Kavşak İmalatları ve Trafik Kontrol Merkezi Kapsamında Yapılan Faaliyetler Hakkında Bilgi Notu", [Online]. Available: https://www.kayseri.bel.tr/akilli-ulasim-sistemleri-sbmd
[40] R. Adolph, "2030 İstanbul Akıllı Şehir Stratejik Planı," pp. 1–23, 2016.
[41] T.C.Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, *Akıllı Ulaşım Sistemleri Çalıştayı Bildiriler Kitabı*. 2012. [Online]. Available: https://www.uab.gov.tr/uploads/pages/kutuphane/4c46eca73870407-5ea0428bce223.pdf
[42] H. Gerçek, "Sürdürülebilir Ulaşım Politikaları," *Ankara UlaşımÇalıştayı, ABŞB EGO Genel*

Müdürlüğü, 2019.
[43] E. Öncü and A. Öncü Yıldız, “Sürdürülebilir Ulaşım : Devlet Bunun Neresinde ?,” no. 312.
[44] Ş. ve İ. D. B. T.C. Çevre, “Akilli Sehir Finansman Raporu”.
[45] F. Cirit, *Sürdürülebilir Kentiçi Ulaşım Politikaları ve Toplu Taşıma Sistemlerinin Karşılaştırılması*. 2014.
[46] H. Knoflacher and E. Vesile Ocalır, “Sürdürülebilir Ulaşım Kavramı Üzerine Tartışmalar,” *İnşaat Mühendisleri Odası 9. Ulaştırma Kongresi*, pp. 51–58, 2011, [Online]. Available: http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/16621.pdf

KİSTİK FİBROZİSLE İLİŞKİLİ GENLERİN VE MİRNA'LARIN IN SİLİCO YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

Öğr. Gör.Dr. Gözde ÖZTAN
Istanbul Faculty of Medicine, Istanbul University, Department of Medical Biology, Istanbul, Turkey
ORCID ID: 0000-0002-2970-1834

ÖZET

Kistik Fibrozis (KF), esas olarak CFTR genindeki mutasyonlardan kaynaklanan yaşamı sınırlayan otozomal resesif bir hastalıktır. Hastalıktaki klinik heterojenlik, genler ve mikro RNA'lar gibi genetik faktörlerin etkili olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, kapsamlı in silico biyoinformatik yaklaşımları kullanarak KF ile ilişkili genleri ve miRNA'ları tanımlamayı amaçlamaktadır.

Çalışmada öncelikle GeneCards veri tabanı kullanarak hastalıkla ilişkili aday genler (Skor 50 ve üzeri) belirlendi. miRNet veri tabanı üzerinden KF ile ilişkili miRNA'lar tespit edildi. Ardından KEGG DISEASE veri tabanı kullanarak hastalığın bağlantılı olduğu yolaklar tanımlandı. STRING aracılığıyla Protein-protein etkileşimi (PPI) zenginleştirme ağları oluşturularak, KF ile etkileşim halinde olan genler belirlendi.

Çalışma sonucunda, GeneCards 50 ve üzeri skorlamaya göre 9 genin ve miRNet veri tabanı üzerinden 44 miRNA'nın KF ile ilişkili olduğu belirlendi. *CFTR, TERT, RTEL1, PARN, TGFB1, KIF21A, CLCN1, PKHD1* ve *SFTPC* genlerinin ve hsa-let-7e, hsa-mir-17, hsa-mir-18a, hsa-mir-21, hsa-mir-25, hsa-mir-31, hsa-mir-221, hsa-mir-223, hsa-mir-23b, hsa-mir-27b, hsa-mir-30b, hsa-mir-141, hsa-mir-143, hsa-mir-145, hsa-mir-125a, hsa-mir-146a, hsa-mir-155, hsa-mir-106b, hsa-mir-200a, hsa-mir-99b, hsa-mir-370, hsa-mir-335, hsa-mir-432, hsa-mir-494, hsa-mir-708, hsa-miR-16-5p, hsa-mir-451a, hsa-mir-199a, hsa-mir-1246, hsa-mir-636, hsa-mir-885, hsa-mir-509, hsa-mir-34, hsa-mir-199, hsa-mir-548, hsa-mir-449c, hsa-mir-1247, hsa-mir-1276, hsa-mir-3170, hsa-mir-181a, hsa-mir-125b, hsa-mir-138, hsa-mir-101, hsa-mir-124 miRNA'larının KF ile ilişkili olduğu bulundu. KEGG DISEASE veri tabanında "hsa04380: Osteoklast farklılaşması, hsa04971: Mide asidi salgısı, hsa04530: Sıkı Bağlantı, hsa02010: ABC taşıyıcıları" yolaklarının KF ile bağlantılı olduğu tespit edildi. STRING veri tabanının gen ontolojisi zenginleştirmesinde KF'nin "GO:0002526:Acute inflammatory response" biyolojik sürecinde yer aldığı görüldü.

Bu in silico analiz, Kistik Fibrozis'in moleküler mekanizması hakkında kapsamlı bir sistem biyolojisi perspektifi sunmaktadır.

Belirlenen genler ve miRNA'ların hastalık patogenezinde düzenleyici bir rol olduğunu düşündürmektedir.

Anahtar kelimeler: Kistik fibrozis, in silico analiz, CFTR geni, biyoinformatik, genetik hastalıklar

DETERMINATION OF GENES AND MIRNAS ASSOCIATED WITH CYSTIC FIBROSIS BY SILICO METHODS

ABSTRACT

Cystic fibrosis (CF) is an autosomal recessive disease that limits life caused by mutations in the CFTR gene. Clinical heterogeneity in the disease suggests that genetic factors such as genes and microRNAs may be effective. This study aims to identify CF-associated genes and miRNAs using comprehensive silico bioinformatic approaches.

In the study, firstly, candidate genes associated with the disease (score 50 and above) were determined using the GeneCards database. CF-associated miRNAs were identified through the miRNet database. Then, using the KEGG DISEASE database, the paths to which the disease is linked were defined. The genes that interact with CF were identified by creating protein-protein interaction (PPI) enrichment networks through STRING.

As a result of the study, 9 genes were determined to be associated with CF according to GeneCards scoring of 50 and above and 44 miRNAs from the miRNet database.

CFTR, TERT, RTEL1, PARN, TGFB1, KIF21A, CLCN1, PKHD1, and *SFTPC* genes and hsa-let-7e, hsa-mir-17, hsa-mir-18a, hsa-mir-21, hsa-mir-25, hsa-mir-31, hsa-mir-221, hsa-mir-223, hsa-mir-23b, hsa-mir-27b, hsa-mir-30b, hsa-mir-141, hsa-mir-143, hsa-mir-145, hsa-mir-125a, hsa-mir-146a, hsa-mir-155, hsa-mir-106b, hsa-mir-200a, hsa-mir-99b, hsa-mir-370, hsa-mir-335, hsa-mir-432, hsa-mir-494, hsa-mir-708, hsa-miR-16-5p, hsa-mir-451a, hsa-mir-199a, hsa-mir-1246, hsa-mir-636, hsa-mir-885, hsa-mir-509, hsa-mir-34, hsa-mir-199, hsa-mir-548, hsa-mir-449c, hsa-mir-1247, hsa-mir-1276, hsa-mir-3170, hsa-mir-181a, hsa-mir-125b, hsa-mir-138, hsa-mir-101, hsa-mir-124 miRNA's were associated with CF.

"HSA04380: Osteoclast Differentiation, HSA04971: Gastric Acid Secretion, HSA04530: Tight Junction, HSA02010: ABC Transporters." The STRING database's gene ontology enrichment revealed that CF was associated with the biological process "GO:0002526:Acute inflammatory response".

This silico analysis offers a comprehensive systems biology perspective about the molecular mechanism of cystic fibrosis. It suggests that the specified genes and miRNAs have a regulatory role in the pathogenesis of the disease.

Keywords: Cystic fibrosis, in silico analysis, CFTR gene, bioinformatics, genetic diseases

1. GİRİŞ

Kistik Fibrozis (KF), kistik fibroz transmembran iletkenlik düzenleyici (CFTR) genindeki mutasyonlardan kaynaklanan otozomal resesif bir hastalıktır. CFTR geni, çoklu organ sistemlerindeki epitel hücrelerinin apikal membranında ifade edilen bir klorür ve bikarbonat kanalını kodlamaktadır. KF'li kişilerde genin 2 kusurlu kopyası bulunmaktadır ve neredeyse evrensel olarak tekrarlayan sinopulmoner enfeksiyonlardan muzdariptirler. Ek olarak, KF'li kişilerde genellikle endokrin, gastrointestinal, pankreas, karaciğer ve üreme bozuklukları gelişmektedir [1]. Tanımlanan ilk KF mutasyonu, delta F508 (ΔF508), CFTR proteininin 508. amino asit pozisyonunda fenilalanin kodlayan ekzon 10'daki 3 baz çiftinin delesyonudur. KF'nin klinik şiddeti, CFTR proteininin yokluğuna veya işlev bozukluğuna neden olan belirli mutasyonlardan etkilenmektedir. ΔF508 için homozigotluk genellikle klasik KF semptomlarının ve klinik sonuçların ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Ancak, farklı mutasyonlar ve mutasyon kombinasyonları (bileşik heterozigotluk) farklı protein işlev bozukluğu derecelerine neden olmaktadır. Bileşik heterozigot olan bireyler her alelde farklı KF mutasyonlarına sahiptir [2]. Akciğerde, mutant CFTR genellikle ölümle sonuçlanan içsel ve büyük bir proinflamatuar fenotipe neden olabilmektedir. Akciğerdeki proinflamatuar ortam, sitokin interlökin-8'in (IL8) yüksek seviyelerini göstermektedir. Aslında, yüksek IL8 seviyeleri, patolojik inflamasyon ve enfeksiyon belirtileri histolojik olarak tespit edilebilmeden çok önce, etkilenen yenidoğanların akciğerlerinde tespit edilebilmektedir. Bu nedenle, mutant CFTR genlerinin etkileri doğumdan hemen sonra başlayabilmektedir [3].

CFTR, ATP bağlayıcı kaset (ABC) taşıyıcı süper ailesine (ABC alt ailesi) aittir ve ATP bağlanmasında rol oynayan iki hidrofilik nükleotid bağlayıcı alan (NBD1 ve NBD2); her biri altı hidrofobik-heliks segmenti olan iki transmembran alan (MSD1 ve MSD2) ve cAMP'ye bağlı fosfokinaz A'yı içeren çoklu fosforilasyon bölgelerine sahip bir sitoplazmik düzenleyici alan (R) olmak üzere beş alandan oluşmaktadır. Vahşi tip (wt)-CFTR, transmembran segmentleri TM7 ve TM8 arasında iki ekstraselüler asparagin (Asn) bağlantılı N-glikozilasyon bölgesi sunmaktadır. Kanal açılıp kapanması, NBD1-NBD2'nin alternatif dimerizasyonu ve ayrışmasıyla hassas bir şekilde düzenlenmektedir. Aktivasyon, R alanının PKA aracılığıyla fosforilasyonu ile başlamaktadır ve NBD alanlarının ATP'ye bağlanmasını ve ardından hidrolizini gerektirmektedir. Protein fosfatazlar aracılığıyla R bölgesinin defosforilasyonu kanalın kapanmasını teşvik etmektedir [4].

CFTR mutasyonları gen fonksiyonu üzerindeki etkilerine göre beş farklı gruba ayrılabilmektedir. Sınıf I mutasyonları erken durdurma kodonları nedeniyle kusurlu protein üretimine yol açmaktadır, Sınıf II mutasyonları yanlış lokalizasyon nedeniyle protein

işlenmesini engellemektedir, Sınıf III mutasyonları nükleotid bağlanma alanlarını etkileyerek düzenlemede hatalara ve işlevsiz klorür kanallarına neden olmaktadır, Sınıf IV mutasyonları membranı kaplayan alanları ve iletkenlik ve/veya geçit özelliklerini etkilemektedir. Sınıf V mutasyonları CFTR proteininin sentezini azaltanları içermektedir. Fenotip-genotip korelasyonları çoğu KF fenotipi için yukarıdaki kategorizasyon kullanılarak oluşturulmamış olsa da şiddetli pankreas yetmezliği olan çoğu kategori I, II ve III mutasyonu için bir korelasyon gözlemlenmiştir [5].

Kistik Fibrozis tedavileri, doğrudan CFTR defektine odaklanmak yerine büyük ölçüde CFTR disfonksiyonunun sonuçlarına odaklanmıştır. KF, akciğer hastalığı, sık görülen pulmoner enfeksiyonlar (alevlenmeler) ve sonunda solunum yetmezliğinden ölümle karakterizedir. Farmakolojik tedaviler arasında, ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, nebülize antibiyotikler ve bronkodilatörler, nebülize mukolitik ajanlar (DNase), pankreas enzim replasman tedavisi (PERT), vitamin ve besin takviyeleri ve ayrıca bakım ve alevlenme hedefli antibiyotikler bulunmaktadır [6]. Neredeyse tüm KF hastalarının, duodenumda enzimleri serbest bırakan asit dirençli dış yüzeylere sahip mikroküre preparatları kullanarak yemeklerle birlikte pankreas enzimi ikamesine ihtiyacı vardır. Steatore, simetidin, ranitidin veya omeprazol ile adjuvan tedaviyle kontrol edilebilmektedir. KF hastalarında yüksek yağlı, yüksek kalorili gıda alımının gerekli olduğu konusunda evrensel bir fikir birliği vardır. Normal büyüme ve beslenmeyi güvence altına almak için normal önerilerin %150'si veya daha fazlası kalori alımı gerekli olabilmektedir. Agresif antimikrobiyal tedavi neredeyse normal büyüme ve beslenmeye yol açmaktadır [7].

Bu çalışmanın amacı, kapsamlı in silico biyoinformatik yaklaşımları kullanarak KF ile ilişkili genlerin ve miRNA'ların tanımlanmasıdır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. GeneCards veri tabanı kullanarak hastalıkla ilişkili aday genlerin tespiti

GeneCards, tüm açıklamalı ve tahmin edilen insan genleri hakkında kapsamlı, kullanıcı dostu bilgiler sağlayan, aranabilir, bütünleştirici bir veritabanıdır. GeneCards veri tabanı üzerinden belirlenen KF ile ilişkili genler (50 ve üzeri skor değerine sahip) çalışmaya dahil edildi.

2.2. miRNet veri tabanı üzerinden KF ile ilişkili miRNA'ların belirlenmesi

miRNet, ağ tabanlı görsel analizler aracılığıyla kullanıcıların verilerini mevcut bilgilerle bütünleştirerek miRNA işlevlerinin açıklığa kavuşturulmasına yardımcı olmak üzere tasarlanmış, kullanımı kolay, web tabanlı bir platformdur. Çalışmada, KF ile ilişkili miRNA'lar miRNet veri tabanı üzerinden tespit edildi.

2.3. KEGG DISEASE veri tabanından yolakların seçimi

KEGG DISEASE, her biri insan hastalık genleri ve/veya patojenlerinin bir listesini içeren hastalık girdilerinin bir koleksiyonudur. KEGG DISEASE veri tabanı kullanarak KF ile bağlantılı yolaklar seçildi.

2.4. STRING veri tabanından biyolojik süreç (Gen Ontolojisi) zenginleştirmesi

STRING veri tabanından KF'nin gen ontolojisi zenginleştirmesi yapılarak biyolojik süreçler ve protein-protein etkileşimleri belirlendi.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Kistik Fibrozis ile ilişkili genlerin belirlenmesi

GeneCards veri tabanından (https://www.genecards.org/) KF ile ilişkili (Skor değeri: ≥ 50) 9 gen olduğu tespit edildi (Tablo 1).

Tablo 1. Kistik Fibrozis gen listesi

Gen Sembolü	Tanım	Skor
CFTR	CF Transmembran İletkenlik Düzenleyici	472.27
CFTR-AS1	CFTR Antisense RNA 1	165.84
TERT	Telomeraz Ters Transkriptaz	145.06
RTEL1	Telomer Uzamasının Düzenleyicisi Helikaz 1	136.92
PARN	Poli(A)-Spesifik Ribonükleaz	81.50
TGFB1	Dönüştürücü Büyüme Faktörü Beta 1	78.05
KIF21A	Kinesin Ailesi Üyesi 21A	57.60
CLCN1	Klorür Voltaj Kapılı Kanal 1	55.87
SERPINA1	Serpin Ailesi A Üyesi 1	51.46

3.2. Kistik Fibrozis ile ilişkili miRNA'ların tespiti

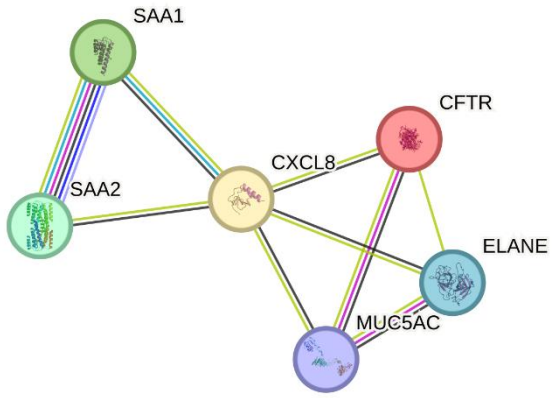
miRNet veri tabanı üzerinden (https://www.mirnet.ca/) hsa-let-7e, hsa-mir-17, hsa-mir-18a, hsa-mir-21, hsa-mir-25, hsa-mir-31, hsa-mir-221, hsa-mir-223, hsa-mir-23b, hsa-mir-27b, hsa-mir-30b, hsa-mir-141, hsa-mir-143, hsa-mir-145, hsa-mir-125a, hsa-mir-146a, hsa-mir-155, hsa-mir-106b, hsa-mir-200a, hsa-mir-99b, hsa-mir-370, hsa-mir-335, hsa-mir-432, hsa-mir-494, hsa-mir-708, hsa-miR-16-5p, hsa-mir-451a, hsa-mir-199a, hsa-mir-1246, hsa-mir-636, hsa-mir-885, hsa-mir-509, hsa-mir-34, hsa-mir-199, hsa-mir-548, hsa-mir-449c, hsa-mir-1247, hsa-mir-1276, hsa-mir-3170, hsa-mir-181a, hsa-mir-125b, hsa-mir-138, hsa-mir-101, hsa-mir-124 miRNA'larının KF ile ilişkili olduğu tespit edildi.

3.3. KEGG DISEASE veri tabanından KF ile ilişkili yolaklar

KEGG DISEASE veri tabanı (https://www.genome.jp/kegg/disease/) kullanarak "hsa04380: Osteoklast farklılaşması, hsa04971: Mide asidi salgısı, hsa04530: Sıkı Bağlantı, hsa02010: ABC taşıyıcıları" yolaklarının KF ile bağlantılı olduğu belirlendi.

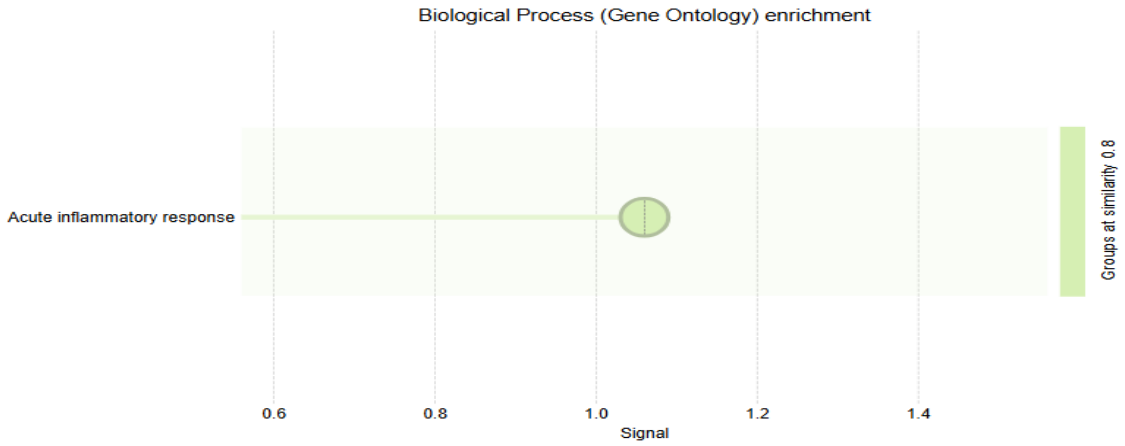
3.4. STRING veri tabanından Gen Ontolojisi zenginleştirmesiyle KF'nin biyolojik süreçlerin tespiti

STRING aracılığıyla (https://string-db.org/) Protein-protein etkileşimi (PPI) zenginleştirme ağları oluşturuldu. *SAA1*, *SAA2*, *CXCL8*, *CFTR*, *MUC5AC* ve *ELANE* genlerinin KF ile etkileşim halinde olduğu belirlendi (PPI zenginleştirme p değeri: 2.67e-07) (Şekil 1).



Şekil 1. KF'deki PPI zenginleştirme ağı

STRING veri tabanının gen ontolojisi zenginleştirmesinde KF'nin "GO:0002526:Akut inflamatuar yanıt " biyolojik sürecinde olduğu tespit edildi (Şekil 2).



Şekil 2. KF'de gen ontolojisi zenginleştirmesi

SONUÇLAR

Kistik fibroz, bir klorür kanalı olan CFTR gen mutasyonları ile karakterize edilen genetik hastalıktır. Bu çalışmada, in silico biyoinformatik yaklaşımlarla KF ile ilişkili genetik ve epigenetik düzenleyicilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Hastalıkla bağlantılı genlerin ve miRNA'ların tanımlanması, hastalığın ilerlemesini ve kronik enfeksiyon, iltihaplanma ve diğer sistemik belirtiler gibi hastalıkla ilişkili süreçler için bireysel risk faktörlerini tahmin etmede potansiyel bir etkiye sahiptir. KEGG ve STRING veri tabanları aracılığıyla elde edilen yolak ve gen ontolojisi zenginleştirme analizleriyle, akut inflamatuar yanıt, ABC taşıyıcı sistemleri ve hücreler arası bağlantı mekanizmalarından oluşan biyolojik süreçlerde rol oynayabileceğini ortaya konulmuştur. Tüm bu veriler, KF'nin patogenezine katkıda bulunan moleküler yolakların daha iyi anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Tespit edilen genler ve miRNA'ların tanı, prognostik süreçlerin takibi ve potansiyel hedefe yönelik tedavi stratejilerinde kullanılabilirliğini göstermektedir.

REFERANSLAR

1. Miller AC, Comellas AP, Hornick DB, Stoltz DA, Cavanaugh JE, Gerke AK, Welsh MJ, Zabner J Polgreen PM. (2020). Cystic fibrosis carriers are at increased risk for a wide range of cystic fibrosis-related conditions, Proc Natl Acad Sci U S A 117(3), 1621-1627.
2. Shulman LP. (2005). Cystic fibrosis screening, J Midwifery Womens Health 50(3), 205-10.
3. Pollard HB, Eidelman O, Jacobson KA Srivastava M. (2001). Pharmacogenomics of cystic fibrosis, Mol Interv 1(1), 54-63.
4. Liessi N, Pedemonte N, Armirotti A Braccia C. (2020). Proteomics and Metabolomics for Cystic Fibrosis Research, Int J Mol Sci 21(15).
5. Fedick AM, Zhang J, Edelmann L Kornreich R. (2019). Prenatal Diagnosis of Cystic Fibrosis, Methods Mol Biol 1885(221-231.
6. Carter SC McKone EF. (2016). Pharmacogenetics of cystic fibrosis treatment, Pharmacogenomics 17(13), 1453-63.
7. Sangiuolo F, D'Apice MR, Bruscia E, Lucidi V Novelli G. (2002). Towards the pharmacogenomics of cystic fibrosis, Pharmacogenomics 3(1), 75-87.

MRSA ETKENLİ NEKROTİZAN FASİİT VE EŞLİK EDEN OSTEOMYELİT: DİYABETİK HASTADA AĞIR SEYİRLİ BİR ENFEKSİYON OLGUSU

Assist. Prof. Dr. Enes DALMANOĞLU
Balıkesir University, Faculty of Medicine, Department of Infectious Diseases and Clinical Microbiology, Balıkesir, Türkiye.
ORCID: 0000-0003-4425-5649

ÖZET

Nekrotizan fasiit (NF), özellikle bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda hızla ilerleyen, yüksek mortalite oranına sahip bir yumuşak doku enfeksiyonudur. Diyabetes mellitus (DM), vasküler yetmezlik ve nöropati gibi komplikasyonlar nedeniyle bu hasta grubunda NF gelişme riski artmıştır. Ayrıca, enfeksiyon derin dokulara ilerleyerek osteomyelit gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Bu sunumda, tip 2 DM zemininde gelişen, Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA) etkenli NF'ye eşlik eden osteomyelit olgusu paylaşılmıştır. On iki yıldır tip 2 DM tanısı ile izlenen, 64 yaşında erkek hasta, 4 gündür sağ ayakta şiddetli ağrı, şişlik, kötü kokulu yara akıntısı ve ateş şikayetleri ile başvurdu. Hastanın yakınmalarının öncesinde ayakta travma ya da yara öyküsü bulunmamaktadır. Fizik muayenede sağ ayakta 1. ve 2. parmak plantar yüzeyini kapsayan, yaklaşık 5x6 cm boyutunda, nekrotik ve pürülan akıntılı lezyon saptandı. Çevre dokularda ödem, eritem ve palpasyonla krepitasyon mevcuttu. Ateşi 38.7 °C, nabzı 108/dk ve kan basıncı 95/60 mmHg olarak ölçüldü. Laboratuvar tetkiklerinde lökositoz (WBC: 32.200/µL), CRP: >199 mg/L, prokalsitonin: 3.1 ng/mL, HbA1c: %9.6 idi. Ayak direkt grafisinde yumuşak dokularda gaz görünümü ve 1. metatars kemikte destrüksiyon ile uyumlu bulgular izlendi. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile 1. metatars ve falanks kemiklerini içeren osteomyelit saptandı. NF ve eşlik eden osteomyelit tanısıyla hasta acil cerrahi ve enfeksiyon hastalıkları bölümlerine yönlendirildi. Acil koşullarda yapılan sınırlı debridman sonrası, ampirik olarak piperasilin-tazobaktam ve linezolid tedavileri başlandı. İlk 24 saat içinde alınan derin yara ve kemik dokusu kültürlerinde MRSA üremesi saptanması üzerine tedavi linezolid (600 mg IV, 2x1) ile devam edildi, diğer antibiyotik kesildi. Yatışının 2. gününde ortopedi ve plastik cerrahi eşliğinde ileri düzey cerrahi debridman uygulandı. Kültür sonuçları doğrultusunda uzun süreli linezolid tedavisine devam edildi. Takip eden günlerde enfeksiyon parametrelerinde gerileme (WBC: 11.200/µL, CRP: 86 mg/L) ve klinik iyileşme izlendi. Osteomyelit nedeniyle planlanan total tedavi süresi 6 hafta olarak belirlendi. Yatış süresince glisemik kontrol sağlandı, yara bakımı multidisipliner ekip tarafından düzenli olarak sürdürüldü. Hasta 28. gününde oral linezolid ile evde tedaviye devam edilmek üzere taburcu edildi ve enfeksiyon ile ortopedi polikliniklerine kontrollere çağrıldı. Diyabetik bireylerde gelişen NF olgularında MRSA gibi dirençli etkenlerin göz önünde

bulundurulması, derin doku ve kemik tutulumu açısından ileri görüntüleme yapılması ve multidisipliner yaklaşım büyük önem taşır. Osteomyelit eşlik eden olgularda uzun süreli antibiyoterapi ve cerrahi yaklaşım tedavinin temelini oluşturur.

Anahtar Kelimeler: Nekrotizan fasiit, MRSA, osteomyelit, diyabetes mellitus, yumuşak doku enfeksiyonu, cerrahi debridman

MRSA-ASSOCIATED NECROTIZING FASCIITIS AND CONCURRENT OSTEOMYELITIS: A SEVERE INFECTION CASE IN A DIABETIC PATIENT

ABSTRACT

Necrotizing fasciitis (NF) is a rapidly progressing soft tissue infection with a high mortality rate, particularly in immunocompromised individuals. In patients with diabetes mellitus (DM), the risk of developing NF is increased due to complications such as vascular insufficiency and neuropathy. Moreover, the infection may extend to deep tissues, leading to serious complications such as osteomyelitis. In this case report, we present a case of NF caused by methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), accompanied by osteomyelitis, in a patient with type 2 DM.

A 64-year-old male with a 12-year history of type 2 DM presented with complaints of severe pain, swelling, malodorous wound discharge, and fever in the right foot for the past four days. There was no history of trauma or previous foot wounds. On physical examination, a necrotic and purulent lesion measuring approximately 5×6 cm was observed on the plantar surface of the first and second toes of the right foot. Surrounding tissues showed edema, erythema, and crepitus on palpation. Vital signs were as follows: body temperature 38.7 °C, heart rate 108 bpm, and blood pressure 95/60 mmHg. Laboratory investigations revealed leukocytosis (WBC: 32,200/µL), CRP >199 mg/L, procalcitonin 3.1 ng/mL, and HbA1c 9.6%. Plain radiography of the foot showed gas in the soft tissues and bone destruction compatible with involvement of the first metatarsal bone. Magnetic resonance imaging (MRI) confirmed osteomyelitis involving the first metatarsal and phalangeal bones. With a diagnosis of NF and concomitant osteomyelitis, the patient was urgently referred to the departments of surgery and infectious diseases. Limited debridement was performed under emergency conditions, and empiric antibiotic therapy with piperacillin-tazobactam and linezolid was initiated. Within the first 24 hours, MRSA growth was detected in deep wound and bone tissue cultures, leading to continuation of linezolid (600 mg IV, twice daily) and discontinuation of the other antibiotic. On the second day of hospitalization, the patient underwent extensive surgical debridement in

coordination with orthopedics and plastic surgery. Based on culture results, long-term treatment with linezolid was maintained. In the following days, inflammatory markers showed improvement (WBC: 11,200/µL, CRP: 86 mg/L), and the patient's clinical condition improved. Due to the osteomyelitis, a total antibiotic treatment duration of six weeks was planned. During hospitalization, glycemic control was achieved, and wound care was regularly provided by a multidisciplinary team. On day 28, the patient was discharged with continuation of oral linezolid therapy at home, and scheduled for follow-up in infectious diseases and orthopedic outpatient clinics. In cases of NF in diabetic patients, it is essential to consider resistant pathogens such as MRSA, perform advanced imaging to assess deep tissue and bone involvement, and adopt a multidisciplinary approach. In cases complicated by osteomyelitis, prolonged antibiotic therapy combined with surgical management forms the cornerstone of treatment.

Keywords: Necrotizing fasciitis, MRSA, osteomyelitis, diabetes mellitus, soft tissue infection, surgical debridement

PROBİYOTİKLERİN DİYABETİK TESTİS HASARINDA OLUŞAN STRESE ETKİSİ

Müge KARAKAYALI
Izmir Democracy University, Faculty of Medicine, Department of Medical Microbiology
ORCID: 0000-0001-5779-4102
Erdoğan KOCAMAZ
Manisa Celal Bayar University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology
ORCID: 0000-0002-5508-0461
İbrahimTUĞLU
Manisa Celal Bayar University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology
ORCID: 0000-0002-0569-8415

ÖZET

Diyabet (DB), önemli bir sağlık sorunudur. Seminifer tübül yapısını değiştirip spermatogonia sayısını azaltarak erkek kısırlığı yapar. Bu çalışma, probiyotikler (PB) için, diyabetli sıçanların testis dokularında oluşan histopatolojik değişiklikler ile oksidatif stres ve apoptoz üzerindeki etkisini araştırıldı. DB modeli, Albino sıçanlara 40 mg/kg i.p. STZ uygulanmasıyla indüklendi. Kontrol (KR) , DB ve DB+PB olarak gruplandırıldı (n=7). PB, yaklaşık dozlarda oral yoldan uygulandı. PB (NBL Probiyotik Gold Preparatı) oral yoldan 200 mg/günlük 4 hafta süreyle uygulandı. Biyokimyasal olarak Süperoksit dismutaz (SOD) ve Malondialdehit (MDA) bakıldı. Histokimyasal analizlerde HE örnekler Johnson skorlaması ve kollajen MT boyamanın skorlaması ile değerlendirildi. İmmünohistokimyasal incelemede, oksidatif stres için eNOS ve apopitoz için Kaspaz 3 işaretlemeleri h-skor ile ölçüldü. DB ile oluşan strese bağlı oldukça anlamlı artan MDA ve azalan SOD değerleri, azalan Johnson skorlaması, azalan MT boyaması, artan NOS ve Kas3 işaretlemeleri PB uygulaması ile anlamlı bir şekilde değiştirildi. PB uygulamasının anti-oksidan, anti-apoptotik ve anti-diyabetik etkisinin erkek kısırlığında klinik kulllanımı olabilecek potansiyeli bulunduğu düşünüldü.

Anahtar Kelimeler: Sıçan, Diyabet, Probiyotik, İnfertilite.

EFFECT OF PROBIOTICS ON STRESS IN DIABETIC TESTICULAR DAMAGE

ABSTRACT

Diabetes (DB) is an important health problem. It causes male infertility by changing the structure of seminiferous tubules and reducing the number of spermatogonia. This study investigated the histopathological changes in the testicular tissues of diabetic rats and their effects on oxidative stress and apoptosis for probiotics (PB). DB model was induced by 40 mg/kg i.p. STZ application to Albino rats. They were grouped as Control (CR), DB and DB+PB (n=7). PB was administered orally at approximate doses. PB (NBL Probiotic Gold Preparation) was administered orally at 200 mg/day for 4 weeks. Superoxide dismutase (SOD) and

Malondialdehyde (MDA) were examined biochemically. In histochemical analyses, HE samples were evaluated with Johnson scoring and collagen MT staining scoring. In immunohistochemical examination, eNOS for oxidative stress and Caspase 3 labeling for apoptosis were measured with h-score. Significantly increased MDA and decreased SOD values, decreased Johnson scoring, decreased MT staining, increased NOS and Kas3 labeling due to stress caused by DB were significantly changed by PB application. It was thought that the antioxidant, anti-apoptotic and anti-diabetic effects of PB application have the potential to be used clinically in male infertility.

Keywords: Rat, Diabetes, Probiotic, Infertility.

1. GİRİŞ

Diabet (DH), insülinin etkisiz kalması sonucu oluşan; birlikte metabolizması düzensizliğinin eşlik ettiği hiperglisemi ile seyreden kronik metabolik bir sendromdur. Diyabet hastalığının gelişiminde genetik ve çevresel faktörler birlikte rol oynar. Diyabet, sperm sayısında ve sperm motilitesindeki azalmaya bağlı olarak infertiliteye neden olan bir faktördür. Diyabete bağlı erkek infertilitesi önemli bir sorun olup çözümü için yeni arayışlar sürmektedir (Creasy D ve ark 2012, Dağaşan S ve Erbaş O 2021). Probiyotikler (PB), gıdalarda yaygın olarak bulunur ve birçok tıbbi alanda diyet yardımcıları ve farmakolojik ürünlere alternatif olarak rol oynar. Deneysel çalışmalar, bağırsak mikrobiyotasının diyabet gelişiminde ve olası komplikasyonlarında önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Açlık kan şekerini, insülin duyarlılığını ve oksidatif stresi iyileştirebilecekleri ve infertilite de yararlı olabilecekleri düşünülmüştür (Alves MG ve ark 2013, Rahimiyan-Heravan M ve ark 2020). Üreme sistemi mikrobiyotasındaki son çalışmalar, sağlık ve üremedeki rolünü, PB için üreme sağlığı üzerindeki yararlı etkilerini ve ilişkili hastalıkların önlenmesine katkıları ortaya çıkarılmıştır. Önceki bir çalışmada, ebeveyn yüksek fruktozlu beslenmenin neden olduğu prediyabetin, değiştirilmiş epigenetik hafızayı yavrulara aktarabildiğini gösterilmiştir. Ebeveyn PB takviyesi bu hafızayı silebileceği ve yavruları patolojik özelliklerin nesiller arası aktarımından koruyabileceği düşünülmüştür. (Baynest HW ve ark 2015, Benioudakis E ve ark 2021, Feng T ve ark. 2020). Glikoz metabolizması spermatogenezde önemli bir faktör olup, yapılan klinik ve deneysel çalışmalarda, testis biyopsilerinde spermatogenez sürecinde histolojik değişiklikler izlenmiştir. Diyabetin sperm üzerindeki başlıca komplikasyonları, seminal sıvıda artan reaktif oksijen radikal (ROS) üretimine bağlı oksidatif stres, lipoperoksidasyon, sperm DNA'sının onarımındaki genlerin ekspresyonunun etkilenmesiyle oluşan DNA fragmantasyonu, mitokondriyal DNA delesyonu, erektil disfonksiyon, azalmış sperm sayısı ve hareketliliği sayılabilir (Condorelli ve ark. 2018). İnsülin eksikliği, leydig hücre fonksiyonunu, testosteron

üretimini, FSH'deki düşüş nedeniyle sperm üretimini ve fertilizasyon oranını azalmaktadır. Bunun yanında, 1 ay boyunca STZ uygulanan farelerde, STZ'nin oluşturduğu zararlı etkiden kurtulmak için mitokondriyal ATP üretiminde artış gibi adaptasyonlar gözlemlenmiştir. Enerji üretimi ve serbest radikal yönetimindeki bu değişiklikler sperm konsantrasyonu ve hareketliliği üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Diyabet, spermatogenezi sırasındaki epigenetik modifikasyonu etkileyebilir. Bu durum, erkek germ hücre hattı yoluyla birden fazla nesile geçerek diyabet riskini artırabilir (Gundala NK ve ark . 2018).

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Deney prosedürü

Manisa Celal Bayar Üniversitesi Deney Hayvanları Araştırmaları Etik Kurulu (19/07/2022 tarih ve 77.637.435/236) deneyleri onayladı. 2019-022 no'lu proje. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi deney hayvanları laboratuvarında deneyde 21 adet sağlıklı erkek ve 250±50 g Wistar albino sıçan kullanıldı. Hayvan sayıları için G-Power V.3.1 (Heinrich Heine University of Düsseldorf) kullanıldı. Sıçanlar rastgele üç gruba ayrıldı. Grup 1 (KR, n=7), Grup 2 (DB, n=7) ve Grup 3 (DB+ PB, n=7) olarak belirlendi. Tüm sıçanlar ideal koşullarda barındırıldı. Sıçanlar, patojen içermeyen bir hayvan tesisinde, yiyecek ve suya serbest erişime sahip, havalandırmalı kafeslerde (21 ◦C, 12 saatlik karanlık ışık döngüsü) barındırıldı. Protokol ve biyoetik onayına uygun olarak hiçbir işlem sırasında anestezi veya analjezi uygulanmadı. Sıçanlara, ciddi sıkıntı belirtileri göstermeleri halinde deneyin planlanan bitiminden önce ötenazi yapılması gerekiyordu, ancak böyle bir olay yaşanmadı.

2.2. Diyabetin indüksiyonu

Streptozotosin (STZ), sıçanlarda diyabeti tetiklemek için 40 mg/kg dozunda intraperitoneal (İP) olarak uygulandı [47,48]. Diyabeti tetiklemek için (enjeksiyondan 5 dakika önce hazırlandı), STZ, pH4'te % 0,9 sodyum klorür ve 100 mM sodyum sitrat tamponu içerisinde çözüldü (taze, ışıktan korunarak). Açlık kan şekeri seviyeleri, sıçanın lateral kuyruk damarına STZ enjeksiyonundan 7 gün sonra ölçüldü ve diyabetin indüklendiğini doğrulamak için bir glukometre (Accu_chek) kullanılarak incelendi. Bu çalışmada kan şekeri düzeyi 300 mg/dl'nin üzerinde olan diyabetik sıçanlar kullanıldı.(Khaki A ve ark.2010).

2.3. Probiotik uygulaması

Deneyin tamamlanmasına kadar probiyotik preparatı günlük olarak gavajla uygulandı. Formülasyonda $2,5x10^9$ *Enterococcus faecium*, $2,5x10^9$ *Lactobacillus acidophilus*, $2,5x10^9$ *Lactobacillus rhamnosus*, $2,5x10^9$ *Bifidobacterium longum* ve $2,5x10^9$ *Bifidobacterium bifidum'dan* oluşan bulaşıcı olmayan bakteri karışımı kullanıldı. L. rhamnosus HN001 ve L.

acidophilus (NBL Probiotic Gold Nobel-Farma NCFM®), deneyin başlangıcından ötanaziye kadar günde bir kez yaklaşık 200.000 - 210.000 CFU'ya (koloni oluşturan birim) karşılık gelen 200 mg/gün dozlarında oral gavaj olarak uygulandı. Probiyotikler her sabah aynı saatte verildi (Karakayalı EM ve ark 2023).

2.4. Kan Şekerlerinin Ölçülmesi

STZ uygulamasından dört saat sonra deneklerin yiyecekleri tekrar verildi. Üç gün sonra, 6 saatlik açlık sonrası kuyruk ucundan alınan kandan el glukometresi (Accu-check) ile kan sekeri değerleri ölçüldü ve 250 mg/dl üzeri kan şekerine sahip olan denekler diyabet kabul edildi (Mercan ve ark. 2020).

2.5. Vücut Ağırlıklarının Ölçülmesi

Deney başlangıcında ve bitişinde her sıçanın vücut ağırlığı ölçüldü. Ölçülen ağırlıkların farkı istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

2.6. Biyokimya

2.6.1 Oksitadif stress

Toplam serum antioksidan seviyeleri kontrollü sıcaklıkta (Kia-Zist, İran) spektrofotometrik bir yöntem kullanılarak ölçüldü. Bu yöntemde 2-2-azino-di3-etil benzotiazolin sülfonat (ABTS), peroksidaz ve H_2O_2 ile inkübe edilerek 600 nm'de optik absorpsiyona sahip ABTS katyon radikalleri üretildi. Numunedeki antioksidanlar renk üretimini engeller ve konsantrasyon litre başına milimol cinsinden rapor edilir. MDA kalorimetrik yöntem (Kia-Zist, İran) kullanılarak ölçüldü. Bu reaksiyonda lipit peroksidasyon ürünü (MDA), 532 nm'de maksimum ışık emilimine sahip olan TBA reaktifi ile renkli bir kompleks oluşturur

2.7. Histopatoloji

2.7.1. Testis Dokularının Alınması

4 haftanın sonunda sıçanlara intramuskuler anestezi (50 gr/ml ketamin ve 100 mg/ml ksilazin) uygulanarak servikal dislokasyon yöntemiyle sakrifiye edildi. Histokimyasal analizler için sağ testisler fiksatifine alındı.

2.7.2. Testis Dokularının Histopatolojisi

Numuneler toplandı ve %4 formaldehit ile işleme tabi tutuldu. Daha sonra koronal kesitler parafine gömülmüş bloklardan Hematoksilen Eozin (HE) ve Masson Trichrom (MT) ile boyandı ve fotoğrafları dijital ortamda incelendi. Bunlar ayrıca morfometrik puanlama ile analiz edildi. 1'den 5'e kadar değişen bir ölçekte derecelendirildi. (Guo et al., 2020).

2.7.3. Johnsen Skoru

Seminifer tübüllerdeki hasarlanmanın derecesini göstermek için Johnsen testis biyopsi skoru yöntemiyle değerlendirildi. Her gruptan x20 objektifte rastgele 10 farklı tübül incelendi ve her

tübül kesitine 1 ile 10 arasında bir derece verildi. Gruplar arası farklılık istatistiksel olarak değerlendirildi.

2.7.4. NOS ve KASPAZ İmmünohistokimya

Testis dokularından mikrotom cihazı ile 5µm kalınlığında kesitler polizinli lamlara alındı. Kesitler alındıktan sonra 1 gece 60 oC'lik etüvde deparafinizayon için bekletildi. Lamlar ertesi sabah iki değişim ksilende 30'ar dk. tutulduktan sonra rehidratasyon için azalan alkol serilerinden (%96, %80, %70, %60) geçirildi ve ardından distile su ile yıkandı. Daha sonra dokular 3 tekrar 5 dk. PBS (Thermo Fisher, katalog no: 18912014) ile yıkandı ve her dokunun üzerine %3'lük hidrojen peroksit eklenildi ve 5 dk beklenildi. Daha sonra lam üzerindeki her bir dokunun etrafı Pap Pen (İnvitrogen) ile çizildi. Dokular üzerine tripsin (Thermo Fisher, katalog no: TA-125TR) eklendi ve 37oC'de 10 dk. beklenildi. Sonrasında PBS ile 3 kere yıkanan dokular üzerine bloking solüsyonu (Thermo Fisher, Ultra Vision, katalog no: TP-125-HL) damlatıldı ve 10 dk. beklendi. Daha sonra dokular PBS ile yıkanmadan direkt primer antikor NOS ve Kaspaz3 (Santa Cruz, sc-33725 konuldu ve +4^{o}C'de 1 gece inkübe edildi. Ertesi sabah dokular PBS ile 3 kere yıkandı ve üzerine biyotinlenmiş sekonder antikor eklendi ve 10 dk. beklendi. Daha sonra dokular tekrar PBS ile 3 kere yıkandı ve üzerlerine streptavidin peroxidase eklendi ve tekrar 10 dk. beklendi.Bu aşamadan sonra dokular tekrar PBS ile 3 kere yıkanıp immün reaksiyonun gözlenmesi için DAB (Thermo Scientific, katalog no: 34002) ile belirli süre inkübe edildi. Daha sonra yıkanan PBS ve distile su ile yıkanan dokular çekirdek boyması için Mayer's Hematoksilen (Skytek) ile boyandı. Son olarak yıkanan ve artan alkol serilerinden geçirilen dokular 30 dk. ksilende beklendi ve entellan ile kapama yapıldı. Alınan doku kesitlerinden elde edilen preperatlar üzerinde rastgele seçilen 10 alanda sayılan 100 hücre üzerinde H-skor analizi yapıldı. İHK boyama sonuçları H-skor ile incelenerek değerlendirilecektir. Boyanma oranı semikantitatif olarak derecelendirilecek ve 0 = hücrelerin %1'den azında boyanma; 1+ = hücrelerin %1- 10'unda boyanma; 2+ = hücrelerin %11-50'sinde boyanma; 3+ = hücrelerin %51-80'inde boyanma; 4+ = hücrelerin %80'inden fazlasında boyanma ile boyanma şiddeti de 0 = boyanma yok; 1 = soluk; 2 = orta dereceli; 3 = yoğun olarak kör yöntemle belirlenecektir. Daha sonra "(1+boyanma şiddeti/3) x boyanma oranı" formülü ile toplam skor hesaplanacaktır. Elde edilen bulgular ile gruplar arasındaki farklılık Tek yönlü-ANOVA testi ile saptanacak ve $p<0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilecektir

2.8. İstatistik Analiz

İstatistiksel analiz, tek yönlü bir varyans analizi (ANOVA) ve ardından GraphPad Prism programı 8.3.1 (San Diego, CA) kullanılarak post hoc çoklu karşılaştırmalar kullanılarak gerçekleştirildi. $P \leq 0,05$ değerleri anlamlı kabul edildi.

3. BULGULAR

3.1. Biyokimya

Bulgularımız diyabetin oksidan serum MDA düzeylerini artırırken aynı zamanda antioksidan SOD düzeylerini önemli ölçüde ($P < 0.001$) azalttığını göstermektedir. PB ile SOD seviyeleri anlamlı ($p < 0.05$) derecede arttı ve MDA seviyeleri düştü (Figür 1, 2).

Fig 1. SOD

Fig 2. MDA

3.2. Ağırlık ve AKŞ

Vücut ağırlıklarının karşılaştırılması için Two-way Anova testi kullanıldı ve $p<0,05$ olan değerler istatiksel olarak anlamlı kabul edildi. Deney başındaki ile deney sonundaki vücut ağırlıkları karşılaştırıldığında KR ile karşılaştırıldığında DB ve DB+PB gruplarında bir düşüş gözlendi. PB ile bu düşüş azaldı. İstatistiksel olarak anlamlılık ($p<0,01$) bulundu. (Figure 3).

Figür 3. Deney Gruplarında İlk ve Son Vücut Ağırlıkları Farkı.

Deney süresince kan şekeri düzeyleri KR ile karşılaştırıldığında DB ve DB+PB gruplarında bir artış gözlendi. DB ile çok anlamlı ($p<0,001$) artan AKŞ, PB ile İstatistiksel olarak anlamlı ($p<0,01$) bir şekilde azaldı. (Figür 4).

Figür 4. AKŞ

3.3. Histopatoloji

DB grubu testis kesitlerinde seminifer tübül duvarındaki spermatogenik hücrelerde dejeneratif değişiklikler ve hücresel kayıplarla beraber tübüllerde atrofi izlenmektedir.

DB ile çok anlamlı ($p<0,001$) artan testis hasarının, PB ile anlamlı ($p<0,01$) bir şekilde azaldığı saptandı (Figür 5).

Figür 5. HE.

MT boyamalarında DB ile intertisyel alanda ve kan damarlarının etrafında belirgin şekilde kollajenin bozulduğu ve fibröze bağlı bağ dokusu artışı gözlendi.

Bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$). PB ile anlamlı ($p<0,05$) geri döndürüldü (Figür 4). (Figür 6).

Figür 6. MT.

NOS işaretlemelerinde KR grubuna göre DB grubunda intertisyel alanda ve kan damarlarının etrafında anlamlı ($p<0,001$) şekilde oksidatif stres artışı gözlendi.
DB ile artan oksidatif stresin PB ile anlamlı ($p<0,05$) olarak azaldığı izlendi (Figür 5). (Figür 7).

Figür 7. eNOS.

Kaspaz3 işaretlemelerinde KR grubuna göre DB ile apopitozda artış gözlendi. Bu artış istatistiksel olarak oldukça anlamlı bulundu ($p<0,001$).
PB ile bu hücre ölümünün anlamlı ($p<0,05$) şekilde geri döndüğü gözlendi (Figür 8).

Figür 8. Kaspaz3.

4.TARTIŞMA

Bu çalışmanın en önemli bulgusu, PB uygulamasının diyabetik erkek sıçanlarda kısırlığa yol açan diyabetle ilişkili komplikasyonları optimum düzeyde azaltabilmesidir. Bu bileşenlerin kombinasyonuyla, diyabetle ilişkili kısırlık için daha da etkili bir terapötik potansiyel gözlemledik ve bunu aşağıdaki faktörlerle kanıtladık: lipid peroksidasyon inhibisyonu, artan toplam antioksidan serum seviyeleri, iyileşen seks hormonları (FSH ve LH), sperm hareketi, stereolojik bulgular, protamin (prm1) ekspresyonunun modüle edilmiş seviyeleri ve apoptozla ilişkili genler (kaspaz 9, BCL-2). Önceki araştırmalar, diyabetteki oksidatif stresin, diyabetik sıçanlarda testis dokularına zarar verdiğini ortaya çıkarmıştı.
Johnsen skoru testis biyopsi örneklerinin değerlendirilmesinde ve subklinik varikosellerin mikrocerrahi düzeltmesini takiben infertilitede iyileşme kapasitesinin analizinde kullanılmaktadır. Seminifer tübül atrofisi ve spermatogenik hücrelerdeki azalma, morfolojik olarak spermatogenez yetmezliğinin belirteçleridir. Çalışmamızda da Johnson skor analizi kullanıldı ve diyabetik sıçanlarda skor 5 olarak bulunarak testis hasarı gösterildi. Tedavi gruplarında ise bu değer 8 olarak skorlandı. Melatonin uygulanan diyabetik sıçan testislerinde de Johnson skoru uygulanmış, diyabetik sıçanlarda 6'dan düşük olduğu ve tedavi gruplarında ise değerler yüksek olarak bulunmuştur (Guneli ve ark. 2008). Diğer bir çalışmada, kurşun

nitratın toksisitesi sonucu oluşan deneysel oligospermi modelinde mezenkimal kök hücre transplantasyonunun histolojik etkisi araştırılmış ve Johnson skor analizinde toksisiteye maruz kalan grupta 5,6 iken MKH uygulanan grupta 9 olarak saptanmıştır (Swartz MH ve ark 2009, Abd El-Salam ve ark. 2019, Teixeira TA ve ark. 2019).

Histopatolojik inceleme sonucunda, diyabetik grubun testislerinde kontrol grubuna göre seminifer tübüllerin sınırında ve çevresinde kollajen liflerinin yoğunluğunun arttığı görüldü. Tedavi gruplarında seminifer tübüller arasında daha az yoğunlukta kollajen lifler görüldü. Aziz ve ark diyabetik testislerde, çinko takviyesinin antioksidan ve antiinflamatuar etkilerini araştırdıkları çalışmada, diyabetik grupta tübüllerin etrafında yoğun kollajen lifler gözlemlemlemişlerdir. Çinko uygulamasından sonra kollajen lif yüzdesinin azaldığı bildirilmiştir (Aziz ve ark. 2018). Adipoz kaynaklı mezenkimal kök hücrelerin sisplatin kaynaklı testis hasarı üzerindeki terapötik etkisinin araştırıldığı çalışmada, tedavi grubunda intertisyel alandaki damar çevresinde, bazal membranda ve kapsüldeki kollajen lif yoğunluğunun azaldığı gösterilmiştir (Meligy ve ark. 2019).

Çalışmanın temel amacı PB kullanımının nasıl etkilediğini belirlemektir. Yüksek ROS seviyeleri erkeklerin %40'ına kadar kısırlıkla ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, bu alanda yapılan ek araştırmalar, yüksek ROS düzeylerinin erkeklerin %30-80'inde kısırlıkla bağlantılı olduğunu bulmuştur. Oksidatif stres, üreme sistemine ve sperme zarar vererek sperm hareketliliğinin azalmasına, lipid peroksidasyonuna ve oosit-sperm füzyonunun yanı sıra DNA hasarının artmasına neden olur. Çeşitli çalışmalar ROS'un spermatogenez ve sperm fonksiyonu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu bulmuştur. Aşırı ROS üretiminin sperm hareketliliğine, morfolojisine ve konsantrasyonuna zarar vermesinin yanı sıra DNA hasarına ve apoptoza neden olduğunu keşfettiler. Çok sayıda çalışma, probiyotiklerin ve bitki ekstraktlarının spermatogenez üzerindeki yararlı etkilerini göstermiştir. Çalışmamızda PB uygulamasının testis dokusunu iyileştirdiğini bulduk. Bu bulgular, probiyotiklerin ve bağırsak mikrobiyotasının kısırlıkta önemli rol oynayabileceği ve PB uygulamasının kısırlığa yardımcı olabileceği fikrini desteklemektedir (Yang T ve ark. 2020, Santacroce L. ve ark 2022).

Diabetes mellitus oksidatif strese sebep olarak hem erkeklerde hem de kadınlarda üreme fonksiyonunu bozmaktadır. Oksidatif hücre içi çok sayıda sinyal yolunda değişikliğe sebep olarak spermatozoadaki çok sayıda genin transkripsiyonel aktivitesini uyarabilmektedir. Diyabetin, testiste oksidatif stres oluşumu yanında, libido ve penil vaskülaritede azalma, erektil disfonksiyon, testiste yapısal değişiklikler ve bozulmuş hipotalamus-hipofiz-testis hormonal aksına ve bozulmuş sperm fonksiyonlarına sebebiyet verdiği bildirilmiştir. Diyabetik sıçanların testislerinde proapoptotik Bax, Bad ve c-Jun-N-terminal kinazların (JNK) upregülayonuna, B-

hücreli lenfoma 2 (Bcl-2) gibi anti-apoptotik proteinlerin inhibisyonuna sebep olarak germ hücre ölümüne sebep olduğu bildirilmiştir (Kilarkaje ve ark. 2014). Böylece, diyabetik testislerde spermatogenez sırasında, kontrolsüz apoptoz ortaya çıkmaktadır ve apoptozun karakteristik özelliklerinden biri olan spesifik DNA fragmantasyonu gerçekleşmektedir (Sisman ve ark. 2014, Tuglu D ve ark 2015).

PB uygulamasının MDA, GSH, SOD gibi oksidatif stres parametreleri düzeylerindeki etkisi araştırılabilir. Bu çalışmada deneysel olarak DB oluşturulmuş sıçanlarda gelişen oksidatif stres ile hasara uğrayan testiste hücre ölümü mekanizmasının morfolojik, histolojik ve histokimyasal yöntemlerle incelenmesi PB etkin bir tedavi yeteneğini olduğunu düşündürdü. Bu tedavi etkinlikte PB önemli bir rol oynamaktadır.

Önceki çalışmalar, PB için testis dokusunun hasarında oluşan oksidatif stres ve apoptotozdan koruduğunu kanıtlamışlardır. PB antioksidan, antiapoptotik ve anti-inflamatuar olarak bu etkiyi sağlamaktadır (Joshi T ve ark 2023, Kakoti BB ve ark 2023). Yapılan bu çalışmada, DB hasara yol açtığı ve PB uygulamasının testiste iyileştirici etkisi ortaya konuldu. Diyabet grubunda histolojik değişiklikler ağır düzeyde saptandı. Dejenere ve atrofik tübülleri yapıları belirgin olarak görüldü. PB ile tadavi edilen diyabet gruplarında, seminifer tübül yapılarının daha düzgün olduğu ve dejenarasyonun azaldığı gözlendi. Gelecek çalışmalar için, PB daha uzun süreçteki iyileştirici etkisini değerlendirmek için farklı dozlar denenebilir.

PB kullanımının tüm parametreler için tedaviyi sağlamış olması ilgili mekanizmalar üzerindendir. Bu mekanizmalar çoğunlukla bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini olumlu yönde geri kazandırmak, konağın barsak metabolizmasını kötü olan kısmını değiştirmek, epididimal inflamasyonu azaltmak (Sheng vd., 2023) ve spermatogenezi olgunlaştırarak erkek kısırlığını iyileştirmek için testis mikro çevresini geri kazandırmakla ilgilidir.

Örneğin, AOS-FMT (fekal mikrobiyata transplantasyonu)' kan ve testis metabolizmasını artırarak spermatogenezi ve semen kalitesini iyileştirmek için kullanılmış. Bunlar ise *Bacteroidales, Lactobacillaceae, Bifidobacteria, Sphingomonadales ve Campylobacterales* gibi yararlı bakterileri arttırarak işlevin geri dönmesi sağlanmıştır (Zhang ve ark., 2021).

Ayrıca Parabacteroides distasonis naklinin, testis ve bağırsakta poliamin düzeylerini artırarak testis histolojisini, indeksini, testosteron düzeylerini, spermatogenik olaylarda rol oynayan genlerin ifadesini, inflamatuar faktörleri ve oksidatif stresi iyileştirdiği gösterilmiştir (Zhao Q. ve ark., 2021).

5. SONUÇLAR

PB uygulamasının anti-oksidan, anti-apoptotik ve anti-diyabetik etkisinin erkek kısırlığında klinik kulllanımı olabilecek potansiyeli bulunduğu düşünüldü. İleri çalışmalar ile PB

mekanizmasının anlaşılması erkek infertilitesini çözerek çiftlerin bebek sahibi olmasını sağlayacağından toplumun yaşam kalitesine önemli bir katkıda bulunacaktır.

6. KAYNAKÇA

Alves MG, Martins AD, Rato L, Moreira PI, Socorro S, Oliveira PF. (2013).Molecular mechanisms beyond glucose transport in diabetes-related male infertility. *Biochimica et Biophysica Acta.* 1832(5):626-635.

American Diabetes Association (ADA) (2021).Classification and Diagnosis of Diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes-. *Diabetes Care*. 44(1):15–33.

Arıncı K, Elhan A. Ankara Nobel Tıp Kitabevi. 2020. Anatomi. 7. basım. Güneş Kitabevi:

Cameron DF, Murray FT, Drylie DD. (1985). Interstitial compartment pathology and spermatogenic disruption in testes from impotent diabetic men. *The Anatomical Record*. 213(1):53-62.

Condorelli RA, La Vignera S, Mongioì LM, Alamo A, Calogero AE. (2018). Diabetes Mellitus and Infertility: Different Pathophysiological Effects in Type 1 and Type 2 on Sperm Function. *Frontiers in Endocrinology*. 9:268.

Creasy D, Bube A, Rijk E, Kandori H, Kuwahara M, Masson R, Nolte T, Reams R, Regan K, Rehm S, Rogerson P, Whitney K. (2012). Proliferative and Nonproliferative Lesions of the Rat and Mouse Male Reproductive System. Toxicologic Pathology.40(6), 40-121.

Erbaş O. (2015). Experimental Diabetes Model. *Istanbul Bilim University Florence Nightingale Journal of Medicine*.;1:40–42.

Feng T, Liu Y. (2022). Microorganisms in the reproductive system and probiotic's regulatory effects on reproductive health. *Comput Struct Biotechnol J.* 30;20:1541-1553.

Gundala NKV, Naidu VGM, Das UN. (2018). Amelioration of streptozotocin-induced type 2 diabetes mellitus in Wistar rats by arachidonic acid. *Biochemica Biophysical Research Communications.* 496(1):105-113.

Joshi T, Singh AK, Haratipour P, Sah AN, Pandey AK, Naseri R, Juyal V, Farzaei MH. (2019). Targeting AMPK signaling pathway by natural products for treatment of diabetes mellitus and its complications. *J Cell Physiol*. 234(10):17212-17231.

Kakoti BB, Alom S, Deka K, Halder RK. (2024). AMPK pathway: an emerging target to control diabetes mellitus and its related complications. J Diabetes Metab Disord. 18;23(1):441-459.

Karakayalı EM, Kocamaz E, Alpay Ş, Önal T, Öztatlıcı M, Duruşma R, Özel HF, Mete M, Barutcuoglu M, Kutlu N, Tuğlu Mİ. (2023). Histological and electroencephalographic demonstration of probiotic effect for reduce of oxidative stress and apoptosis in experimental traumatic brain injury. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 27;29(11):1203-1211.

Khaki A, Fathiazad F, Nouri M, Khaki A, Maleki NA, Khamnei HJ, Ahmadi P. B (2010). Beneficial effects of quercetin on sperm parameters in streptozotocin-induced diabetic male rats. Phytotherapy Research.24(9):1285-1291.

Kilarkaje N, Al-Hussaini H, Al-Bader MM. (2014). Diabetes-induced DNA damage and apoptosis are associated with poly (ADP ribose) polymerase 1 inhibition in the rat testis. European Journal of Pharmacology.737:29-40.

Mercan N, Toros P, Söyler G, Hanoglu A, Kükner A. (2020). Effects of Corchorus Olitorius and Protacatechuic Acid on Diabetic Rat Testis Tissue. *International Journal of Morphology*. 38(5):1330–35.

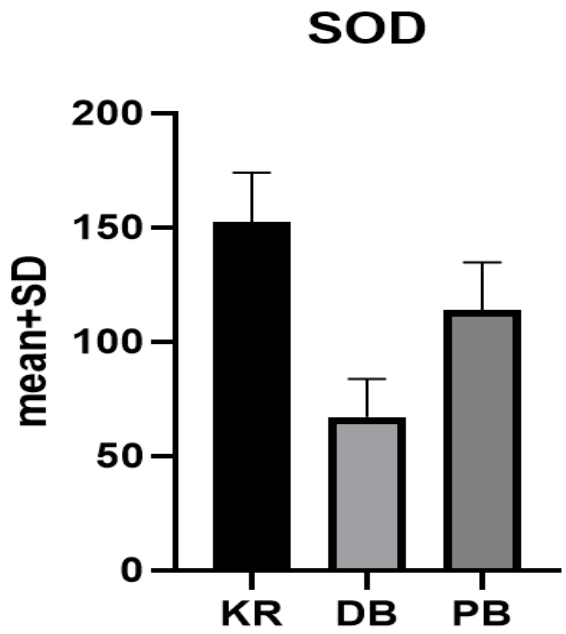
Mohapatra SK, Ranvir S, Nikam P, David J. (2019). Alleviation of Fertility Disorders Based on Probiotics Induced Immune System Improvement: A Review. Crit Rev Biomed Eng. 47(5):427-436.

Santacroce L, Imbimbo C, Ballini A, Crocetto F, Scacco S, Cantore S, Di Zazzo E, Colella M, Jirillo E. (2022). Testicular Immunity and Its Connection with the Microbiota. Physiological and Clinical Implications in the Light of Personalized Medicine. *J Pers Med.* 20;12(8):1335.

Scarano WR, Messias AG, Oliva SU, Klinefelter GR, Kempinas WG. (2006). Sexual behaviour, sperm quantity and quality after short-term streptozotocin-induced hyperglycaemia in rats. *International Journal of Andrology*. (4):482-8.

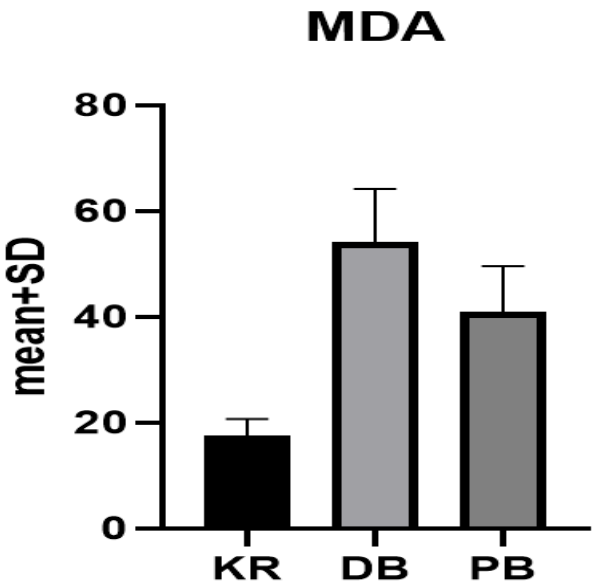
Sherif IO, Sabry D, Abdel-Aziz A, (2018). Sarhan OM. The Role of Mesenchymal Stem Cells in Chemotherapy-Induced Gonadotoxicity. *Stem Cell Research and Therapy*. 9(1):1–9.

Sheth VG, Sharma N, Kabeer SW, Tikoo K. (2022). Lactobacillus rhamnosus supplementation ameliorates high fat diet-induced epigenetic alterations and prevents its intergenerational inheritance. Life Sci. 2022 Dec 15;311(Pt A):121151.
Sisman AR, Kiray M, Camsari UM, Evren M, Ates M, Baykara B, Aksu I, Guvendi G, Uysal N. (2014). Potential novel biomarkers for diabetic testicular damage in streptozotocin-induced diabetic rats: nerve growth factor Beta and vascular endothelial growth factor. *Disease Markers.* 2014; 2014:108106.
Swartz MH. Male Genitalia and Hernias. *Textbook of Physical Diagnosis.* 2009.
Teixeira TA, Pariz JR, Dutra RT, Saldiva PH, Costa E, Hallak J. (2019). Cut-off values of the Johnsen score and Copenhagen index as histopathological prognostic factors for postoperative semen quality in selected infertile patients undergoing microsurgical correction of bilateral subclinical varicocele. *International Journal of Andrology*. 8(4):346-355.
Tuglu D, Yuvanc E, Yilmaz E, Gencay IY, Atasoy P, Kisa U, Batislam E. (2015). The antioxidant effect of dexmedetomidine on testicular ischemia-reperfusion injury. *Acta Cir Bras*. 30(6):414-21.
Yang T, Yang WX. (2020). The dynamics and regulation of microfilament during spermatogenesis. *Gene*. 20;744:144635. doi: 10.1016/j.gene.2020.144635. Epub 2020 Mar 31. PMID: 32244053.
Zhu T, Goodarzi MO. (2020). Metabolites Linking the Gut Microbiome with Risk for Type 2 Diabetes. Curr Nutr Rep. 9(2):83-93.
Zhao, Q., Huang, JF., Cheng, Y. et al. (2021). Polyamine metabolism links gut microbiota and testicular dysfunction. *Microbiome 9*, 224.



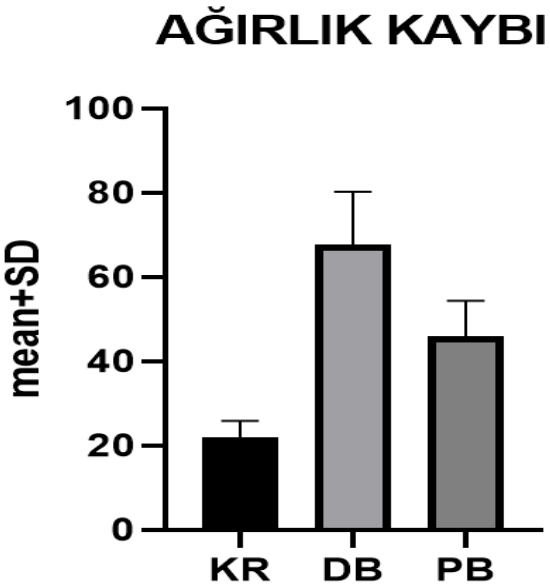
Tukey's MCT	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
KR vs. DB	-158,6	-196,8 to -120,4	Yes	****	<0,0001
KR vs. PB	-102,8	-141,0 to -64,59	Yes	****	<0,0001
DB vs. PB	55,84	17,63 to 94,05	Yes	**	0,0042

Fig 1. SOD



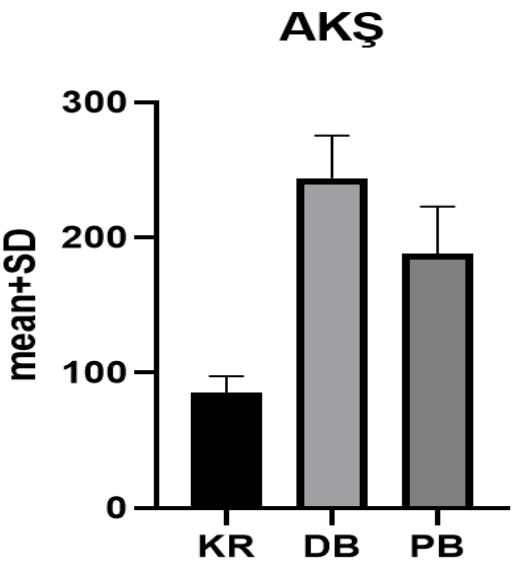
Tukey's MCT	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
KR vs. DB	-158,6	-196,8 to -120,4	Yes	****	<0,0001
KR vs. PB	-102,8	-141,0 to -64,59	Yes	****	<0,0001
DB vs. PB	55,84	17,63 to 94,05	Yes	**	0,0042

Figure 2



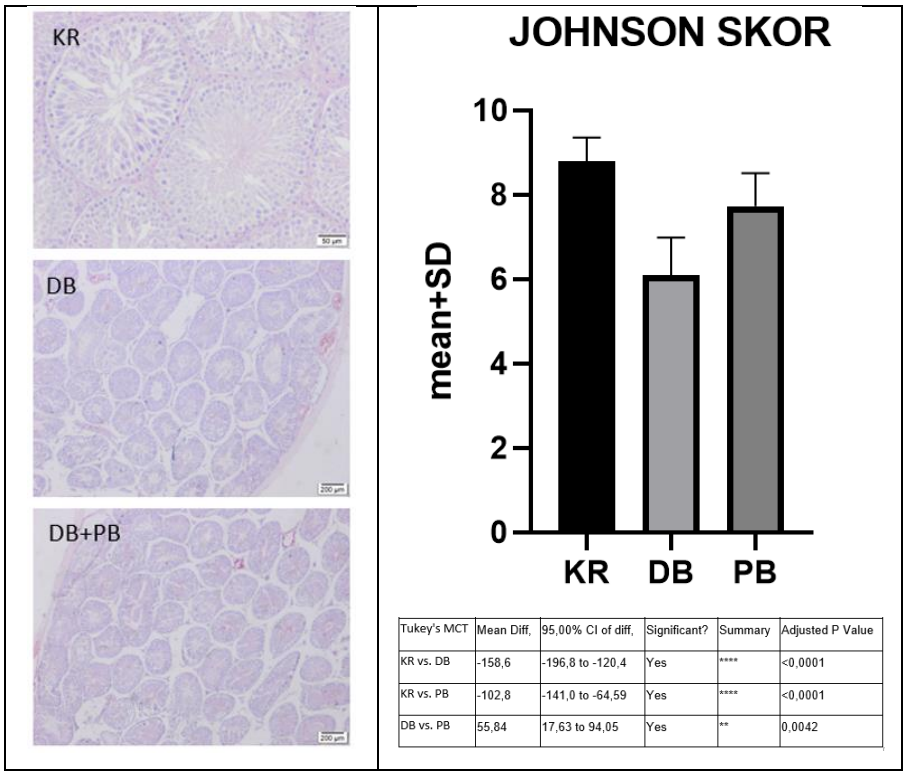
Tukey's MCT	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
KR vs. DB	-45,87	-58,20 to -33,54	Yes	****	<0,0001
KR vs. PB	-24,03	-36,35 to -11,70	Yes	***	0,0003
DB vs. PB	21,84	9,517 to 34,17	Yes	***	0,0007

Figür 3. Deney Gruplarında İlk ve Son Vücut Ağırlıkları Farkı.



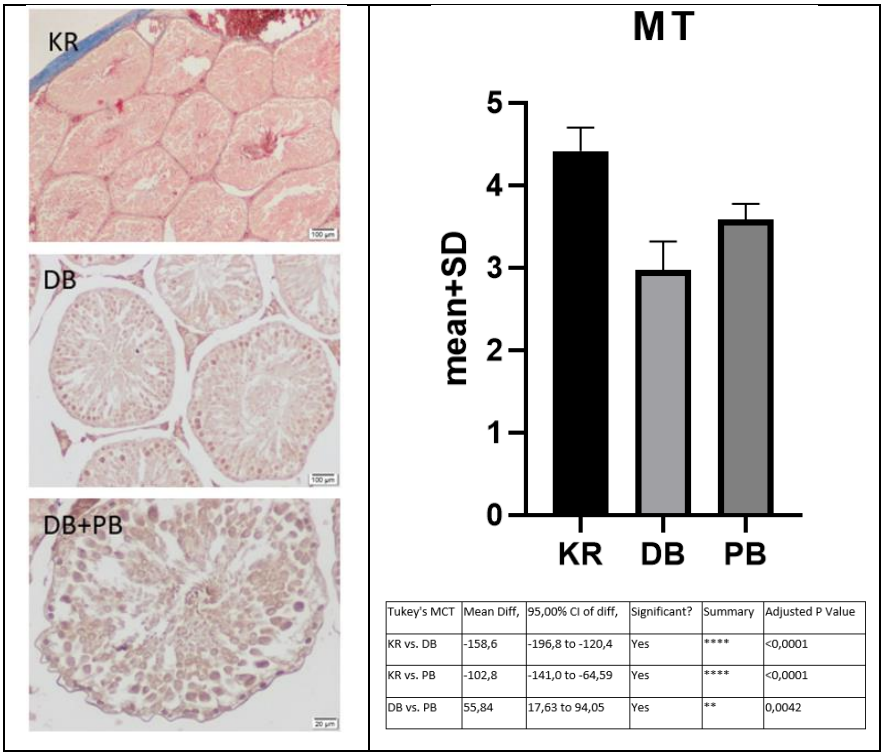
Tukey's MCT	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
KR vs. DB	-158,6	-196,8 to -120,4	Yes	****	<0,0001
KR vs. PB	-102,8	-141,0 to -64,59	Yes	****	<0,0001
DB vs. PB	55,84	17,63 to 94,05	Yes	**	0,0042

Figür 4. AKŞ



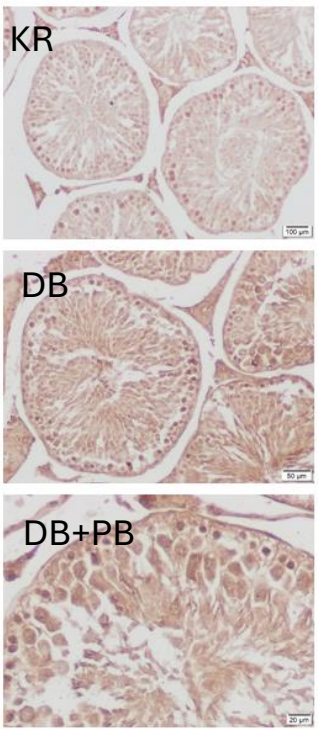
Tukey's MCT	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
KR vs. DB	-158,6	-196,8 to -120,4	Yes	****	<0,0001
KR vs. PB	-102,8	-141,0 to -64,59	Yes	****	<0,0001
DB vs. PB	55,84	17,63 to 94,05	Yes	**	0,0042

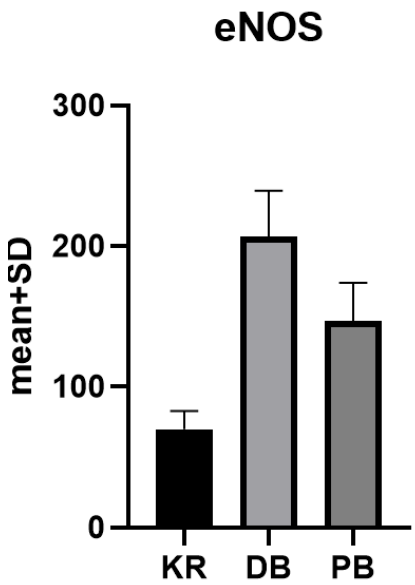
Figür 5. HE.



Tukey's MCT	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
KR vs. DB	-158,6	-196,8 to -120,4	Yes	****	<0,0001
KR vs. PB	-102,8	-141,0 to -64,59	Yes	****	<0,0001
DB vs. PB	55,84	17,63 to 94,05	Yes	**	0,0042

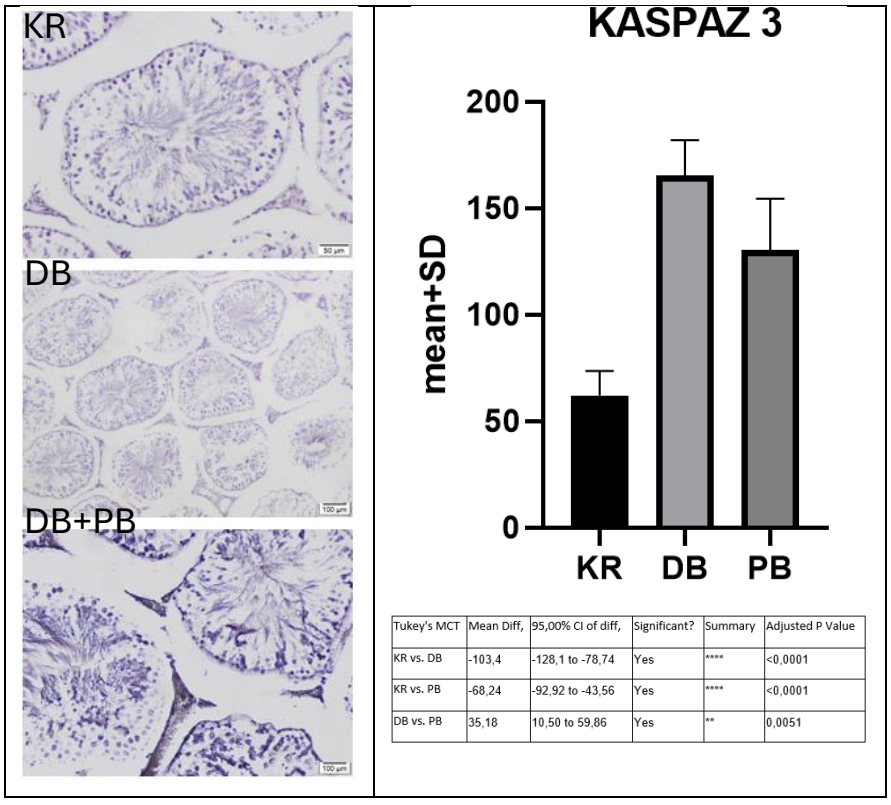
Fig 6. MT.





Tukey's MCT	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
KR vs. DB	-136,8	-171,8 to -101,8	Yes	****	<0,0001
KR vs. PB	-76,89	-111,9 to -41,92	Yes	****	<0,0001
DB vs. PB	59,90	24,93 to 94,87	Yes	**	0,0010

Fig 7. eNOS.



Tukey's MCT	Mean Diff,	95,00% CI of diff,	Significant?	Summary	Adjusted P Value
KR vs. DB	-103,4	-128,1 to -78,74	Yes	****	<0,0001
KR vs. PB	-68,24	-92,92 to -43,56	Yes	****	<0,0001
DB vs. PB	35,18	10,50 to 59,86	Yes	**	0,0051

Fig 8. Kaspaz3.

BAĞIRSAK MİKROBİYOTASI VE KANSER

Öğrenci Başak NİKSARLI
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition And Dietetics, 44210 Battalgazi, Malatya
ORCID: 0009-0005-1212-6326
Öğr. Gör. Serkan BENTLİ
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition And Dietetics, 44210 Battalgazi, Malatya
ORCID: 0000-0002-4029-7289

ÖZET

İnsan mikrobiyotası, bağışıklık sisteminin düzenlenmesinden metabolik süreçlere kadar birçok fizyolojik işlevde önemli rol oynayan dinamik bir ekosistemdir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, bağırsak mikrobiyotasının kanser gelişimi, prognozu ve tedaviye yanıt üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Mikrobiyal dengenin bozulması olarak tanımlanan disbiyoz, kanserin oluşumuna katkıda bulunabilir ya da bağışıklık yanıtlarını değiştirerek hastalığın seyrini etkileyebilir. Özellikle gastrointestinal sistem kanserleri başta olmak üzere farklı kanser türlerinde mikrobiyota bileşiminin değiştiği gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra, bağışıklık kontrol noktası inhibitörleri gibi immünoterapilere verilen yanıtın mikrobiyota ile doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir. Probiyotik, prebiyotik ve diyet düzenlemeleri gibi mikrobiyotayı hedef alan yaklaşımlar, kanser tedavisinde destekleyici stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Mikrobiyota ile bağışıklık sistemi arasındaki etkileşimlerin daha iyi anlaşılması, yeni nesil biyobelirteçlerin keşfine ve daha etkili tedavi protokollerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Kanser tedavisinde kullanılan kemoterapi ve radyoterapi gibi yöntemlerin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri de giderek daha fazla araştırılmaktadır. Bu süreçte, mikrobiyotanın korunması ve restorasyonu, tedaviye bağlı yan etkilerin azaltılmasında önemli bir strateji olarak değerlendirilmektedir. Mikrobiyota ile kanser arasındaki ilişkinin daha ayrıntılı olarak incelenmesi, kişiye özel tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Mikrobiyal düzenlemeye yönelik yeni stratejilerin, hem kanserin önlenmesi hem de tedavinin etkinliğinin artırılması açısından büyük bir potansiyel sunduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Bağırsak, bağırsak mikrobiyotası, kanser, diyet, disbiyoz

GUT MICROBIOTA AND CANCER

ABSTRACT

The human microbiota is a dynamic ecosystem that plays a significant role in many physiological functions, ranging from the regulation of the immune system to metabolic processes. Recent research has revealed the effects of the gut microbiota on cancer

development, prognosis, and response to treatment. Dysbiosis, defined as a disruption in microbial balance, can contribute to the onset of cancer or influence the course of the disease by altering immune responses. Changes in microbiota composition have been observed in various cancer types, especially gastrointestinal cancers. Additionally, the response to immunotherapies such as immune checkpoint inhibitors has been shown to be directly related to the microbiota. Approaches targeting microbiota, such as probiotics, prebiotics, and dietary modifications, are emerging as supportive strategies in cancer treatment. A better understanding of the interactions between microbiota and the immune system may contribute to the discovery of next-generation biomarkers and the development of more effective treatment protocols. The effects of cancer treatment methods like chemotherapy and radiotherapy on gut microbiota are also being increasingly investigated. In this process, the preservation and restoration of microbiota are considered crucial strategies for mitigating treatment-related side effects. A more detailed examination of the relationship between microbiota and cancer may lead to the development of personalized treatment approaches. New strategies for microbial modulation are thought to offer great potential for both the prevention of cancer and the enhancement of treatment efficacy.

Keywords: Gut, gut microbiota, cancer, diet, dysbiosis

GİRİŞ

Kanser, hücre büyüme ve bölünmesinin kontrolsüz hale gelmesiyle karakterize, çok faktörlü ve kompleks bir hastalıktır. Genetik mutasyonlar, çevresel toksinler, radyasyon, inflamasyon, immün sistem bozuklukları ve yaşam tarzı faktörleri bu sürece katkı sağlayabilmektedir. Özellikle son yıllarda insan mikrobiyotasının kanser gelişiminde etkili olduğu gösterilmiş, mikrobiyotanın metabolik ve immünolojik işlevleri üzerinden karsinogenez sürecine müdahale edebileceği öne sürülmüştür.

İnsan vücudu, yaklaşık 10^14 mikrobiyal hücreye ev sahipliği yapar. Bu mikrobiyal topluluk, genetik materyalleri ile birlikte mikrobiyom olarak adlandırılmakta ve özellikle gastrointestinal sistemde yoğunlaşmaktadır. Mikrobiyotanın dengeli yapısı, bağırsak bariyer fonksiyonu, inflamatuar yanıtın düzenlenmesi ve onkogenez süreçlerinin baskılanması için kritik öneme sahiptir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bağırsak mikrobiyotası, konakçı organizmanın sindirim, metabolizma, bağışıklık ve sinir sistemi üzerinde doğrudan etkili, karmaşık ve dinamik bir mikroorganizma topluluğudur. İnsan mikrobiyotasında en çok bulunan bakteriyel filumlar arasında Firmicutes, Bacteroidetes,

Actinobacteria ve Proteobacteria yer alır. Bu mikroorganizmalar, kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) üretimi gibi yaşamsal işlevlerde görev alır. SCFA'lar, epitel hücrelerinin enerji kaynağı olarak görev yapar, inflamasyonu baskılar ve kanser hücrelerinin büyümesini önleyebilir.

Mikrobiyotada görülen disbiyoz (denge bozulması), bağırsak geçirgenliğinde artışa, sistemik inflamasyona ve bağışıklık düzeninin bozulmasına yol açarak karsinogenez sürecini kolaylaştırabilir. Özellikle Fusobacterium nucleatum gibi bazı patojen bakterilerin kolon kanseri gelişiminde rol oynadığı saptanmıştır. Helicobacter pylori ise mide kanseri ile ilişkili en belirgin mikrobiyal etkenlerden biridir.

Beslenme alışkanlıkları, mikrobiyota kompozisyonunun şekillenmesinde belirleyici rol oynar. Akdeniz diyeti gibi yüksek lifli ve bitki temelli beslenme tarzları, Bifidobacterium ve Lactobacillus gibi faydalı bakterilerin gelişimini desteklerken, Batı tarzı beslenme; yağ ve işlenmiş ürünlerin yüksek tüketimiyle disbiyozu tetikler.

Egzersiz, mikrobiyal çeşitliliği artırarak özellikle bütirat üreten türleri zenginleştirir. Buna karşın antibiyotik kullanımı, hem faydalı hem zararlı mikroorganizmaları ortadan kaldırarak mikrobiyotada ciddi tahribata neden olur. Bu durum, bağışıklık sistemi üzerinden kanser gelişimini etkileyebilir.

Yapılan araştırmalar, probiyotik (canlı yararlı bakteriler), prebiyotik (bu bakteriler için besin olan bileşikler) ve sinbiyotik (ikisinin kombinasyonu) takviyelerin, kemoterapiye bağlı bağırsak hasarlarını azaltabileceğini göstermektedir. Prebiyotikler; inülin, fruktooligosakkaritler ve galaktooligosakkaritler gibi liflerden oluşur. Bu lifler, bağırsakta SCFA üretimini uyararak antiinflamatuar ve anti-kanser etkiler gösterir.

Örneğin, Taliboğlu ve Kıran'ın (2024) çalışmasında; melanomalı hastalarda yeterli lif tüketiminin immün kontrol noktası inhibitör tedavilerine yanıt oranını artırdığı belirtilmiştir. Benzer şekilde, Panebianco ve arkadaşlarının (2023) sinbiyotik destekli çalışmasında kaşektik lösemik farelerde mikrobiyal kompozisyonun iyileştiği, kas kütlesi kaybının azaldığı rapor edilmiştir.

TARTIŞMA

Bu çalışma, bağırsak mikrobiyotasının karsinogenez sürecindeki potansiyel etkilerini ve kanser tedavisindeki rolünü çok yönlü olarak ele almıştır. Bulgular, son yıllarda artan sayıda çalışmanın da desteklediği üzere, mikrobiyotanın yalnızca sindirim sistemi sağlığı için değil; aynı zamanda immünolojik denge, inflamasyon kontrolü ve hücresel proliferasyon üzerinde de doğrudan etkili olduğunu göstermektedir.

Kısa zincirli yağ asitleri (özellikle bütirat), tümör baskılayıcı özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Bu durum, Lif ve prebiyotiklerden zengin bir diyetin sadece sağlıklı yaşam için değil, aynı zamanda onkoprotektif bir yaklaşım olarak da değerlendirilmesini gündeme getirmiştir. Örneğin, Louis ve arkadaşlarının (2014) kolorektal kanser üzerine yaptığı çalışmalar, bütirat üreten bakterilerin tümör baskılayıcı etkilerini açıkça ortaya koymaktadır.

Mikrobiyotanın kemoterapi ve immünoterapi yanıtlarını modüle edebileceği yönündeki veriler de giderek güçlenmektedir. Bu bağlamda, immün kontrol noktası inhibitörlerine (ICI) yanıt ile diyet lifi tüketimi arasında anlamlı pozitif ilişkiler bulunmuştur (Taliboğlu & Kıran, 2024). Ayrıca Panebianco ve arkadaşlarının (2023) sinbiyotik destekli preklinik çalışmaları, kaşektik hastalarda mikrobiyal çeşitliliğin yeniden kazanımının, klinik belirtileri anlamlı biçimde iyileştirebileceğini göstermiştir.

Bununla birlikte, çalışmaların çoğunun hayvan modellerine dayandığı veya gözlemsel nitelikte olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Mikrobiyota profili bireyler arasında büyük farklılık gösterebileceği için, elde edilen bulguların genellenebilirliği sınırlı olabilir. Ayrıca, diyet ve yaşam tarzı gibi mikrobiyotayı etkileyen faktörlerin çokluğu, bu etkileşimleri izole şekilde değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır.

Gelecekte yapılacak randomize kontrollü çalışmalar, mikrobiyotaya yönelik müdahalelerin klinik faydasını daha güçlü şekilde ortaya koyacaktır. Özellikle kişiye özgü mikrobiyota analizi ile entegre edilen beslenme ve takviye programları, kişiselleştirilmiş tıbbın bir parçası olarak kanser önleme ve tedavi stratejilerinde önemli rol oynayabilir.

SONUÇ

Bağırsak mikrobiyotası, insan sağlığı üzerinde düşündüğümüzden çok daha geniş bir etki alanına sahiptir. Bu mikrobiyal topluluğun dengede tutulması, sadece sindirim sağlığı değil, aynı zamanda inflamasyonun baskılanması, bağışıklık yanıtlarının düzenlenmesi ve kanser gelişiminin önlenmesi açısından da büyük önem arz etmektedir.

Beslenme düzeni, fiziksel aktivite, antibiyotik kullanımı ve takviye edici gıdalar gibi çevresel faktörlerin, bağırsak mikrobiyotasını olumlu ya da olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Bu faktörlerin kontrollü şekilde düzenlenmesi, yalnızca koruyucu sağlık yaklaşımı açısından değil, aynı zamanda mevcut onkolojik tedavilere destek amacıyla da değerlidir.

Bu nedenle, kişiselleştirilmiş tıp anlayışıyla birlikte bağırsak mikrobiyotasının değerlendirilmesi, geleceğin kanser tedavi protokollerinde yer alması muhtemel güçlü bir strateji olarak görülmelidir.

KAYNAKÇA

1.Baykara, O. (2016). Kanser Tedavisinde Güncel Yaklaşımlar. Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi, 5(3), 154-165.
2.Taliboğlu, S., & Kıran, F. (2024). Kanser Gelişiminde ve Tedavisinde Mikrobiyotanın Rolü. DEÜ Tıp Dergisi, 38(2), 111-130.
3.Gomaa, E. Z. (2020). Human gut microbiota/microbiome in health and diseases: A review. Antonie van Leeuwenhoek, 113(12), 2019–2040.
4.Sędzikowska, A., & Szablewski, L. (2021). Human Gut Microbiota in Health and Selected Cancers. Int J Mol Sci, 22(24), 13440.
5.Panebianco, C., Villani, A., et al. (2023). Targeting Gut Microbiota in Cancer Cachexia. Int J Mol Sci, 24(3), 1849.
6.Karatay, E. (2019). Microbiota, probiotic and prebiotics. Anadolu Güncel Tıp Dergisi, 1(3), 68-71.
7.Sezen, A. G. (2013). Prebiyotik, Probiyotik ve Sinbiyotiklerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerine Etkileri. Atatürk Üniv. Vet. Bil. Derg., 8(3), 248-258.
8.Fu, Y., Wang, Y., et al. (2021). Associations among Dietary Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids, the Gut Microbiota, and Intestinal Immunity. Mediators of Inflammation, 2021, 8879227.
9.Genç, A. C., & Hacıbekiroğlu, İ. (2017). Microbiota and Cancer. J Biotechnol and Strategic Health Res, 1, 123-131.
10.Vivarelli, S., Salemi, R., et al. (2019). Gut Microbiota and Cancer: From Pathogenesis to Therapy. Cancers, 11(1)
11.Clemente, J. C., et al. (2012). The impact of the gut microbiota on human health: an integrative view. Cell, 148(6), 1258-1270.
12.Garrett, W. S. (2015). Cancer and the microbiota. Science, 348(6230), 80-86.
13.Turnbaugh, P. J., et al. (2007). The human microbiome project. Nature, 449(7164), 804-810.
14.Zitvogel, L., et al. (2015). Cancer and the gut microbiota: an unexpected link. Sci Transl Med, 7(271), 271ps1.
15.Louis, P., Hold, G. L., & Flint, H. J. (2014). The gut microbiota, bacterial metabolites and colorectal cancer. Nat Rev Microbiol, 12(10), 661-672.
16.Schwabe, R. F., & Jobin, C. (2013). The microbiome and cancer. Nat Rev Cancer, 13(11), 800-812.

AKDENİZ DİYETİ VE METABOLİK SENDROM ARASINDAKİ İLİŞKİ

Öğrenci Gizem KAYGUSUZOĞLU
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition And Dietetics, 44210 Battalgazi, Malatya
ORCID: 0009-0006-5625-7528
Öğr. Gör. Serkan BENTLİ
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition And Dietetics, 44210 Battalgazi, Malatya
ORCID: 0000-0002-4029-7289

ÖZET

Metabolik sendrom, obezite, insülin direnci, dislipidemi ve hipertansiyon gibi risk faktörlerinin bir araya gelmesiyle karakterize edilen, kardiyovasküler hastalıklar ve tip 2 diyabet riskini artıran önemli bir sağlık sorunudur. Modern yaşam tarzı, sağlıksız beslenme alışkanlıkları ve fiziksel aktivite eksikliği nedeniyle metabolik sendromun görülme sıklığı giderek artmaktadır. Beslenme alışkanlıkları, metabolik sendromun oluşumunda ve yönetiminde kilit bir rol oynar. Akdeniz diyeti, zeytinyağı, tam tahıllar, sebze, meyve, baklagiller ve balık ağırlıklı beslenme prensiplerine dayanır. Antioksidanlar ve antiinflamatuar bileşenler açısından zengin olan bu diyet, metabolik sendromun temel bileşenleri üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Yapılan bilimsel çalışmalar, Akdeniz diyetinin insülin duyarlılığını artırdığını, glukoz metabolizmasını düzenlediğini, dislipidemiyi iyileştirdiğini ve inflamatuar süreçleri baskılayarak kardiyovasküler risk faktörlerini azalttığını ortaya koymaktadır. Uzun vadede kilo kontrolüne katkı sağladığı, kan basıncını düzenlediği ve genel metabolik sağlığı desteklediği görülmektedir. Obezite ile mücadelede sürdürülebilir ve uygulanabilir bir beslenme modeli sunması, Akdeniz diyetini ön plana çıkarmaktadır. Besin çeşitliliği ve dengeli yağ tüketimi sayesinde, hem metabolik sağlık hem de genel vücut fonksiyonları üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır. Bağışıklık sistemi üzerindeki destekleyici rolü ve bağırsak mikrobiyotasını düzenleyici etkileri, bu diyetin sağlık üzerindeki çok yönlü katkılarını ortaya koymaktadır. Tüm bu bulgular, bu beslenme modelinin metabolik sendrom ve ilişkili hastalıkların önlenmesi açısından etkili bir strateji olduğunu göstermektedir. Halk sağlığı politikalarına entegrasyonu, toplum genelinde daha sağlıklı bir yaşam biçiminin benimsenmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Metabolik sendrom, Akdeniz diyeti, insülin direnci, kardiyovasküler hastalıklar, beslenme.

THE RELATIONSHIP BETWEEN MEDITERRANEAN DIET AND METABOLIC SYNDROME

ABSTRACT

Metabolic syndrome is a significant health issue characterized by the coexistence of risk factors such as obesity, insulin resistance, dyslipidemia, and hypertension, which increase the risk of cardiovascular diseases and type 2 diabetes. Due to modern lifestyles, unhealthy eating habits, and lack of physical activity, the prevalence of metabolic syndrome is steadily rising.

Dietary habits play a crucial role in both the development and management of metabolic syndrome. The Mediterranean diet is based on the consumption of olive oil, whole grains, vegetables, fruits, legumes, and fish. Rich in antioxidants and anti-inflammatory components, this diet has shown positive effects on the key components of metabolic syndrome. Scientific studies indicate that the Mediterranean diet enhances insulin sensitivity, regulates glucose metabolism, improves dyslipidemia, and reduces cardiovascular risk factors by suppressing inflammatory processes. In the long term, it contributes to weight management, regulates blood pressure, and supports overall metabolic health. Its sustainability and feasibility make the Mediterranean diet a prominent approach in combating obesity. The dietary diversity and balanced fat consumption it promotes create positive effects on both metabolic health and overall body functions. Additionally, its supportive role in the immune system and its regulatory effects on gut microbiota highlight its multifaceted contributions to health. These findings suggest that this dietary model is an effective strategy for preventing metabolic syndrome and related diseases. Integrating it into public health policies could help promote a healthier lifestyle across populations.

Keywords: Metabolic syndrome, Mediterranean diet, insulin resistance, cardiovascular diseases, nutrition.

GİRİŞ

Günümüzde sedanter yaşam tarzının yaygınlaşması, işlenmiş gıdalara olan yönelim ve fiziksel aktivitenin azalması ile birlikte metabolik hastalıkların görülme sıklığı ciddi bir artış göstermiştir *(Ng et al., 2014)*. Obezite, hipertansiyon, dislipidemi ve hiperglisemi gibi bozuklukların bir arada bulunmasıyla tanımlanan metabolik sendrom (MetS), küresel çapta halk sağlığını tehdit eden başlıca faktörlerden biridir *(Alberti et al., 2009; Kassi et al., 2011)*.

Dünya genelinde erişkin nüfusun yaklaşık %25'inde metabolik sendromun görüldüğü bildirilmektedir *(Grundy et al., 2005)*. Bu oran, Batı ülkelerinde %30'lara ulaşmakta ve gelişmekte olan ülkelerde de benzer şekilde artmaktadır *(Saklayen, 2018)*. Erken yaşta başlayan

obezite ve fiziksel hareketsizlik, çocukluk ve ergenlik döneminde de metabolik sendromun yaygınlaşmasına neden olmaktadır *(Weihrauch-Blüher & Wiegand, 2018)*.

Metabolik sendromun temelinde insülin direnci, abdominal yağlanma ve sistemik inflamasyon yer almakta; bu durum uzun vadede kardiyovasküler hastalıklar, inme ve tip 2 diyabet gibi ciddi komplikasyonlara zemin hazırlamaktadır *(Cornier et al., 2008; Grundy, 2016)*. Geleneksel tedavi yaklaşımları ilaç tedavilerini içerse de; esas olarak yaşam tarzı değişikliği, fiziksel aktivitenin artırılması ve sağlıklı beslenme alışkanlıklarının kazandırılmasıyla sendromun kontrol altına alınabileceği bildirilmektedir *(Simmons et al., 2010; Eckel et al., 2005)*.

Bu noktada, Akdeniz diyeti (MedDiet) içerdiği yüksek antioksidan kapasitesi, tekli doymamış yağlar (MUFA), omega-3 yağ asitleri, polifenoller ve kompleks karbonhidratlar sayesinde metabolik hastalıkların yönetiminde etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır *(Widmer et al., 2015; Dinu et al., 2018)*. Akdeniz diyeti; zeytinyağı, sebze-meyve, tam tahıllar, baklagiller, balık, süt ürünleri ve ölçülü şarap tüketimini içeren bir model olup; Batı tarzı beslenmenin aksine, düşük glisemik indeksli, rafine şekerden fakir, liften zengin ve işlenmemiş gıdalara dayanmaktadır *(Bach-Faig et al., 2011; Trichopoulou et al., 2003)*.

Bu derlemede, Akdeniz diyetinin temel özellikleri, metabolik sendromun etiyopatogenezi ve tanı kriterleri ele alınarak, MedDiet'in metabolik sendrom bileşenleri üzerindeki etkisi güncel literatür ışığında derinlemesine değerlendirilecektir.

1. AKDENİZ DİYETİ

1.1. Tanımı ve Tarihçesi

Akdeniz diyeti (Mediterranean Diet – MedDiet), başta Yunanistan, İtalya ve İspanya olmak üzere Akdeniz Havzası'nda yaşayan toplumların geleneksel beslenme alışkanlıklarına dayanan, bitkisel gıdalar açısından zengin, düşük doymuş yağ içeren ve hayvansal proteinlerin sınırlı tüketildiği bir beslenme modelidir *(Trichopoulou et al., 2003)*.

Akdeniz diyetinin bilimsel ilgiyi çekmesi, 1950'li yıllarda Amerikalı araştırmacı Ancel Keys'in yürüttüğü "Seven Countries Study" (Yedi Ülke Çalışması) ile başlamıştır. Bu çalışma, Akdeniz ülkelerinde koroner kalp hastalıklarının daha düşük oranda görülmesinin, bu bölgeye özgü diyet ve yaşam tarzıyla ilişkili olabileceğini göstermiştir *(Keys, 1970)*.

UNESCO, 2010 yılında Akdeniz diyetini "insanlığın somut olmayan kültürel mirası" olarak tanımlamış ve bu diyet modelinin yalnızca sağlık yönüyle değil, sosyal, kültürel ve çevresel yönleriyle de sürdürülebilirliğini vurgulamıştır *(UNESCO, 2010)*.

1.2. Akdeniz Diyeti Piramidi ve Bileşenleri

Akdeniz diyeti piramidi, besin gruplarının sıklık ve miktar olarak nasıl tüketileceğini belirleyen görsel bir rehberdir *(Bach-Faig et al., 2011)*. Piramidin tabanında günlük tüketilmesi önerilen gıdalar; üst basamaklarda ise haftalık ya da sınırlı tüketilmesi gerekenler yer alır:

Günlük tüketilmesi önerilenler: Tam tahıllar, sebzeler, meyveler, kurubaklagiller ve zeytinyağı *(Dinu et al., 2018)*

Haftada birkaç kez tüketilmesi önerilenler: Balık, yumurta, az yağlı süt ürünleri *(Martínez-González et al., 2019)*

Ayda birkaç kez tüketilmesi önerilenler: Kırmızı et, tatlılar *(Estruch et al., 2013)*

Zeytinyağı, MedDiet'in temel yağ kaynağıdır. Bu yağ türü, yüksek oranda tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) içerdiği için kalp damar sağlığı açısından olumlu etkilere sahiptir *(Schwingshackl & Hoffmann, 2014)*. Aynı zamanda antioksidan etkili fenolik bileşenler içerir *(Visioli & Galli, 2002)*.

1.3. Biyoaktif Bileşenler ve Sağlık Üzerine Etkileri

Akdeniz diyeti, yalnızca makro besin dengesine değil; aynı zamanda mikro besinler ve fitokimyasallar açısından zengin yapısıyla da sağlığı destekler. Bu diyette sıkça yer alan biyoaktif bileşenler şunlardır:

Polifenoller: Zeytinyağı, kırmızı üzüm, domates, nar, yeşil çay gibi gıdalarda bulunur. Bu bileşenler antioksidan ve antiinflamatuar özellik göstererek oksidatif stresi azaltır *(Scalbert et al., 2005; Medina-Remón et al., 2011)*.

Omega-3 yağ asitleri (EPA, DHA): Özellikle balık tüketimiyle alınan bu yağ asitleri, trigliserid düzeylerini düşürür, kalp ritmini düzenler ve inflamasyonu azaltır *(Calder, 2017)*.

Diyet lifi: Tam tahıllar, sebzeler ve meyvelerden alınan posa; bağırsak sağlığını düzenler, insülin direncini azaltır ve glisemik kontrolü iyileştirir *(Slavin, 2005)*.

Fitosteroller: Kuruyemişlerde ve baklagillerde bulunur; kolesterol emilimini inhibe ederek LDL düzeylerini düşürür *(Jones et al., 2000)*.

Bu içerikler MedDiet'in antiaterosklerotik, antioksidatif, antitrombotik ve insülin duyarlılığını artırıcı etkilerini açıklamaktadır *(Widmer et al., 2015; Dinu et al., 2018)*.

1.4. Kültürel, Sosyal ve Çevresel Yönleri

Akdeniz diyeti yalnızca bir beslenme modeli değildir; aynı zamanda bir yaşam tarzıdır. Bu yaşam tarzı; mevsiminde besin tüketimi, yerel ürünlere yönelim, yavaş yemek yeme, sofrayı paylaşma kültürü ve düzenli fiziksel aktivite gibi sosyal bileşenleri de içerir *(Dernini & Berry, 2015)*.

Bununla birlikte MedDiet, çevre dostu oluşu nedeniyle sürdürülebilir bir diyet modeli olarak da değerlendirilmektedir. Bitkisel temelli yapısı sayesinde su tüketimi, sera gazı salınımı ve arazi kullanımı açısından Batı tarzı diyete göre daha çevre dostudur *(Tilman & Clark, 2014; Sáez-Almendros et al., 2013)*.

Bu özellikleriyle Akdeniz diyeti, sadece bireysel sağlığı korumakla kalmaz; aynı zamanda gezegenin ekolojik sürdürülebilirliği açısından da önemli bir rol oynar *(FAO & CIHEAM, 2015)*.

2. METABOLİK SENDROM

2.1. Tanımı

Metabolik sendrom (MetS), birbiriyle ilişkili metabolik bozuklukların bir arada bulunduğu bir durum olup, tip 2 diyabet (T2DM), kardiyovasküler hastalıklar (KVH) ve inme gibi ciddi sağlık sorunlarının riskini artırmaktadır *(Alberti et al., 2009)*. Sendrom genellikle beş temel bileşeni içerir: abdominal obezite, hiperglisemi, hipertansiyon, yüksek trigliserit ve düşük HDL kolesterol düzeyi *(Grundy et al., 2005)*.

2009 yılında IDF (International Diabetes Federation), AHA/NHLBI ve diğer otoritelerin ortak konsensüsüyle, bu tanımlayıcı faktörlerin üç veya daha fazlasının bulunması MetS tanısı koymak için yeterli görülmüştür *(Alberti et al., 2009)*.

2.2. Patofizyolojisi

Metabolik sendromun patofizyolojisi çok yönlüdür ve çeşitli mekanizmaların birbiriyle etkileşimini içerir. Temelinde insülin direnci yer alır. Bu durum, hücrelerin insüline olan yanıtının azalması ve glukozun hücre içine alınamaması ile karakterizedir *(Reaven, 1988)*.

İnsülin direnci; visseral obezite, inflamasyon, endotel disfonksiyonu, oksidatif stres ve dislipidemi gibi diğer MetS bileşenleriyle yakın ilişkidedir *(Cornier et al., 2008; Eckel et al., 2005)*. Visseral yağ dokusu, adipokinler (örn. leptin, adiponektin) ve inflamatuar sitokinler (örn. TNF-α, IL-6) salgılayarak bu döngüyü şiddetlendirir *(Gregor & Hotamisligil, 2011)*.

Oksidatif stres ve kronik düşük dereceli inflamasyon, insülinin hücresel etkilerini baskılar; bu da hem glukoz hem lipid metabolizmasında bozulmalara yol açar *(Monteiro & Azevedo, 2010)*. Ayrıca, endotel disfonksiyonu sonucunda nitrik oksit üretimi azalır, vasküler tonus artar ve kan basıncı yükselir *(Ross, 1999)*.

2.3. Epidemiyolojisi

Metabolik sendromun küresel prevalansı giderek artmakta ve ciddi bir halk sağlığı sorunu haline gelmektedir. 2020 yılı itibarıyla dünya genelinde erişkin nüfusun yaklaşık %25'inin MetS tanı kriterlerini karşıladığı bildirilmektedir *(Saklayen, 2018)*.

ABD'de NHANES verilerine göre erişkinlerde MetS prevalansı %35 civarındadır *(Moore et al., 2017)*. Avrupa'da ise İtalya, İspanya ve Almanya gibi ülkelerde bu oran %20–30 arasında değişmektedir *(Ford et al., 2002)*. Türkiye'de yapılan TEKHARF çalışmaları da kadınlarda %42, erkeklerde %28 oranında MetS görüldüğünü göstermektedir *(Onat et al., 2005)*.

Çocuklarda ve ergenlerde de obezite oranlarındaki artışla birlikte MetS görülme sıklığı endişe verici düzeye ulaşmıştır *(Weihrauch-Blüher & Wiegand, 2018)*. Özellikle abdominal obezite ve insülin direnci, çocukluk çağında erken dönemde başlamakta ve ilerleyen yıllarda T2DM riskini artırmaktadır *(Kelsey et al., 2014)*.

2.4. Tanı Kriterleri

Farklı kurumlar metabolik sendromu tanımlamak için çeşitli kriterler kullanmıştır. 2009 yılında oluşturulan harmonize tanı kriterleri en yaygın kullanılanlardır *(Alberti et al., 2009)*:

Tanı için üç veya daha fazlası gereklidir:

Abdominal obezite: Bel çevresi ≥94 cm (erkek), ≥80 cm (kadın) *(IDF, 2006)*

Trigliserit düzeyi: ≥150 mg/dL veya ilaç kullanımı

HDL kolesterol: <40 mg/dL (erkek), <50 mg/dL (kadın) veya tedavi

Kan basıncı: ≥130/85 mmHg veya antihipertansif tedavi

Açlık glukozu: ≥100 mg/dL veya antidiabetik tedavi

Çocuklar ve ergenler için evrensel tanı kriterleri bulunmamakla birlikte, %90 bel çevresi persentili ve yaşa uygun diğer değerlerle tanımlanması önerilir *(Zimmet et al., 2007; Weihe & Weihrauch-Blüher, 2019)*.

2.5. Risk Faktörleri

Metabolik sendrom gelişiminde hem genetik hem de çevresel faktörler rol oynar. Bu faktörler değiştirilebilen ve değiştirilemeyen olarak ikiye ayrılabilir *(Kaur, 2014)*:

Değiştirilemeyen faktörler:

Genetik yatkınlık *(Povel et al., 2011)*

Yaş *(Ford et al., 2002)*

Etnik köken *(Park et al., 2003)*

Değiştirilebilir faktörler:

Aşırı ve dengesiz beslenme *(Riccardi et al., 2004)*

Fiziksel inaktivite *(Hu et al., 2001)*

Sigara ve alkol tüketimi *(Wannamethee et al., 2005)*

Batı tarzı beslenme alışkanlığı; yüksek doymuş yağ, rafine karbonhidrat, işlenmiş et ürünleri ve düşük lif içeriği ile MetS gelişimine katkı sağlar *(Mozaffarian et al., 2011)*.

2.6. Gelişim Mekanizması

Metabolik sendromun gelişim süreci birden çok basamağın bir araya gelmesiyle ortaya çıkar *(Cornier et al., 2008)*:

1-Fazla kalori alımı ve fiziksel hareketsizlik

2-Visseral yağ birikimi ve abdominal obezite

3-Adipoz dokudan proinflamatuar sitokinlerin salınımı

4-İnsülin direnci gelişimi

5-Lipid metabolizmasında bozulmalar (düşük HDL, yüksek TG)

6-Endotel disfonksiyonu ve hipertansiyon

Bu döngü kendi içinde besleyici bir mekanizmadır ve zamanla tip 2 diyabet, karaciğer yağlanması ve aterosklerotik kalp hastalığına zemin hazırlar *(Reaven, 1988; Monteiro & Azevedo, 2010)*.

3. AKDENİZ DİYETİNİN METABOLİK SENDROM ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Akdeniz diyeti, içerdiği besin çeşitliliği ve biyoaktif bileşenler sayesinde metabolik sendromun tüm bileşenleri üzerinde terapötik ve koruyucu etkilere sahiptir *(Esposito et al., 2004; Dinu et al., 2018)*. Aşağıdaki alt başlıklarda MedDiet'in metabolik sendromun her bir bileşeni üzerindeki etkisi güncel bilimsel literatür ışığında detaylı şekilde ele alınmaktadır.

3.1. Enerji Dengesi ve Vücut Ağırlığı

Akdeniz diyeti, yüksek posa ve düşük enerji yoğunluğuna sahip gıdaların ön planda olması nedeniyle uzun süreli tokluk sağlar, bu da enerji alımını azaltarak kilo kontrolüne katkıda bulunur *(Schröder et al., 2011)*. Zeytinyağı gibi sağlıklı yağ kaynakları, iştah regülasyonunda rol oynayan leptin ve grelin gibi hormonların daha dengeli salınımını teşvik eder *(Perez-Martinez et al., 2011)*.

PREDIMED-Plus çalışmasında, enerji kısıtlamalı Akdeniz diyeti uygulanan bireylerde, kontrol grubuna göre anlamlı kilo kaybı ve bel çevresinde azalma gözlenmiştir *(Martínez-González et al., 2019)*. Benzer şekilde, Pavić et al. (2019), Akdeniz diyetinin düşük yağlı diyete göre daha etkili bir vücut ağırlığı kontrolü sağladığını belirtmiştir.

Liften zengin tam tahıllar, baklagiller ve sebzeler gastrointestinal doluluğu artırırken, glisemik indeksi düşük karbonhidratlar glukoz metabolizmasını dengeler ve yağ depolanmasını azaltır *(Slavin, 2005; Jenkins et al., 2008)*.

3.2. İnsülin Direnci ve Glukoz Metabolizması

Akdeniz diyeti, glukoz homeostazını iyileştiren çok sayıda öğe içerir. Özellikle zeytinyağında bulunan oleuropein ve hidroksitirosol gibi polifenoller, insülin sinyal iletim yollarını destekler ve β-hücre fonksiyonlarını korur *(Visioli & Galli, 2002; Covas et al., 2006)*.

Esposito et al. (2004) tarafından yapılan bir randomize kontrollü çalışmada, MedDiet uygulanan bireylerde insülin direncinin HOMA-IR skorlarına yansıyan şekilde azaldığı ve açlık glukoz düzeylerinde anlamlı düşüş sağlandığı bildirilmiştir.

Asoudeh et al. (2023) ise MetS tanısı almış adölesan kızlarda Akdeniz diyetine 12 hafta boyunca uyum gösteren bireylerde açlık glukozunun, IL-6 düzeyinin ve HOMA-IR değerinin anlamlı şekilde düştüğünü göstermiştir.

Omega-3 yağ asitleri (özellikle EPA ve DHA), hücre membranlarında insülin reseptör duyarlılığını artırır *(Calder, 2017)*. Lifin, özellikle çözünür posanın, glukozun emilimini geciktirerek postprandiyal glukoz artışlarını azalttığı da bilinmektedir *(Anderson et al., 2009)*.

3.3. Lipid Profili ve Dislipidemi

MedDiet, plazma lipid profili üzerinde olumlu etkiler yaratır. Bu diyet modelinin doymuş yağ oranı düşük, tekli doymamış yağ ve omega-3 içeriği yüksek olduğundan LDL kolesterol ve trigliserid düzeylerini düşürürken HDL düzeylerini artırır *(Schwingshackl & Hoffmann, 2014)*. PREDIMED çalışmasında, Akdeniz diyetine zeytinyağı veya fındık takviyesi yapılan gruplarda LDL düzeylerinde anlamlı düşüş ve HDL düzeylerinde artış tespit edilmiştir *(Estruch et al., 2013)*. Ayrıca, Papadaki et al. (2020) tarafından yapılan sistematik derlemede MedDiet'in trigliserid ve total kolesterol seviyeleri üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmıştır.

Zeytinyağında bulunan squalen ve fenolik bileşenler LDL'nin oksidasyonunu engeller, bu da aterosklerotik plak gelişimini yavaşlatır *(Fitó et al., 2007)*. Ayrıca bitkisel kaynaklı steroller, kolesterolün bağırsaklardan emilimini azaltarak serum düzeylerinin düşmesine katkıda bulunur *(Katan et al., 2003)*.

3.4. Kan Basıncı Kontrolü

Akdeniz diyeti, hipertansiyon üzerinde koruyucu etkiye sahiptir. Özellikle sebze ve meyvelerde bulunan potasyum, nitrik oksit üretimini artırarak vazodilatasyonu destekler ve damar sertliğini azaltır *(Appel et al., 1997; Martínez-González et al., 2009)*.

Toobert et al. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, MedDiet uygulamasının sistolik ve diyastolik kan basıncında anlamlı düşüş sağladığı gösterilmiştir. Asoudeh et al. (2023) çalışması da genç bireylerde sistolik basınçta düşüşle MedDiet ilişkisini doğrulamaktadır.

Zeytinyağı tüketimi, endotelyal fonksiyonu iyileştirerek arteriyel genişlemeyi kolaylaştırır *(Ruano et al., 2005)*. Ek olarak, tuz tüketiminin sınırlı olması ve liften zengin gıdaların tercih edilmesi de kan basıncının regülasyonuna katkı sağlar *(Sacks et al., 2001)*.

3.5. İnflamasyon ve Oksidatif Stres

Metabolik sendromun önemli patofizyolojik mekanizmalarından biri olan kronik sistemik inflamasyon, MedDiet ile baskılanabilir. Bu diyet, antiinflamatuar etki gösteren gıdaları zengin şekilde içerir *(Grosso et al., 2014)*.

PREDIMED çalışmasına bağlı alt analizlerde, Akdeniz diyeti uygulayan gruplarda C-reaktif protein (CRP) ve interlökin-6 (IL-6) düzeylerinin anlamlı şekilde düştüğü gösterilmiştir *(Fitó et al., 2007; Estruch et al., 2013)*.

Zeytinyağı, polifenol içeriği sayesinde NF-κB aktivitesini baskılar, bu da inflamatuar gen ekspresyonunun azalmasına yol açar *(Covas et al., 2006)*. Ayrıca domates, biber, nar ve üzüm gibi kırmızı-mor renkli sebzeler antosiyanin içeriğiyle antioksidatif potansiyel sunar *(Scalbert et al., 2005)*.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

4. KLİNİK VE GÖZLEMSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Randomize Kontrollü Denemeler (RCT'ler)

Akdeniz diyetinin metabolik sendrom üzerine olan etkilerini objektif şekilde değerlendirmek amacıyla yapılmış en güçlü kanıtları randomize kontrollü çalışmalar sunar. Bu çalışmalar, müdahale ve kontrol grupları arasında diyete bağlı etkileri net biçimde karşılaştırabilmektedir.

PREDIMED ve PREDIMED-Plus (İspanya)

PREDIMED (Prevención con Dieta Mediterránea) çalışması, Akdeniz diyetinin kardiyovasküler hastalıklar ve metabolik sendrom üzerindeki etkilerini inceleyen en büyük randomize çalışmalardan biridir. Toplamda 7447 birey 3 gruba ayrılmıştır:

1-Ekstra zeytinyağlı Akdeniz diyeti

2-Kuruyemiş takviyeli Akdeniz diyeti

3-Yağ kısıtlamalı kontrol diyeti *(Estruch et al., 2013)*

Sonuçlar:

MetS tanısı olan katılımcılarda, MedDiet uygulanan gruplarda yeni MetS vakalarının gelişimi azalmış ve mevcut sendrom bileşenlerinde iyileşme sağlanmıştır *(Salas-Salvadó et al., 2008)*.

HDL kolesterolde artış, trigliserid ve bel çevresinde azalma görülmüştür *(Babio et al., 2009)*.

PREDIMED-Plus çalışması, enerji kısıtlamalı MedDiet uygulamasını fiziksel aktivite ve davranış değişikliği desteği ile birleştirmiştir *(Martínez-González et al., 2019)*.

6874 kişiyle yürütülen bu çok merkezli çalışmada; müdahale grubunda anlamlı kilo kaybı, bel çevresi daralması, HOMA-IR skorlarında iyileşme ve sistemik inflamasyonun azaldığı bildirilmiştir *(Zomeño et al., 2019)*.

Eva Pavić et al. (2019) – Hırvatistan

124 obez yetişkin birey 1 yıl süreyle iki gruba ayrıldı: enerji kısıtlamalı Akdeniz diyeti vs. standart hipolipidemik diyet.

Akdeniz diyeti grubunda vücut ağırlığı, TG ve LDL'de anlamlı düşüş; HDL düzeyinde artış gözlendi *(Pavić et al., 2019)*.

Esposito et al. (2004) – İtalya

180 birey üzerinde yapılan bu RCT'de Akdeniz diyeti grubunda 2 yıl sonunda MetS insidansı %48 oranında azaldı.

Glukoz, trigliserid, kan basıncı ve bel çevresinde anlamlı iyileşmeler sağlandı *(Esposito et al., 2004)*.

4.2. Gözlemsel Popülasyon Çalışmaları

Gözlemsel çalışmalar, uzun vadede Akdeniz diyetine uyumun sağlık üzerindeki etkilerini geniş topluluklar üzerinden değerlendirme fırsatı sunar.

EPIC Study (Avrupa)

European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) çalışması, farklı Avrupa ülkelerinden yüz binlerce katılımcının beslenme alışkanlıkları ile sağlık durumlarının ilişkilendirildiği bir kohort çalışmadır *(Trichopoulou et al., 2005)*.

MedDiet'e yüksek uyum gösteren bireylerde, metabolik sendrom bileşenlerinin daha düşük prevalansta olduğu tespit edilmiştir.

NHANES (ABD)

Kim et al. (2021) tarafından NHANES 2013–2016 verileri kullanılarak yapılan çalışmada, ABD'li adölesanlarda MedDiet uyumu KIDMED skoru ile değerlendirildi.

Akdeniz diyetine uyumun düşük olduğu (ortalama KIDMED: 4.5/12)

Uyum düzeyi ile MetS arasında doğrudan ilişki kurulamasa da, HDL ve TG gibi bireysel risk belirteçlerinde anlamlı farklılıklar olduğu görüldü *(Kim et al., 2021)*.

4.3. Meta-analiz ve Sistematik Derlemeler

Papadaki et al. (2020)

84 çalışmayı kapsayan sistematik bir derleme ve meta-analizde, MedDiet'in metabolik sendromun tüm bileşenleri üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir.

Özellikle bel çevresi, trigliserid ve HDL kolesterol parametrelerinde anlamlı düzeyde iyileşme rapor edilmiştir *(Papadaki et al., 2020)*.

Schwingshackl & Hoffmann (2014)

MedDiet'in diğer popüler diyet modellerine (DASH, düşük yağlı, düşük karbonhidratlı vb.) göre daha etkili olduğu ve özellikle TG, HDL ve kan basıncı düzeylerinde daha fazla iyileşme sağladığı belirtilmiştir *(Schwingshackl & Hoffmann, 2014)*.

4.4. Çocuklar ve Ergenler Üzerinde Bulgular

Asoudeh et al. (2023) – İran

Metabolik sendrom tanısı konmuş adölesan kızlar 12 hafta boyunca Akdeniz diyeti uygulamıştır.

Müdahale grubunda vücut ağırlığı, sistolik kan basıncı, açlık glukozu, IL-6 ve HDL düzeylerinde iyileşme saptanmıştır *(Asoudeh et al., 2023)*.

Weihrauch-Blüher & Wiegand (2018)

Pediatrik MetS epidemiyolojisini inceleyen bu çalışmada, sağlıklı beslenme modellerinin (özellikle MedDiet ve DASH) çocukluk obezitesini ve metabolik bozuklukları önlemede etkili olduğu vurgulanmıştır *(Weihrauch-Blüher & Wiegand, 2018)*.

5. ELEŞTİREL YAKLAŞIM VE TARTIŞMA

Akdeniz diyetinin metabolik sendrom (MetS) üzerindeki olumlu etkileri, farklı yaş gruplarında ve popülasyonlarda yapılan çok sayıda çalışma ile desteklenmiştir. Ancak bu pozitif bulguların bilimsel olarak güçlü olmasına rağmen, klinik uygulama ve araştırma düzeyinde bazı metodolojik ve pratik sınırlamalar da mevcuttur *(Dinu et al., 2018; Esposito et al., 2004)*.

5.1. Bilimsel Bulguların Gücü

Randomize kontrollü çalışmalarda (özellikle PREDIMED, Esposito, Pavić), Akdeniz diyetinin vücut ağırlığı, insülin duyarlılığı, kan lipidleri ve inflamatuar belirteçler üzerinde olumlu etkiler yarattığı görülmüştür *(Martínez-González et al., 2019; Pavić et al., 2019)*. Sistematik derlemeler ve meta-analizler, bu bulguları destekler şekilde, MedDiet'e yüksek düzeyde uyumun MetS prevalansını düşürdüğünü ve bileşenlerini iyileştirdiğini bildirmiştir *(Papadaki et al., 2020; Schwingshackl & Hoffmann, 2014)*.

Akdeniz diyetinin, tekli doymamış yağ, lif, polifenol ve antioksidan açısından zengin yapısının biyolojik mekanizmalarla desteklenmesi; bu beslenme modelinin bilimsel geçerliliğini artıran önemli bir unsurdur *(Covas et al., 2006; Calder, 2017)*.

5.2. Metodolojik Sınırlılıklar

Her ne kadar mevcut bulgular güçlü olsa da, araştırmalarda bazı metodolojik sınırlılıklar dikkat çekicidir:

Tanı kriterlerindeki farklılıklar: Çalışmalarda kullanılan MetS tanımları (IDF, AHA/NHLBI, WHO) arasında farklılıklar bulunmakta ve bu durum sonuçların karşılaştırılabilirliğini zorlaştırmaktadır *(Alberti et al., 2009)*.

Diyetin standardizasyonundaki zorluklar: MedDiet tanımı her bölgede aynı şekilde uygulanmamaktadır. İtalya'da daha yüksek zeytinyağı tüketimi varken, İspanya'da daha fazla deniz ürününe ağırlık verilmektedir *(Bach-Faig et al., 2011)*. Bu durum, çalışmalarda heterojenliğe neden olmaktadır.

Diyete uyumun ölçülmesi: Pek çok çalışmada bireylerin diyete uyumu kendi beyanına dayalı anketlerle (ör. KIDMED, MEDAS) ölçülmüştür. Bu yöntemler subjektif olduğundan veri güvenilirliği sınırlı olabilir *(Sofi et al., 2014)*.

Müdahale süresi: Çoğu çalışma kısa süreli (3–12 ay) olup, MedDiet'in uzun dönemli etkileri hakkında daha fazla veriye ihtiyaç vardır *(Dinu et al., 2018)*.

5.3. Karşıt Bulgular ve Uygulama Zorlukları

Bazı çalışmalarda MedDiet ile MetS arasında güçlü bir ilişki saptanamamıştır. Örneğin, Kim et al. (2021) tarafından yapılan NHANES tabanlı analizde, Amerikan adölesanlarda Akdeniz diyetine uyum düşüktü ve MetS ile istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı. Bu bulgu, diyetin etkisinden ziyade, uygulama düzeyindeki yetersizliğe bağlanmıştır *(Kim et al., 2021)*.

Uygulama aşamasında karşılaşılan zorluklar şunlardır:

Ekonomik faktörler: Zeytinyağı, taze sebze-meyve, balık ve kuruyemiş gibi MedDiet'in temel bileşenleri bazı ülkelerde pahalı olabilir *(Darmon & Drewnowski, 2015)*.

Kültürel farklar: Akdeniz dışındaki ülkelerde yemek alışkanlıkları farklıdır; örneğin yüksek et tüketimi veya fast-food kültürü baskın olabilir *(Sofi et al., 2010)*.

Eğitim düzeyi ve farkındalık: Bireylerin sağlık okuryazarlığı ve beslenme bilgisi, MedDiet'e uyumu doğrudan etkiler *(Grosso et al., 2014)*.

5.4. Sürdürülebilirlik ve Ekolojik Boyut

Akdeniz diyeti yalnızca bireysel sağlık açısından değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik bakımından da öne çıkmaktadır. FAO ve CIHEAM, MedDiet'i çevre dostu, düşük karbon ayak izine sahip, doğal kaynak tüketimini azaltan bir model olarak değerlendirmiştir *(FAO & CIHEAM, 2015)*.

Bitkisel temelli yapısı sayesinde:

Et tüketimine dayalı diyet modellerine göre sera gazı salınımı daha düşüktür,

Arazi ve su kullanımı daha azdır, bu da çevresel kaynakların korunmasına katkı sağlar *(Tilman & Clark, 2014; Sáez-Almendros et al., 2013)*.

5.5. Genel Değerlendirme

MedDiet, bugüne kadar yapılmış en geniş kapsamlı beslenme araştırmalarında (örneğin PREDIMED, EPIC, NHANES) etkinliği gösterilmiş; koruyucu ve tedavi edici yönleri güçlü, aynı zamanda yaşam tarzı odaklı bir model olarak öne çıkmıştır *(Martínez-González & Bes-Rastrollo, 2014)*. Ancak uygulanabilirliğinin artırılması için bireyselleştirilmiş müdahaleler, kültürel adaptasyonlar ve sağlık sistemleri içinde destekleyici programların yaygınlaştırılması gereklidir *(Dernini & Berry, 2015)*.

6. METABOLİK SENDROMUN BESLENME TEDAVİSİNDE AKDENİZ DİYETİ

Metabolik sendromun yönetiminde temel yaklaşım; beslenme alışkanlıklarının düzenlenmesi ve bireye özel tıbbi beslenme tedavisinin planlanmasıdır *(Eckel et al., 2005; Kaur, 2014)*. Akdeniz diyeti, bu tedavi sürecinde hem koruyucu hem de iyileştirici potansiyeli ile ön plana çıkan sürdürülebilir bir modeldir *(Dinu et al., 2018)*.

6.1. Makro ve Mikro Besin Dağılımı

Akdeniz diyetinde enerji alımı dengeli bir şekilde dağılmıştır. MetS tedavisi sürecinde genellikle günlük enerji alımı, bireyin bazal metabolizma hızı (BMH) ve fiziksel aktivite düzeyi dikkate alınarak hesaplanmalıdır *(Mahan & Raymond, 2020)*.

Önerilen makro besin dağılımı:

Karbonhidrat: %45–50 (kompleks, düşük glisemik indeksli)

Yağ: %30–35 (ağırlıklı MUFA ve PUFA)

Protein: %15–20 (balık, baklagil, az yağlı süt ürünlerinden)

Glisemik indeksi düşük kompleks karbonhidratlar (örneğin tam buğday ekmeği, esmer pirinç, yulaf), kan şekeri regülasyonuna yardımcı olur *(Jenkins et al., 2008)*. Ayrıca posa içeriği yüksek besinlerin tüketilmesi, postprandiyal glukoz artışlarını azaltır ve insülin duyarlılığını artırır *(Slavin, 2005; Anderson et al., 2009)*.

Mikro besin hedefleri:

Magnezyum, potasyum, kalsiyum: Kan basıncı ve glukoz metabolizması için önemlidir *(Appel et al., 1997)*.

Omega-3 yağ asitleri: Trigliserid düzeylerini düşürür, inflamasyonu azaltır *(Calder, 2017)*.

Polifenoller: Zeytinyağı, nar, üzüm, yeşil çay gibi kaynaklardan alınmalı *(Grosso et al., 2014)*.

6.2. Pratik Uygulama ve Günlük Menü Planlama

MedDiet'in klinik uygulamaya aktarılabilirliği, doğru planlanmış menüler ve porsiyon kontrolü ile mümkündür *(Bach-Faig et al., 2011)*.

6.3. Bireyselleştirilmiş Diyet Yaklaşımı

Her bireyin metabolik profili, fiziksel aktivite düzeyi, yaş, cinsiyet ve sosyoekonomik durumu farklıdır. Bu nedenle MedDiet uygulamaları, kişiye özel hale getirilmelidir *(Evert et al., 2019)*.

Hedef kitleye göre uyarlama:

Çocuklar: Öğün sıklığı artırılmalı, yüksek enerji yoğunluğuna sahip sağlıklı atıştırmalıklar eklenmeli *(Weihrauch-Blüher & Wiegand, 2018)*.

Yaşlı bireyler: Protein ihtiyacı artırılmalı, sindirimi kolay besinler tercih edilmeli *(Roberts et al., 2021)*.

Düşük gelir grupları: Kurubaklagil, mevsim sebze-meyveleri ve kısıtlı miktarda zeytinyağı ile maliyet etkin çözümler sunulmalı *(Darmon & Drewnowski, 2015)*.

Enerji kısıtlaması: Aşırı kilolu bireylerde haftalık 0.5–1 kg kilo kaybı hedeflenmeli, günlük enerji alımı 500–750 kcal azaltılmalıdır *(Academy of Nutrition and Dietetics, 2016)*.

6.4. Eğitim, Takip ve Davranışsal Müdahale

Beslenme tedavisi yalnızca diyet listesi vermekle sınırlı kalmamalı; bireyin davranışsal değişim süreçleri de desteklenmelidir *(Greaves et al., 2011)*.

Motivasyonel görüşme teknikleri ile bireylerin diyete uyumu artırılabilir *(Rollnick et al., 2008)*.

Diyet günlüğü, mobil uygulamalar, grup eğitimi ve aile desteği gibi araçlar, sürdürülebilirliği artırır *(Artinian et al., 2010)*.

3 ayda bir vücut ölçümleri, kan parametreleri (AKŞ, HbA1c, lipid profili) ile takip yapılmalıdır.

6.5. Sık Yapılan Hatalar ve Klinik Öneriler

Sık hatalar:

Zeytinyağının ölçüsüz tüketilmesi → toplam enerji artışı

Tam tahıllar yerine beyaz ekmek tüketimi

Kuruyemişlerin tuzlu ve kavrulmuş tercih edilmesi

Porsiyon kontrolünün ihmal edilmesi

Klinik öneriler:

Zeytinyağı → günde 2–3 yemek kaşığını geçmemeli

Kuruyemiş → günde 20–30 g

Balık → haftada 2–3 kez

Su tüketimi → 1.5–2 L/gün

İşlenmiş et ürünlerinden kaçınılmalı

Bu öneriler, Akdeniz diyetinin besin temelli, sağlıklı ve sürdürülebilir yapısını koruyarak, klinik etkilerini optimize etmek için hayati önem taşır *(Bach-Faig et al., 2011; Widmer et al., 2015)*.

SONUÇ

Metabolik sendrom, çağımızın en yaygın ve ölümcül kronik hastalıklarına zemin hazırlayan, kompleks ve sistemik bir sendromdur. Obezite, insülin direnci, dislipidemi ve hipertansiyon gibi birbiriyle ilişkili bozuklukların bir arada görülmesiyle karakterize olan bu durum; yaşam kalitesini düşürmekte, sağlık harcamalarını artırmakta ve mortaliteyi ciddi şekilde etkilemektedir (Grundy et al., 2005; Alberti et al., 2009).

Bu çalışmada, Akdeniz diyetinin metabolik sendrom üzerindeki çok boyutlu etkileri güncel bilimsel veriler ışığında değerlendirilmiştir. Akdeniz diyeti; antiinflamatuar, antioksidatif ve insülin duyarlılığını artırıcı etkileriyle, metabolik sendromun her bir bileşeni üzerinde anlamlı iyileşmeler sağlamaktadır (Esposito et al., 2004; Estruch et al., 2013; Dinu et al., 2018).

PREDIMED ve PREDIMED-Plus gibi yüksek nitelikli randomize kontrollü çalışmalarda; enerji kısıtlamalı MedDiet'in vücut ağırlığı, bel çevresi, lipid profili, kan basıncı ve glukoz metabolizması üzerinde olumlu etkileri net olarak gösterilmiştir (Martínez-González et al., 2019). Aynı zamanda meta-analizler, MedDiet'e yüksek uyumun MetS insidansını düşürdüğünü ve komplikasyonların riskini azalttığını ortaya koymuştur (Papadaki et al., 2020; Schwingshackl & Hoffmann, 2014).

Beslenme tedavisinde Akdeniz diyeti, yalnızca kalori ve besin dengesi açısından değil; aynı zamanda bireyselleştirmeye uygunluğu, kültürel esnekliği ve sürdürülebilirliği nedeniyle de ön plana çıkmaktadır. Ancak bu potansiyelin tam olarak kullanılabilmesi için diyete uyumun artırılması, hasta eğitiminin güçlendirilmesi ve sağlık sistemlerinde destekleyici uygulamaların yaygınlaştırılması gereklidir (Grosso et al., 2014; Dernini & Berry, 2015).

Sonuç olarak, Akdeniz diyeti; metabolik sendromla mücadelede hem koruyucu hem de tedavi edici güçlü bir araçtır. Bu diyet modeli, modern tıbbın bireyselleştirilmiş ve sürdürülebilir yaklaşımlarıyla uyumlu, bütüncül bir sağlık stratejisi sunmaktadır.

KAYNAKÇA

1. Alberti, K. G., Eckel, R. H., Grundy, S. M., et al. (2009). Harmonizing the metabolic syndrome. *Circulation*, 120(16), 1640–1645.
2. Anderson, J. W., Baird, P., Davis Jr, R. H., et al. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4), 188–205.
3. Appel, L. J., Moore, T. J., Obarzanek, E., et al. (1997). A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. *NEJM*, 336(16), 1117–1124.
4. Asoudeh, F., Moghaddam-Banaem, L., Eslami, M., et al. (2023). Mediterranean diet and metabolic syndrome in adolescent girls. *J Endocr Invest*, 46(10), 1995–2004.
5. Babio, N., Bullo, M., Basora, J., et al. (2009). Adherence to the Mediterranean diet and metabolic syndrome. *Eur J Clin Nutr*, 63(3), 413–420.

6. Bach-Faig, A., Berry, E. M., Lairon, D., et al. (2011). Mediterranean diet pyramid today. *Public Health Nutrition*, 14(12A), 2274–2284.

7. Calder, P. C. (2017). Omega-3 fatty acids and inflammatory processes. *Nutrients*, 9(9), 1–22.

8. Covas, M. I., Ruiz-Gutiérrez, V., de la Torre, R., et al. (2006). Effects of olive oil polyphenols on LDL oxidation. *Atherosclerosis*, 181(1), 149–158.

9. Darmon, N., & Drewnowski, A. (2015). Contribution of food prices and diet cost to socioeconomic disparities. *Am J Clin Nutr*, 101(5), 1104–1113.

10. Dernini, S., & Berry, E. M. (2015). Mediterranean diet: From a healthy diet to a sustainable dietary pattern. *Frontiers in Nutrition*, 2, 15.

11. Dinu, M., Pagliai, G., Casini, A., & Sofi, F. (2018). Mediterranean diet and multiple health outcomes. *BMJ Open*, 8(8), e020202.

12. Esposito, K., Marfella, R., Ciotola, M., et al. (2004). Effect of Mediterranean-style diet on endothelial dysfunction and metabolic syndrome. *JAMA*, 292(12), 1440–1446.

13. Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., et al. (2013). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *NEJM*, 368(14), 1279–1290.

14. Evert, A. B., Dennison, M., Gardner, C. D., et al. (2019). Nutrition therapy for adults with diabetes or prediabetes. *Diabetes Care*, 42(5), 731–754.

15. FAO & CIHEAM. (2015). Mediterranean food consumption patterns: Diet, environment, society, economy and health.

16. Fitó, M., Guxens, M., Corella, D., et al. (2007). Effect of a traditional Mediterranean diet on inflammatory markers. *Atherosclerosis*, 195(2), e37–e43.

17. Ford, E. S., Giles, W. H., & Dietz, W. H. (2002). Prevalence of the metabolic syndrome among US adults. *JAMA*, 287(3), 356–359.

18. Greaves, C. J., Sheppard, K. E., Abraham, C., et al. (2011). Systematic review of reviews of intervention components. *Health Psychology Review*, 5(1), 7–32.

19. Grosso, G., Marventano, S., Yang, J., et al. (2014). Mediterranean diet and cancer. *Int J Cancer*, 135(8), 1884–1897.

20. Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C., Augustin, L. S. A., et al. (2008). Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr*, 87(1), 247S–257S.

21. Kaur, J. (2014). A comprehensive review on metabolic syndrome. *Cardiology Research and Practice*, 2014, 943162.

22. Kim, R. J., Kim, M., & Park, H. S. (2021). Mediterranean diet adherence and metabolic syndrome in US adolescents. *Int J Food Sci Nutr*, 72(4), 537–547.

23. Martínez-González, M. A., & Bes-Rastrollo, M. (2014). Dietary patterns, Mediterranean diet, and cardiovascular disease. *Current Opinion in Lipidology*, 25(1), 20–26.

24. Martínez-González, M. A., Corella, D., Salas-Salvadó, J., et al. (2019). Cohort profile: The PREDIMED-Plus study. *Int J Epidemiol*, 48(2), 387–388o.

25. Mozaffarian, D., Hao, T., Rimm, E. B., et al. (2011). Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain. *NEJM*, 364(25), 2392–2404.

26. Onat, A., et al. (2005). Metabolic syndrome in Turkish adults: prevalence and risk factors. *Cardiology*, 103(1), 1–10.

27. Papadaki, A., Nolen-Doerr, E., & Mantzoros, C. S. (2020). The effect of Mediterranean diet on metabolic health. *Nutrients*, 12(11), 3342.

28. Pavić, E., et al. (2019). Effect of Mediterranean diet and exercise on metabolic syndrome: A randomized trial. *Int J Vitam Nutr Res*, 89(3-4), 132–143.

29. Reaven, G. M. (1988). Banting lecture 1988. *Diabetes*, 37(12), 1595–1607.

30. Rollnick, S., Miller, W. R., & Butler, C. C. (2008). *Motivational interviewing in health care*. Guilford Press.

31. Salas-Salvadó, J., et al. (2008). Reduction in the incidence of type 2 diabetes with the Mediterranean diet. *Diabetes Care*, 31(3), 351–357.

32. Sáez-Almendros, S., Obrador, B., Bach-Faig, A., & Serra-Majem, L. (2013). Environmental footprints of Mediterranean versus Western dietary patterns. *J Health Popul Nutr*, 31(2), 229–236.

33. Schröder, H., et al. (2011). Adherence to the Mediterranean diet in an elderly population. *Public Health Nutr*, 14(12A), 2191–2198.

34. Schwingshackl, L., & Hoffmann, G. (2014). Mediterranean dietary pattern and metabolic syndrome: Meta-analysis. *Clin Nutr*, 33(4), 594–602.

35. Slavin, J. L. (2005). Dietary fiber and body weight. *Nutrition*, 21(3), 411–418.

36. Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518–522.

37. Trichopoulou, A., Costacou, T., Bamia, C., & Trichopoulos, D. (2003). Adherence to a Mediterranean diet and survival in a Greek population. *NEJM*, 348(26), 2599–2608.

38. Visioli, F., & Galli, C. (2002). Biological properties of olive oil polyphenols. *Lipids*, 37(9), 939–942.

39. Weihrauch-Blüher, S., & Wiegand, S. (2018). Metabolic syndrome in children and adolescents. *Pediatr Obes*, 13(1), 1–7.

40. Widmer, R. J., Flammer, A. J., Lerman, L. O., & Lerman, A. (2015). The Mediterranean diet, its components, and cardiovascular disease. *Am J Med*, 128(3), 229–238.

DİYABETTE MAKRO VE MİKRO BESİN ÖGELERİNİN ÖNEMİ

Sultan BAL
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics
44050 Battalgazi Malatya
ORCID: 0009-0003-9980-7495
Serkan BENTLİ
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics,
44050 Battalgazi Malatya
ORCID: 0000-0002-4029-7289

ÖZET

Diyabet, vücudun insülin üretimindeki eksiklik veya insülinin etkisindeki bozukluklar nedeniyle karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasını olumsuz yönde etkileyen, yönetilmesi gereken kronik bir hastalıktır. Tip 1, Tip 2 ,gestasyonel diyabet ve diğer spesifik diyabet türleri bulunur. Diyabetin kontrolü ve komplikasyonlarının önlenmesi için tıbbi beslenme tedavisi büyük önem taşımaktadır. Bu beslenme tedavisi makro ve mikro besin ögesi olarak ikiye ayrılır. Makro besin öğeleri karbonhidratlar, proteinler ve yağlardan oluşur. Günlük enerji ihtiyacının %45-65'inin karbonhidratlardan sağlanması önerilmektedir. Ancak karbonhidratın türü de büyük önem taşır; tam tahıllar, kurubaklagiller ve lif oranı yüksek besinler tercih edilmelidir. Glisemik indeksin düşük tutulması, insülin direnci ve kan şekeri kontrolü açısından faydalıdır. Protein alımı bireyselleştirilmeli, böbrek hastalığı olmayan bireylerde kısıtlama yapılmamalıdır. Hayvansal ve bitkisel protein kaynakları dengeli şekilde tüketilmelidir. Yağ tüketiminde ise doymuş ve trans yağlardan kaçınılmalı, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri tercih edilmelidir. Mikro besin öğeleri, vitaminler ve minerallerden oluşur . Bunlar diyabet yönetiminde destekleyici rol oynar. D vitamini eksikliği insülin direnci ve β-hücre fonksiyon bozukluğu ile ilişkilidir. Ayrıca Metformin kullanan bireylerde ise B12 vitamini eksikliği sık görülür. Çinko, magnezyum ve krom gibi mineraller, glukoz metabolizması üzerinde olumlu etkilere sahiptir. **Diyabet** yönetiminde dengeli ve bireyselleştirilmiş bir beslenme planı uygulanmalıdır. Karbonhidrat, protein ve yağ alımı dengeli olmalı, glisemik indeksi düşük besinler tercih edilmelidir. Mikro besin öğeleri, özellikle D vitamini, B12, magnezyum ve çinko yeterli düzeyde alınmalıdır. Doğru beslenme, diyabetin kontrolü ve komplikasyonların önlenmesi için kritik bir rol oynamakta olup, sürdürülebilir sağlıklı yaşam alışkanlıkları geliştirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Diyabet, glisemik indeks, insülin direnci, makro besin ögeleri, mikro besin ögeleri, tıbbi beslenme tedavisi

IMPORTANCE OF MACRO AND MICRONUTRIENTS IN DIABETES

ABSTRACT

Diabetes is a chronic disease that negatively affects carbohydrate, fat and protein metabolism due to deficiency in the amount of insulin in the body or disorders in the effect of insulin. There are Type 1, Type 2, gestational diabetes and other specific types of diabetes. Medical nutrition therapy is of great importance for the control of diabetes and the prevention of its complications. This nutrition therapy is divided into macro and micro nutrients. Macronutrients consist of carbohydrates, proteins and fats. It is recommended that 45-65% of daily energy needs come from carbohydrates. However, the type of carbohydrate is also of great importance; whole grains, legumes and foods high in fiber should be preferred. Keeping the glycemic index low is beneficial for insulin resistance and blood sugar control. Protein intake should be individualized and should not be restricted in individuals without kidney disease. Animal and plant protein sources should be consumed in a balanced way. In fat consumption, saturated and trans fats should be avoided, and mono and polyunsaturated fatty acids should be preferred. It consists of micronutrients, vitamins and minerals. These play a supportive role in diabetes management. Vitamin D deficiency is associated with insulin resistance and β-cell dysfunction. Additionally, vitamin B12 deficiency is common in individuals using Metformin. Minerals such as zinc, magnesium and chromium have positive effects on glucose metabolism. A balanced and individualized nutrition plan should be implemented in diabetes management. Carbohydrate, protein and fat intake should be balanced, and foods with a low glycemic index should be preferred. Micronutrients, especially vitamin D, B12, magnesium and zinc, should be taken in adequate amounts. Proper nutrition plays a critical role in controlling diabetes and preventing complications, and sustainable healthy living habits should be developed.

Keywords: Diabetes, glycemic index, insulin resistance, macronutrients, medical nutrition therapy

KETOJENİK DİYET VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİSİ

Buse Nur POLAT
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, 44050 Battalgazi Malatya
ORCID: 0009-0009-8873-8758
Öğr. Gör. Serkan BENTLİ
Malatya Turgut Özal University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, 44050 Battalgazi Malatya
ORCID: 0000-0002-4029-7289

ÖZET

Ketojenik diyet, karbonhidrat oranı oldukça düşük, doğal yağlar bakımından zengin ve protein miktarı düşük ila orta düzeyde olan bir diyet örneğidir. Ketojenik diyetin temel amacı günlük karbonhidrat alımını 50 gram ile sınırlayıp vücudu ketozis adı verilen metabolik duruma ulaşmayı hedeflemektir. Bunun sonucunda öncelikli enerji kaynağı olarak karbonhidratlardan elde edilen glukoz yerine yağların kullanılmasını sağlamaktır. Bu metabolik durum sonrası vücutta birçok yan etki de ortaya çıkmaktadır: Baş ağrısı, halsizlik, yorgunluk ve mide rahatsızlıkları gibi geçici etkiler yaşanabilirken uzun süreli uygulamada ise vitamin ve mineral eksikliği (selenyum, kalsiyum, D vitamini vb.) , böbrek taşı oluşumu,elektrolit dengesizlikleri, parçalanma sorunları(konstipasyon, diyare),osteopeni, ve ağırlık kaybı gözlemlenmektedir. Ketojenik diyetin oranlarına göre türleri mevcuttur. Bu türler arasında en çok bilinen klasik ketojenik diyettir. (4:1 oran). Klasik ketojenik diyet başta olmak üzere diğer türlerinde sağlık üzerindeki etkileri geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Öncelikli olarak epilepsi hastalarının tedavisi olmak üzere, obezite tanısı konulmuş danışanlarda kilo kaybı, insülin direncini azaltma, tip 2 diyabetli kişilerde kan şekerinin dengelenmesi, Polikistik over sendromunda ve birçok kanser hastalarında olumlu sonuçlar gözlemlenmiştir. Ancak lipit ve kardiyovasküler hastalıklar için çelişkili sonuçlar mevcuttur. Bunun en büyük nedeni ise denetimsiz uygulanan ketojenik diyet ile birlikte vücuda doymuş yağların fazla alınmasıdır. Ketojenik diyetin uygulanması birçok hastalıklarda olumlu sonuçları ortaya koymaktadır. Ancak ketojenik diyet bazı hastalık gruplarında yürütülen çalışmaların küçük örnekli olması sonuçları etkilemektedir. İlerde yapılacak çalışmaların büyük örneklemle yürütülmesi ile ketojenik diyetin sağlık üzerine etkisi daha net bir şekilde ortaya konulmasına yardımcı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Ketojenik diyet, ketozis, sağlık, yağ metabolizması

KETOGENIC DIET AND ITS EFFECTS ON HEALTH

ABSTRACT

The ketogenic diet is an example of a diet that is very low in carbohydrates, rich in natural fats, and low to moderate in protein. The main purpose of the ketogenic diet is to limit daily carbohydrate intake to 50 grams and put the body in a metabolic state called ketosis. As a result, the primary energy source is to use fats instead of glucose obtained from carbohydrates. After this metabolic state, many side effects occur in the body: Temporary effects such as headache, weakness, fatigue and stomach discomfort may be experienced, while in long-term application, vitamin and mineral deficiencies (selenium, calcium, vitamin D, etc.), kidney stone formation, electrolyte imbalances, disintegration problems (constipation, diarrhea), osteopenia, and weight loss are observed. There are types of ketogenic diet according to their ratios. The most well-known of these types is the classic ketogenic diet (4:1 ratio). The effects on health of the classic ketogenic diet, as well as other types, are widespread. Positive results have been observed, primarily in the treatment of epilepsy patients, as well as weight loss in clients diagnosed with obesity, reduction of insulin resistance, balancing of blood sugar in people with type 2 diabetes, polycystic ovary syndrome and many cancer patients. However, there are conflicting results for lipid and cardiovascular diseases. The biggest reason for this is the excessive intake of saturated fats in the body along with the uncontrolled ketogenic diet. The application of the ketogenic diet reveals positive results in many diseases. However, the small sample size of studies conducted on ketogenic diets in some disease groups affects the results. Future studies conducted with larger samples will help to reveal the effects of the ketogenic diet on health more clearly.

Keywords: Ketogenic diet, ketosis, health, fat metabolism

CHARACTERISTICS AND MEDICAL SIGNIFICANCE OF STEM CELLS IN THE HUMAN PLACENTA

Shahana Gurbanova
Azerbaijan Medical University, Department of Cell Biology, Cytology and Histology
Arzu Ibishova
Azerbaijan Medical University, Department of Pathological Anatomy
Shabnam Ganbaeva
Azerbaijan Medical University, Department of Pathological Anatomy
Nagi Zeynalov
Referans Clinical Laboratory Center

Introduction: Placenta is a wonderful organ that is formed after the formation of the fetus in the mother's womb, which ensures the formation of the immune system of the fetus in its nutrition and the relationship between the mother and the environment. In recent years, new properties of the placenta, unknown to medicine, have been investigated. These include the study of stem cells in the placenta tissue and their importance in medicine. There are mainly two types of stem cells in the placenta: trophoblast stem cells and mesenchymal stem cells. TSC cells are located in the outer layer of the placenta and play a key role in the development of the placenta. They form the trophoblast layers of the placenta and are needed to connect with the mother's blood vessels. MSCs are located in the stroma of the placenta as an internal support tissue and can differentiate into different tissues such as bone, cartilage and fat.

Placental trophoblast stem cells are located in the outer layer of the developing embryo and are divided into two main types: syncytiotrophoblasts and cytotrophoblasts. Syncytiotrophoblasts are multinucleated and connate without an intercellular membrane. They form the blood-brain barrier of the placenta and ensure the delivery of nutrients and oxygen to the embryo by entering the mother's blood vessels. Cytotrophoblasts are uninucleate and lie beneath the syncytiotrophoblasts. They divide regularly to renew syncytiotrophoblasts and ensure the generation of new cells. These cells work together to ensure the development and function of the placenta, thus creating the environment necessary for the health and development of the fetus.

Conclusion: In modern medicine, in-depth study of the structure and function of stem cells and their application in medicine will lay the foundation for faster healing of wounds and diseases in organ transplantation.

Key words: Stem cells, syncytotrophoblast, cytotrophoblast, placenta, fetus, medicine

TERSANELERDE İŞ KAZALARININ ANALİZİ VE ÖNLEYİCİ STRATEJİLER: AHP YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRME

Kaan KOÇALİ
Istanbul Gelisim University, Istanbul Gelisim Vocational School, Occupational Health and Safety Program, 34310 Avcılar, Istanbul
ORCID: 0000-0002-1329-6176
Efe ERİN
Istanbul Gelisim University, Istanbul Gelisim Vocational School, Occupational Health and Safety Program, 34310 Avcılar, Istanbul
ORCID: 0000-0003-2508-5752
Emine ÖZTÜRK KOÇALİ
Istanbul Gelisim University, Istanbul Gelisim Vocational School, Logistics Program, 34310 Avcılar, Istanbul
ORCID: 0000-0001-8975-9459

ÖZET

Tersaneler; sürdürülebilir üretim kapasitesinin korunması, istihdamın artırılması, ulusal ekonomiye döviz girdisi sağlanması ve savunma sanayisine stratejik katkıda bulunması açısından büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, tersaneler yüksek risk faktörlerine sahip sanayi kolları arasında yer almakta ve iş kazalarının sıklıkla meydana geldiği sektörlerden biri olarak dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, tersanelerde meydana gelen iş kazalarının temel nedenlerini belirlemek ve Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi kullanarak en uygun önleyici alternatifleri saptamak amaçlanmıştır. Literatür taraması sonucunda iş kazalarına neden olan dört ana ölçüt belirlenmiştir: kişisel faktörler, malzeme/ekipman kaynaklı faktörler, çevresel faktörler ve yönetimsel faktörler. Bu ana kriterlerin altında toplam on dokuz alt ölçüt tanımlanmış ve iş kazalarını önlemeye yönelik stratejiler olarak organizasyonel yapı, çalışma ortamının uygunluğu, eğitim süreçleri ve insan-makine uyumu alternatifleri değerlendirilmiştir. AHP yöntemiyle gerçekleştirilen analizler sonucunda, kişisel faktörlerin en kritik iş kazası nedeni olduğu tespit edilmiştir. Alt ölçütler arasında ise çalışanların psikolojik ve zihinsel durumları en yüksek etkiye sahip bulunmuştur. Özellikle iş tatminsizliği, düşük motivasyon, stres ve ekonomik kaygılar gibi faktörlerin çalışanların dikkat dağınıklığına yol açarak kaza riskini artırdığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, yönetimsel faktörler, malzeme ve ekipman kaynaklı faktörler ile çevresel faktörler de sırasıyla önem derecelerine göre değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, iş kazalarının önlenmesi için en etkili önlemin organizasyonel yapı olduğunu ortaya koymaktadır. Organizasyonel iyileştirmeler, güvenli çalışma ortamlarının sağlanması, etkili denetim mekanizmalarının oluşturulması ve çalışanların mesleki gelişimine yönelik eğitimlerin artırılması gibi unsurları içermektedir. Özellikle tersaneler gibi tehlikeli iş kollarında meydana gelen kazaların ölümcül sonuçlara yol açabileceği göz önüne alındığında,

düzenli risk değerlendirmeleri yapılması ve iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin etkin şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda, tersanelerde iş kazalarına neden olan faktörlerin daha kapsamlı analiz edilmesi, yeni alt ölçütlerin belirlenmesi ve farklı yöntemlerle alternatif önlemlerin değerlendirilmesi önerilmektedir. Sonuç olarak, iş kazalarının önlenmesi için psikososyal risklerin azaltılması, çalışanların görüşlerinin dikkate alınması ve etkin yönetim politikalarının uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Tersane, iş kazası, iş güvenliği, kaza nedenleri, AHP

ANALYSIS OF WORK ACCIDENTS IN SHIPYARDS AND PREVENTIVE STRATEGIES: AN EVALUATION WITH AHP METHOD

ABSTRACT

Shipyards are of great importance in terms of maintaining sustainable production capacity, increasing employment, providing foreign exchange input to the national economy and making strategic contributions to the defense industry. However, shipyards are among the industrial branches with high risk factors and stand out as one of the sectors where occupational accidents frequently occur. In this study, it was aimed to determine the main causes of occupational accidents occurring in shipyards and to determine the most appropriate preventive alternatives using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method. As a result of the literature review, four main criteria causing occupational accidents were determined: personal factors, material/equipment-related factors, environmental factors and managerial factors. A total of nineteen sub-criteria were defined under these main criteria and organizational structure, suitability of the work environment, training processes and human-machine harmony alternatives were evaluated as strategies to prevent occupational accidents. As a result of the analyses carried out with the AHP method, it was determined that personal factors were the most critical cause of occupational accidents. Among the sub-criteria, the psychological and mental states of the employees were found to have the highest impact. It has been determined that factors such as job dissatisfaction, low motivation, stress and economic concerns in particular cause employees to be distracted and increase the risk of accidents. In addition, administrative factors, factors originating from materials and equipment and environmental factors were evaluated in order of importance. The findings obtained in the study reveal that the most effective measure for preventing occupational accidents is the organizational structure. Organizational improvements include elements such as providing safe working environments,

establishing effective control mechanisms and increasing training for the professional development of employees. Considering that accidents occurring in hazardous occupations such as shipyards can lead to fatal consequences, it is of great importance to conduct regular risk assessments and effectively implement occupational health and safety management systems. In future studies, it is recommended that the factors causing occupational accidents in shipyards be analyzed more comprehensively, new sub-criteria be determined and alternative measures be evaluated with different methods. As a result, it is of great importance to reduce psychosocial risks, take employees' opinions into consideration and implement effective management policies for the prevention of occupational accidents.

Keywords: Shipyard, work accident, work safety, accident causes, AHP

EGFR RESEPTÖRÜNÜN VAHŞİ TİPİ VE MUTANT VARYANTLARI İLE SAFRAN BİLEŞENLERİNİN ETKİLEŞİMİ: AKCİĞER KANSERİNDE YENİ ALTERNATİFLER ÜZERİNE HESAPLAMALI BİR ÇALIŞMA

Nil SAZLI
Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Campus, Muradiye, Manisa
ORCID: 0009-0006-6740-1169
Deniz KARATAŞ
Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Şehit Prof. Dr. İlhan Varank Campus, Muradiye, Manisa
ORCID: 0000-0002-8176-4883

ÖZET

Dünya genelinde farklı kanser türlerine bağlı ölümlerin başlıca nedenlerinden biri olan akciğer kanseri, mevcut tedavilere karşı direnç geliştirmesi ile en zorlu onkolojik vakalardan biri olarak görülmektedir. Özellikle akciğer kanserinin bir türü olan küçük hücreli dışı akciğer kanseri (NSCLC) bu hastalık vakalarının çoğunluğunu kapsamaktadır. NSCLC'nin hastalarda ileri seviyelerde teşhis edilebilmesi bu hastalığa yönelik yeni tedavilerin geliştirilmesi ihtiyacını ortaya koymaktadır. Bu hastalığın progresyonundaki ana neden Epidermal Büyüme Faktörü Reseptörü (EGFR) mutasyonlarıdır. Bu mutasyonların akciğer kanseri tedavisine yönelik dirence yol açması yeni ve etkili terapötik stratejilerin keşfedilmesi gerektiğinin önemini ortaya koymaktadır. Çalışmamız kapsamında EGFR (PDB ID: 1XKK) reseptörüne ait vahşi tip ve hedefe yönelik mutasyona uğramış mutant tip formlarının doğal safran bitkisinin bileşenleri olan crocin, crocetin, safranal ve picrocrocin ile docking yöntemi ile moleküler seviyede etkileşimleri incelenmiştir. Bu doğal bileşenlerin yeni bir ilaç adayı olma potansiyelleri FDA onaylı EGFR-Tirozin Kinaz İnhibitörleri (TKI) ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda sentetik EGFR-TKI'lerden olan afatinib, osimertinib, erlotinib, dacomitinib, gefitinib, brigatinib, mobocertinib, aumolertinib, tesevatinib ve safran bileşenlerinden olan crocin, crocetin, safranal ve picrocrocin moleküler docking yöntemi ile bağlanma afiniteleri ve ADMET analizleri ile farmakokinetik profilleri belirlendi. Örneğin, crocin ile 1XKK vahşi tip modeli ile yapılan doking sonucu etkileşim enerjisi -7.9 kcal/mol olarak hesaplanmıştır. Özetle, elde edilen bulgular doğal safran bileşenlerinin sentetik EGFR-TKI'ne alternatif olduğunu göstererek düşük toksisiteleri ile iyi bir ilaç adayı olabileceklerini ortaya koymuştur. Çalışmamız doğal bileşiklerin akciğer kanserine yönelik EGFR hedefli mevcut TKI'lere alternatif kullanılabilirliğini araştırarak safran bileşenlerin destekleyici ve alternatif yeni nesil kişiselleştirilmiş tedavi uygulamalarına umut ışığı olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akciğer kanseri, safran bileşenleri, EGFR, EGFR-TKI, moleküler kenetlenme.

INTERACTION OF SAFFRON COMPONENTS WITH WILD-TYPE AND MUTANT VARIANTS OF THE EGFR RECEPTOR: A COMPUTATIONAL STUDY ON NEW ALTERNATIVES IN LUNG CANCER

ABSTRACT

Lung cancer, one of the main causes of deaths due to different types of cancer worldwide, is seen as one of the most challenging oncological cases due to the development of resistance to existing treatments. Especially non-small cell lung cancer (NSCLC) covers most of these disease cases. The fact that NSCLC can be diagnosed at advanced levels in patients reveals the need to develop new treatments for this disease. The main cause of the progression of this disease is Epidermal Growth Factor Receptor (EGFR) mutations. The fact that these mutations lead to resistance to lung cancer treatment reveals the importance of discovering new and effective therapeutic strategies. Within the scope of our study, the interactions of wild-type and targeted mutant forms of the EGFR (PDB ID: 1XKK) receptor with crocin, crocetin, safranal, and picrocrocin, which are components of the natural saffron plant, were investigated at the molecular level using the docking method. The potential of these natural compounds as new drug candidates was analyzed comparatively with FDA-approved EGFR-Tyrosine Kinase Inhibitors (TKIs). In this context, the binding affinities of synthetic EGFR-TKIs -afatinib, osimertinib, erlotinib, dacomitinib, gefitinib, brigatinib, mobocertinib, aumolertinib, and tesevatinib -as well as saffron components- crocin, crocetin, safranal, and picrocrocin- were determined using the molecular docking method, and their pharmacokinetic profiles were assessed through ADME. For instance, the docking result of crocin with the 1XKK wild-type model yielded an interaction energy of -7.9 kcal/mol. To sum up, the findings obtained demonstrated that natural saffron components could serve as viable alternatives to synthetic EGFR-TKIs and that they exhibit promising drug candidacy due to their low toxicity. Our study explores the feasibility of utilizing natural compounds as alternatives to existing EGFR-targeted TKIs for lung cancer and highlights the potential of saffron components in supportive and alternative next-generation personalized treatment applications.

Keywords: Lung cancer, saffron compounds, EGFR, EGFR-TKI, molecular docking.

1.INTRODUCTION

Lung cancer, which constitutes a significant public health issue, is one of the leading causes of cancer-related mortality. In particular, Non-Small Cell Lung Cancer (NSCLC), one of the major histological subtypes of this malignancy, accounts for almost 85% of lung cancer cases (Belloni et al., 2024). Although the etiology of NSCLC is associated with environmental risk factors such as tobacco smoking, the critical molecular cause is Epidermal Growth Factor Receptor

(EGFR) mutations (Menzel et al., 2024). EGFR, a transmembrane tyrosine kinase receptor, is responsible for regulating critical cellular processes such as cell survival and proliferation. It plays a central role in the RAS/RAF/MEK/ERK and PI3K/AKT/mTOR intracellular signaling cascades, orchestrating downstream cellular responses (Chen et al., 2024). However, as a result of EGFR mutation, cells undergo uncontrolled proliferation, causing NSCLC to occur and rendering it unresponsive to commonly used therapeutic interventions (*Medicinal Chemistry of Drugs Affecting Cardiovascular and Endocrine Systems*, 2024). When literature studies are examined, EGFR-Tyrosine Kinase Inhibitors (EGFR-TKIs) are used in addition to conventional treatment modalities such as chemotherapy for the treatment of NSCLC, which is generally driven by EGFR mutations. First- and second-generation synthetic inhibitors initially exhibit a therapeutic response to the disease However, primary mutations such as G719S and L858R activate alternative intracellular signaling pathways and promote the efflux of accumulated drugs, leading to resistance to EGFR-TKIs over time, and these drugs ultimately lose their therapeutic efficacy (Hayes et al., 2024; Kim et al., 2024). This situation highlights the need for the development of more effective and targeted therapeutic strategies for NSCLC treatment. In recent years, interest in natural bioactive compounds has significantly increased across various disciplines, including rational drug design and pharmacological innovation (Elsaman et al., 2024; Rampogu, Lee, Park, Lee, & Kim, 2022). The main reason for this situation is that natural compounds possess a low toxicity profile and exhibit multi-target mechanisms of action (Pavithra, Khan, & Khan, 2024). When the studies in the literature are examined, it is evident that the components of the saffron (*Crocus sativus L.)* plant possess various bioactive properties, such as inducing apoptosis, suppressing cancer cell proliferation, and regulating oxidative stress (Gautam et al., 2024). In addition, there are findings that saffron components suppress EGFR phosphorylation and inhibit metastatic signaling pathways (Pavithra et al., 2024). However, in the context of saffron components in particular, *in silico* analyses that comparatively examine the binding mechanisms of natural compounds with wild-type and mutant EGFR variants at the molecular level are limited in the literature (Chunarkar-Patil et al., 2024; Hayes et al., 2024). As a requirement of these limited studies in the literature, the binding interactions and pharmacokinetic profiles of saffron-derived compounds such as crocin, crocetin, safranal, and picrocrocin on wild-type and mutant EGFR variants (G719S, L858R, G719S/L858R) were investigated in detail through molecular docking and Absorption, Distribution, Metabolism, and Excretion (ADME) analyses. In addition, FDA-approved synthetic EGFR-TKI compounds such as afatinib, osimertinib, erlotinib, dacomitinib, gefitinib, brigatinib, mobocertinib, aumolertinib, and tesevatinib were selected as the control group By

comparing the molecular interactions of this control group with wild-type and mutant EGFR variants, the potential of saffron components as alternative drug candidates for NSCLC treatment was evaluated. Our study aims to establish a basis for the investigation of innovative therapeutic approaches in lung cancer treatment involving natural-origin compounds with low toxicity and to elucidate the underlying mechanisms of EGFR mutations in lung cancer.

2.MATERIAL AND METHODS

2.1.Ligand Selection

In our study, crocin (CID: 5281233), crocetin (CID: 5281232), safranal (CID: 61041), and picrocrocin (CID: 130796), which are natural compounds derived from *Crocus sativus* L., were selected as potential EGFR inhibitors in order to investigate the discovery of alternative therapeutic agents for the treatment of NSCLC. These natural compounds were preferred to investigate their anticancer bioactive properties, such as inhibiting cancer cell proliferation, modulating the apoptotic pathway, and their potential to interact with EGFR (Gautam et al., 2024). FDA-approved afatinib (CID: 10184653), osimertinib (CID: 71496458), erlotinib (CID: 176870), dacomitinib (CID: 11511120), gefitinib (CID: 123631), brigatinib (CID: 68165256), mobocertinib (CID: 118607832), aumolertinib (CID: 121280087), and tesevatinib (CID: 10458325) synthetic EGFR-TKIs were selected as control group ligands. These synthetic inhibitors were selected in our study based on their distinct targeting mechanisms against EGFR mutations (Nagarajan & Guda, 2024). The compounds in question were obtained from the PubChem database (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/) in three-dimensional (3D) structure and Structure Data File (SDF) format.

2.2.Ligand Preparation

Previously obtained saffron-derived compounds and FDA-approved synthetic EGFR-TKIs were opened separately in the UCSF Chimera v1.17.3 program. Each ligand structure was subjected to energy minimization and molecular geometries were optimized. Hydrogen atoms were then added. Partial atomic charges were assigned for standard and nonstandard amino acid residues using the AMBER ff14SB force field and the Gasteiger method, respectively. After the optimization process of the ligands was completed, the ligands were labeled and saved in the Tripos Mol2 format to ensure compatibility of the ligands for the docking process (Sazlı & Karataş, 2025).

2.3.Receptor Selection

In this study, the EGFR crystal structure (PDB ID: 1XKK) was chosen as the receptor to examine the binding interactions of natural and synthetic components with the EGFR receptor.

This receptor was obtained in three-dimensional (3D) PDB format from the Protein Data Bank (https://www.rcsb.org/) database (Burley et al., 2019).

2.4.Receptor Preparation and Mutagenesis

The obtained EGFR crystal receptor structure (PDB ID: 1XKK) was opened in the Chimera program. In order to ensure the integrity of the receptor's interaction with the binding site, water molecules, bound ligands, and ions were removed from the receptor. The receptor structure was labeled as wild-type and saved in PDB format (Bayrakdar, 2024). n our study, three different receptor structures containing G719S, L858R, and both G719S and L858R (G719S/L858R) were created in order to examine the interactions of mutant EGFR variants with ligands. For this purpose, the wild-type EGFR receptor structure was opened in the PyMOL v3.1 program. The mutagenesis step was performed using the Mutagenesis Wizard tool in PyMOL. For the first receptor, the glycine (Gly) amino acid located at position 719 was substituted with a serine (Ser) amino acid residue and saved in PDB format. Then, the wild-type structure was opened in PyMOL again and the same procedure was applied for the L858R and double G719S/L858R mutant EGFR models (Chatterjee & Banerjee, 2025; Khiabani et al., 2025). As a result, four receptor structures were obtained for use in the study. The Chimera program was used to prepare these receptors for the molecular docking stage. Wild-type and mutant EGFR variants were opened separately in the Chimera program. Hydrogen atoms were added to prepare them for docking. Then, partial atomic charges were assigned for standard or non-standard amino acid residues in the structure using the AMBER ff14SB force field and the Gasteiger method. Finally, appropriate name labeling was performed for each receptor structure and the files were saved in Tripos Mol2 format (Sazlı & Karataş, 2025).

2.5.Binding Site Determination and Molecular Docking

In our study, the AGFR program was used to determine the specific binding site coordinates of wild-type and mutant EGFR receptors. The receptors in question were opened in the program, and both the mutant amino acid residues and the amino acid residues Arg-803 and Ala-837, belonging to the binding site reported by RCSB, were preferred to determine the grid box coordinates. According to the results obtained, the grid center of the wild-type and mutant EGFR variants was determined as X = 3.707, Y = 35.716, Z = 34.868. Since the size of each ligand is different, the grid box dimensions were systematically optimized in the range of 30×30×30 Å³ to 60×60×60 Å³ (Zhang, Forli, Omelchenko, & Sanner, 2019). After all the necessary structures and information for the docking stage were prepared, the receptor and natural and synthetic ligand structures were opened one by one in Chimera. Then, the predetermined grid center coordinates were entered. In order to increase the predictive accuracy

of the binding poses of the receptor and ligands, the exhaustiveness parameter was set to 8. Binding affinities (kcal/mol) were calculated as a result of docking. In total, 208 docking operations were performed for each receptor and ligand. From these results, the best binding score and poses of each receptor–ligand complex were visualized by generating 2D interaction maps in order to analyze them comprehensively via the Discovery Studio 2024 Client program (Bayrakdar, 2024).

2.6.ADME Analysis

In our study, the pharmacokinetic properties of receptor–ligand complexes of wild-type and mutant EGFR variants formed with saffron-derived natural compounds were investigated by ADME analysis. The ADMETlab 2.0 web server (https://admet.scbdd.com/home/index/) was used for this step. Pharmacokinetic parameters such as gastrointestinal absorption, blood–brain barrier (BBB) permeability, and cytochrome P450 (CYP) enzyme interactions were comprehensively analyzed for each natural saffron component, and the potential of natural ligands as EGFR-targeted therapeutic agents related to lung cancer was evaluated (Wang, He, Zloh, Shen, & He, 2024).

3.RESULTS AND DISCUSSION

3.1.Comparative Binding Affinity Analysis of Wild-Type and Mutant EGFR Variants

Molecular docking is a computational technique that predicts molecular interactions between molecules characterized as target receptor and ligand (Alanzi, Moussa, Alsalhi, Nawaz, & Ali, 2024). It enables the calculation of binding affinities of compounds predicted as potential drug candidates, especially in drug discovery studies (S, Imran P K, MohİDeen A, Meeran I, & T. K, 2023). In our study, the binding affinities of natural saffron components and synthetic EGFR-TKIs on wild-type and mutant EGFR variant receptors were comprehensively evaluated (Table 1). Negative values below –6.0 kcal/mol in the binding energies obtained as a result of docking represent strong interactions between the receptor and the ligand (Akbaba & KarataŞ, 2023). When the findings were examined, it was found that FDA-approved synthetic EGFR-TKIs exhibited high binding affinity with all types of EGFR variants. In particular, Dacomitinib's –10.4 kcal/mol binding energy with the G719S mutant EGFR variant is a highly noteworthy result. This binding energy value indicates that the receptor and ligand form a stable and strong complex structure (Shamsi et al., 2024). In the results of natural compounds, the binding energies of saffron-derived natural compounds range from –8.1 to –6.1 kcal/mol, which are remarkable results indicating that these compounds have an important place in the search for alternative treatment strategies for lung cancer (Roney et al., 2024). In particular, the binding energies of the natural ligand crocetin around –8.1 kcal/mol for each EGFR variant, and crocin

around –8.5 kcal/mol for the double mutant EGFR variant, indicate that they have comparable efficacy to synthetic inhibitors such as osimertinib (–8.3 kcal/mol) and erlotinib (–8.0 kcal/mol). In summary, the binding energies of the saffron-derived natural ligands crocetin, crocin, and picrocrocinin reveal evidence that they have therapeutic potential for EGFR inhibition.

Table 1. Binding Affinities of EGFR Wild-Type and Mutants with Natural and Synthetic Inhibitors (kcal/mol)

		Binding Affinities of EGFR Variants (kcal/mol)			
Compound Classification	**Docked Ligands**	**Wild-Type (PDB ID: 1XKK)**	**G719S Mutant**	**L858R Mutant**	**G719S/L858R Double Mutant**
Natural Safran Compounds	Crocetin	-8.0	-8.1	-8.0	-8.0
	Crocin	-7.9	-7.6	-8	-8.5
	Picrocrocin	-7.2	-7.4	-7.4	-7.5
	Safranal	-6.2	-6.2	-6.1	-6.1
Synthetic EGFR-TKIs	Afatinib	-8.9	-9.3	-9	-8.9
	Aumolertinib	-8.5	-8.8	-8.6	-9.2
	Brigatinib	-9.7	-9.9	-8.6	-9.2
	Dacomitinib	-10	-10.4	-9.6	-9.5
	Erlotinib	-8	-8.3	-7.3	-7.6
	Gefitinib	-8.9	-9.2	-7.9	-8.5
	Mobocertinib	-8.9	-7.2	-7.4	-7.2
	Osimertinib	-8.3	-8.5	-8.6	-8.9
	Tesevatinib	-9.9	-10.0	-9.0	-9.3

3.2.Molecular Binding Modes of Natural and Synthetic Ligands to Wild-type and Mutant EGFR Variants

In order to comprehensively examine the interaction mechanisms of wild-type and EGFR mutant variants with natural saffron derivative components, the highest binding affinity ligand binding maps of crocetin (–8.1 kcal/mol), crocin (–8.5 kcal/mol), picrocrocin (–7.5 kcal/mol), and safranal (–6.2 kcal/mol) are visualized in Fig. 1. These ligands were obtained from the complexes of G719S (Fig. 1A), G719S/L858R double mutant (Fig. 1B), G719S/L858R double mutant (Fig. 1C), and G719S mutant EGFR variant (Fig. 1D) receptors, respectively, where they exhibited the highest binding energy. When the binding maps were examined, it was observed that crocin formed multiple conventional hydrogen bonds with the binding site amino

acid residues of the corresponding receptor (1B). This suggests that the ligand induces a conformational change in the receptor and forms strong electrostatic interactions with the amino acid residues Arg481, Ser720, Leu832, and Asp855 (Alanzi et al., 2024). In addition, crocetin forms pi-alkyl interactions with Lys879 and Trp880 amino acid residues, which increases the binding stability on the receptor (Pal, Teli, Sengupta, Maji, & Purawarga Matada, 2024). Crocin, which has the highest binding affinity among natural ligands after crocetin, formed conventional hydrogen bonds with Met766 and Leu777, a carbon–hydrogen bond with Gly796, and alkyl interactions with Val726, Lys745, and Leu844 in the binding site of the double mutant EGFR receptor (1A). Especially, the binding affinity of crocetin is very close to –8.0 and –8.1 kcal/mol in all types of EGFR variants, indicating the flexible binding ability and linear conformation of this natural ligand (Table 1)(Rajput, Jain, Kashaw, & Patil, 2024). Thanks to these properties, it has shown high stability by being unaffected by the effects of mutations and by fitting well into the binding pocket of mutant EGFR variants (Alanzi et al., 2024). When the binding map of picrocrocin, which has the third highest binding affinity among natural ligands, is examined, it is observed that the natural ligand forms conventional hydrogen bonds with Lys745, Asn842, and Asp855 amino acid residues in the ATP-binding region of the double mutant EGFR receptor (1C). However, it is also observed that the negative donor–donor interactions formed with Ala722 and Asp837 weaken the binding stability between the receptor and the ligand compared to crocin (Ahmad Ansari et al., 2024). Finally, safranal, which has the lowest binding energy score (–6.2 kcal/mol), formed alkyl interactions with Val25, Ala38, and Leu135, and conventional hydrogen bonds with Lys40 and Arg149. However, the fact that this ligand forms hydrogen bonds with a limited number of amino acids on the receptor indicates that its binding stability is relatively weak compared to others (Bulusu & Desiraju, 2019; Roney et al., 2024). In particular, the presence of the G719S mutation on the EGFR receptor demonstrates that it alters the electrostatic structure of the binding pocket. In this case, it reduced the stability and binding efficiency of safranal on the receptor (Alvarado-Lozano, Hernandez-Valencia, Avila-Aviles, & Bello, 2025). It is seen in Table 1 that wild-type and mutant EGFR variants exhibit different binding energy scores for the same ligands. These differences are attributed to the structural changes that distinct EGFR mutations cause in the binding pocket of the receptor. For example, although the G719S, L858R, and G719S/L858R double mutations increase binding affinity in some natural and synthetic ligands, they also have the opposite effect in others. In Table 1, crocetin showed relatively higher binding affinity to wild-type EGFR compared to the G719S mutant EGFR receptor. The main reason for this situation is explained by the fact that structural changes in the receptor binding region facilitate

the formation of additional hydrogen bonds (Anwar et al., 2024). On the contrary, the observation that crocetin exhibited lower binding scores with the G719S EGFR variant compared to other receptors suggests that the binding conformation of the ligand within the receptor could not be fully optimized. In this context, the variability in binding affinity associated with the L858R mutation, another EGFR variant, is attributed to changes in the steric arrangement of the active binding site (Nagarajan & Guda, 2024). This situation particularly affects the affinity of ligands forming hydrophobic interactions (Roney et al., 2024). inally, the reason for the binding affinity variability in the G719S/L858R mutant variant is that these mutations provide a much more favorable environment in terms of steric and electrostatic properties for certain ligands, allowing them to form strong interactions between the receptor and the ligand. In summary, the differences in binding energy are a result of the structural conformations and electrostatic changes that occur in the active site and binding pocket of the wild-type and mutant EGFR variants (Todsaporn et al., 2024). These alterations in the binding site affect the binding interactions and affinities of natural saffron components and synthetic EGFR-TKIs to the receptors (Alanzi et al., 2024). In this context, it is clear that the dynamic properties of the receptor binding site are critical in drug development and discovery studies for the treatment of lung cancer-associated EGFR mutations and should be examined at the molecular level. The stable and strong interactions of saffron-derived natural components, especially crocin and crocetin, with both wild-type and mutant EGFR variants indicate their potential as alternative therapeutic drug candidates in the treatment of NSCLC. In particular, the multifaceted mechanisms of action and low toxicity profiles of these natural components highlight the significant advantages they offer in overcoming the limitations imposed by resistance mechanisms resulting from EGFR mutations.

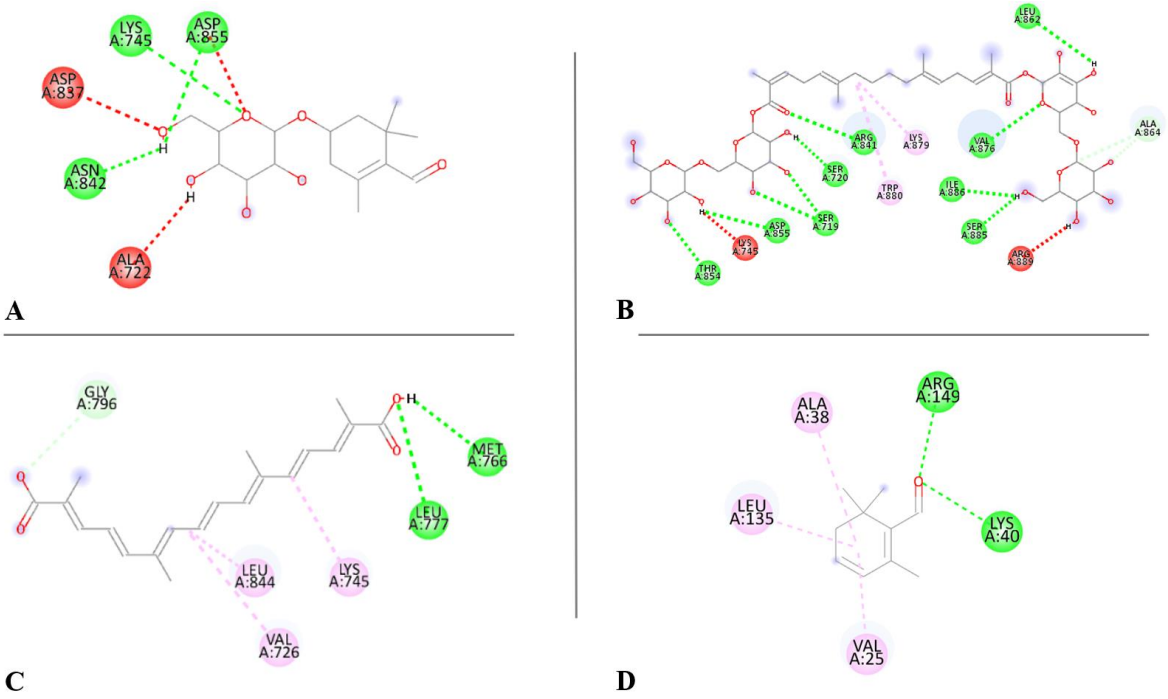


Fig. 1. Binding interaction maps of saffron-derived natural ligands with the highest binding energy scores obtained from docking with mutant EGFR variants. Binding maps of (A) crocetin with the G719S mutant EGFR, (B) crocin with the G719S/L858R double mutant EGFR, (C) picrocrocin with the G719S/L858R double mutant EGFR, and (D) safranal with the G719S mutant EGFR receptor are shown. In the image, green dashed lines represent conventional hydrogen bonds, light blue indicates carbon–hydrogen bonds, pink indicates alkyl and pi-alkyl interactions, and red indicates unfavorable (negative) binding interactions.

3.3.Pharmacokinetic and ADME Properties of Natural Ligands

In addition to exhibiting strong binding affinities, compounds considered as potential drug candidates should also possess favorable pharmacokinetic profiles, which require a comprehensive analysis of their absorption, distribution, metabolism, and excretion (ADME) properties (Roney et al., 2024). Therefore, the pharmacokinetic suitability of safranal-derived natural compounds, including crocetin, crocin, picrocrocin, and safranal, was thoroughly evaluated in our study (Table 2). When the absorption and permeability characteristics of the ligands were assessed, it was observed that safranal (–4.426 cm/s) exhibited superior permeability compared to other natural components based on Caco-2 permeability results. This finding underscores the advantage of safranal in terms of oral bioavailability (Alanzi et al., 2024). In the absorption profiles, crocin exhibits a significantly high gastrointestinal absorption capacity (Manojkumar et al., 2024). One of the key factors contributing to the high absorption capacity of crocin is its hydrophilic and polar molecular structure (Garcia et al., 2024). In

particular, its glycosidic structure facilitates its transport into intestinal cells via specific carrier proteins, thereby enhancing its absorption in the intestine (Gupta et al., 2024). Among the analyzed ligands, safranal exhibits the lowest absorption capacity. Similar to crocin, this is attributed to its molecular structure. As a small and highly lipophilic compound, safranal can undergo rapid elimination through metabolic enzymes such as cytochrome P450 (CYP450) and P-glycoprotein (P-gp) in the intestine (Gupta et al., 2024). The plasma protein binding rate (PPB%) provides critical information regarding the active and inactive forms of a compound in the bloodstream (Carzaniga et al., 2024). Among the analyzed compounds, crocetin exhibits the highest PPB%. This characteristic is particularly notable for its sustained and prolonged effect, especially in the inhibition of mutant EGFR variants for lung cancer, supporting its potential for long-term therapeutic sustainability. However, if rapid target tissue penetration is required in certain treatment strategies, picrocrocin may serve as a promising drug candidate for this purpose (Alanzi et al., 2024; Roney et al., 2024). The volume of distribution (VDss, steady-state volume of distribution) is a pharmacokinetic parameter that quantifies the extent of compound distribution between blood plasma and tissues in the body (Adegboyega, Anifowose, Hammad, & Ghazy, 2024). Regarding this parameter, crocetin exhibits the lowest VDss value at 0.565 L/kg, whereas safranal demonstrates the highest VDss value at 2.228 L/kg. These values indicate that both natural ligands offer distinct pharmacokinetic advantages depending on their intended therapeutic application. Crocetin stands out as a component with high bioavailability in the bloodstream and exhibits a stable pharmacokinetic profile due to its prolonged systemic retention. Additionally, as this ligand is primarily eliminated via renal excretion, it minimizes the risk of metabolic drug-drug interactions (Adegboyega et al., 2024; Koch et al., 2024). Safranal, on the other hand, indicates that it can rapidly reach target areas due to its VDss value and penetrate cancer cells with EGFR mutations more effectively (Adegboyega et al., 2024). Cytochrome P450 (CYP450) enzymes are enzyme systems that regulate drug metabolism in the body. These enzymes, predominantly found in the liver, play a key role in the elimination of various compounds, including pharmaceuticals (Anwar et al., 2024). CYP450 inhibition slows down drug metabolism, which may lead to drug-drug interactions that result in toxicity or, in some cases, enhanced therapeutic efficacy (Lee, Beers, Geffert, & Jackson, 2024). When the CYP450 inhibition properties in our study are examined, it is observed that crocetin and safranal act as inhibitors of this enzyme type. However, since these ligands are very weak inhibitors, they do not induce toxicity related to drug-drug interactions In fact, this property enhances drug efficacy when co-administered with an EGFR inhibitor metabolized via CYP450. On the other hand, natural ligands such as crocin and

picrocrocin, which do not inhibit CYP450, exhibit a highly favorable pharmacokinetic profile. This is attributed to their lack of potential interactions with other drugs (Lee et al., 2024). Renal clearance represents the excretion of a drug through the kidneys. If prolonged systemic effectiveness is desired, natural ligands such as crocin and crocetin are more advantageous (Anwar et al., 2024). $T_{1/2}$ (half-life) represents the duration of a drug's activity in the body (Ma, Shan, & Lu, 2024). In this parameter, the natural ligands crocetin and crocin are at the forefront due to their long-lasting effects. They can be particularly useful, especially in treatments targeting EGFR mutations, such as NSCLC (Anwar et al., 2024). However, if individuals with NSCLC caused by EGFR mutations also have other diseases and require additional medications for treatment, the natural ligands picrocrocin and safranal, which have shorter $T_{1/2}$ values, may also be advantageous. When literature studies are examined, the pharmacokinetic profiles of EGFR-TKIs have been associated with drug efficacy (van der Gaag et al., 2025). For example, it has been observed in different studies that the PBB% ratio of erlotinib, one of the synthetic ligands, is quite high (Yamamoto, Saita, Yamamoto, & Shin, 2018). This finding indicates that it is extensively distributed to body tissues, characterized by a wide distribution volume (Lee et al., 2024). In particular, in our study, crocetin has a PBB value of 92.922%, which is consistent with literature findings, emphasizing that it is a sustainable inhibitor for the treatment of lung cancer based on EGFR mutation (Anwar et al., 2024; Yamamoto et al., 2018).

In summary, the pharmacokinetic profiles of saffron-derived natural compounds indicate that they may serve as alternative drug candidates to EGFR-TKIs used for the treatment of EGFR mutation-based lung cancer. Especially, the crocetin and crocin ligands emerge as sustainable inhibitors due to their long half-life and high bioavailability. Other natural components, picrocrocin and safranal, stand out with their advantages of high tissue penetration and rapid elimination from the body in multiple drug use. Within the scope of this study, the potential of saffron compounds as alternative or supportive therapeutic agents to synthetic EGFR-TKIs was demonstrated.

Table 2. Pharmacokinetic and ADME Properties of Natural Safranal Ligands

	Natural Safranal Ligands			
Pharmacokinetic Properties	**Crocetin**	**Crocin**	**Picrocrocin**	**Safranal**
HIA (%)	+	+++	++	---
Caco-2 Papp (cm/s)	-5.511	-6.197	-5.294	-4.426
Pgp Substrate (E/H)	+	+++	+++	---
BBB Penetration (LogBB)	---	---	---	-
PPB (%)	92.922%	63.591%	36.982%	82.274%
VDss (L/kg)	0.565	0.123	1.048	2.228
CYP450 Inhibition	++	--	---	-
Renal Clearance (Log mL/min/kg)	0.744	0.646	1.732	2.445
T1/2 (h)	0.738	0.828	0.761	0.600

4.CONCLUSION

The limitations of drug resistance in the treatment of EGFR mutation-based NSCLC underscore the necessity for advanced studies focusing on the identification of alternative natural therapeutic agents with specific molecular targeting capabilities. For this reason, the inhibitory potential of saffron-derived phytocompounds on both wild-type and mutant EGFR isoforms was evaluated within the scope of our study. Natural compounds and clinically used synthetic EGFR-TKIs were systematically analyzed at the molecular level on EGFR variants through in silico bioinformatics approaches, including molecular docking simulations and ADME profiling, and it was demonstrated that these compounds may serve as alternative or complementary therapeutic candidates in precision medicine. Particularly, findings have demonstrated that crocetin and crocin act as sustainable, low-toxicity natural inhibitors with high binding affinities and favorable pharmacokinetic profiles, serving as promising alternatives to conventional EGFR-TKIs. This study highlights the potential of saffron-derived phytochemicals as potent alternative inhibitors in the targeted treatment of EGFR-mutant NSCLC, owing to their multifaceted mechanisms of action. These findings lay the groundwork for future *in vitro* and *in vivo* investigations to validate their therapeutic efficacy. Furthermore, the study provides a scientific basis for the development of novel, naturally derived, and specifically targeted therapeutic strategies aimed at overcoming drug resistance, one of the major limitations associated with EGFR mutations.

REFERENCES

Adegboyega, F. N., Anifowose, L. O., Hammad, S. F., & Ghazy, M. A. (2024). Repurposing Antiviral Drugs as Potential Anti-EGFR Agents in NSCLC: A Structure-Based Screening and Molecular Dynamics Analysis. *Chem Biodivers*, *21*(11), e202400898. doi:10.1002/cbdv.202400898

Ahmad Ansari, I., Debnath, B., Kar, S., Patel, H. M., Debnath, S., Zaki, M. E. A., & Pal, P. (2024). Identification of potential edible spices as EGFR and EGFR mutant T790M/L858R inhibitors by

structure-based virtual screening and molecular dynamics. *J Biomol Struct Dyn, 42*(5), 2464-2481. doi:10.1080/07391102.2023.2223661

Akbaba, E., & KarataŞ, D. (2023). Phytochemicals of Hibiscus sabdariffa with Therapeutic Potential against SARS-CoV-2: A Molecular Docking Study. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13*(2), 872-888. doi:10.21597/jist.1187616

Alanzi, A. R., Moussa, A. Y., Alsalhi, M. S., Nawaz, T., & Ali, I. (2024). Integration of pharmacophore-based virtual screening, molecular docking, ADMET analysis, and MD simulation for targeting EGFR: A comprehensive drug discovery study using commercial databases. *PLoS One, 19*(12), e0311527. doi:10.1371/journal.pone.0311527

Ali, M. I., Thirukovela, N. S., Kumar, G. B., Dasari, G., Badithapuram, V., Manchal, R., & Bandari, S. (2024). Design, synthesis, in silico molecular docking, and ADMET studies of quinoxaline-isoxazole-piperazine conjugates as EGFR-targeting agents. *Chem Biol Drug Des, 103*(3), e14499. doi:10.1111/cbdd.14499

Alvarado-Lozano, J. E., Hernandez-Valencia, J. A., Avila-Aviles, R. D., & Bello, M. (2025). Insight into the inhibitory activity of mangiferin and Silybin against HER2 and EGFR using theoretical and experimental approaches. *Sci Rep, 15*(1), 8658. doi:10.1038/s41598-025-93612-2

Anwar, S., Alanazi, J., Ahemad, N., Raza, S., Chohan, T. A., & Saleem, H. (2024). Deciphering quinazoline derivatives' interactions with EGFR: a computational quest for advanced cancer therapy through 3D-QSAR, virtual screening, and MD simulations. *Front Pharmacol, 15*, 1399372. doi:10.3389/fphar.2024.1399372

Bayrakdar, A. (2024). In Silico Studies of a Novel Scaffold of Acetylsalicylic Acid Derivatives Against EGFR by Molecular Docking and Molecular Dynamics Simulations. *Cumhuriyet Science Journal, 45*(2), 274-281. doi:10.17776/csj.1410033

Belloni, A., Pugnaloni, A., Rippo, M. R., Di Valerio, S., Giordani, C., Procopio, A. D., & Bronte, G. (2024). The cell line models to study tyrosine kinase inhibitors in non-small cell lung cancer with mutations in the epidermal growth factor receptor: A scoping review. *Crit Rev Oncol Hematol, 194*, 104246. doi:10.1016/j.critrevonc.2023.104246

Bulusu, G., & Desiraju, G. R. (2019). Strong and Weak Hydrogen Bonds in Protein–Ligand Recognition. *Journal of the Indian Institute of Science, 100*(1), 31-41. doi:10.1007/s41745-019-00141-9

Burley, S. K., Berman, H. M., Bhikadiya, C., Bi, C., Chen, L., Di Costanzo, L., . . . Zardecki, C. (2019). RCSB Protein Data Bank: biological macromolecular structures enabling research and education in fundamental biology, biomedicine, biotechnology and energy. *Nucleic Acids Res, 47*(D1), D464-D474. doi:10.1093/nar/gky1004

Carzaniga, L., Linney, I. D., Rizzi, A., Schmidt, W., Knight, C. K., Mileo, V., . . . Rancati, F. (2024). Discovery, Multiparametric Optimization, and Solid-State Driven Identification of CHF-6550, a Novel Soft Dual Pharmacology Muscarinic Antagonist and beta(2) Agonist (MABA) for the Inhaled Treatment of Respiratory Diseases. *J Med Chem, 67*(12), 9816-9841. doi:10.1021/acs.jmedchem.4c00298

Chatterjee, P., & Banerjee, S. (2025). A computational and structural approach to identify malignant non-synonymous FOXM1 single nucleotide polymorphisms in triple-negative breast cancer. *Sci Rep, 15*(1), 964. doi:10.1038/s41598-024-85100-w

Chen, L., Chen, W. D., Xu, Y. X., Ren, Y. Y., Zheng, C., Lin, Y. Y., & Zhou, J. L. (2024). Strategies for enhancing non-small cell lung cancer treatment: Integrating Chinese herbal medicines with epidermal growth factor receptor-tyrosine kinase inhibitors therapy. *Eur J Pharmacol, 980*, 176871. doi:10.1016/j.ejphar.2024.176871

Chunarkar-Patil, P., Kaleem, M., Mishra, R., Ray, S., Ahmad, A., Verma, D., . . . Kumar, S. (2024). Anticancer Drug Discovery Based on Natural Products: From Computational Approaches to Clinical Studies. *Biomedicines, 12*(1). doi:10.3390/biomedicines12010201

Elsaman, T., Ahmad, I., Eltayib, E. M., Suliman Mohamed, M., Yusuf, O., Saeed, M., . . . Mohamed, M. A. (2024). Flavonostilbenes natural hybrids from Rhamnoneuron balansae as potential antitumors targeting ALDH1A1: molecular docking, ADMET, MM-GBSA calculations and molecular dynamics studies. *J Biomol Struct Dyn, 42*(6), 3249-3266. doi:10.1080/07391102.2023.2218936

Garcia, C. J., Beltran, D., Frutos-Lison, M. D., Garcia-Conesa, M. T., Tomas-Barberan, F. A., & Garcia-Villalba, R. (2024). New findings in the metabolism of the saffron apocarotenoids, crocins and crocetin, by the human gut microbiota. *Food Funct, 15*(18), 9315-9329. doi:10.1039/d4fo02233e

Gautam, Y., Srivastav, M., Mishra, P., Singh, M., Kausar, H., Rao, D. P., . . . Verma, N. (2024). Saffron: A Comprehensive Review of its Cancer-Preventive and Curative Properties in Different Types of Cancer. *Oriental Journal Of Chemistry, 40*(3), 646-659. doi:10.13005/ojc/400303

Gupta, V., Jamwal, G., Rai, G. K., Gupta, S. K., Shukla, R. M., Dadrwal, B. K., . . . Aguilar, C. N. (2024). Biosynthesis of biomolecules from saffron as an industrial crop and their regulation, with emphasis on the chemistry, extraction methods, identification techniques, and potential applications in human health and food: A critical comprehensive review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 59*. doi:10.1016/j.bcab.2024.103260

Hayes, T. K., Aquilanti, E., Persky, N. S., Yang, X., Kim, E. E., Brenan, L., . . . Meyerson, M. (2024). Author Correction: Comprehensive mutational scanning of EGFR reveals TKI sensitivities of extracellular domain mutants. *Nat Commun, 15*(1), 3273. doi:10.1038/s41467-024-47675-w

Khiabani, Y., Gholampour-Faroji, N., Rezanejad, H., Taghavizadeh Yazdi, M. E., Farazmand, R., & Haddad-Mashadrizeh, A. (2025). In-silico analysis of CYP1A2 (cytochrome P450 1A2) missense mutations: Implications for pharmacogenetics. *Heliyon, 11*(6). doi:10.1016/j.heliyon.2025.e42955

Kim, T. H., Choi, J. H., Ahn, M. S., Lee, H. W., Kang, S. Y., Choi, Y. W., . . . Sheen, S. S. (2024). Differential efficacy of tyrosine kinase inhibitors according to the types of EGFR mutations and agents in non-small cell lung cancer: a real-world study. *BMC Cancer, 24*(1), 70. doi:10.1186/s12885-023-11782-6

Koch, W., Wawruszak, A., Kukula-Koch, W., Zdzieblo, M., Helon, P., Almarhoon, Z. M., . . . Sharifi-Rad, J. (2024). Exploring the therapeutic efficacy of crocetin in oncology: an evidence-based review. *Naunyn Schmiedebergs Arch Pharmacol, 397*(3), 1455-1476. doi:10.1007/s00210-023-02714-z

Lee, J., Beers, J. L., Geffert, R. M., & Jackson, K. D. (2024). A Review of CYP-Mediated Drug Interactions: Mechanisms and In Vitro Drug-Drug Interaction Assessment. *Biomolecules, 14*(1). doi:10.3390/biom14010099

Ma, X., Shan, M., & Lu, Y. (2024). Design and Synthesis of Gefitinib Derivatives as Potential Drugs for Cancer Treatment: Antiproliferative Activity, Molecular Docking, and

ADMET Prediction. *Letters in Drug Design & Discovery, 21*(9), 1555-1568. doi:10.2174/1570180820666230810164118

Manojkumar, S., Thandeeswaran, M., Thangavel, S. K., Arjunan, A., Muthuselvam, M., Kalaiarasi, G., & Gnanajothi, K. (2024). Phytochemical Screening, In Silico Molecular Docking, ADME Properties, and In Vitro Antioxidant, Anticancer, and Antidiabetic Activity of Marine Halophyte Suaeda maritima (L.) Dumort. *ACS Omega, 9*(10), 11200-11216. doi:10.1021/acsomega.3c05591*Medicinal Chemistry of Drugs Affecting Cardiovascular and Endocrine Systems*. (2024).

Menzel, M., Kirchner, M., Kluck, K., Ball, M., Beck, S., Allgauer, M., . . . Christopoulos, P. (2024). Genomic heterogeneity at baseline is associated with T790M resistance mutations in EGFR-mutated lung cancer treated with the first-/second-generation tyrosine kinase inhibitors. *J Pathol Clin Res, 10*(2), e354. doi:10.1002/cjp2.354

Nagarajan, N., & Guda, C. (2024). Identification of potential inhibitors for drug-resistant EGFR mutations in non-small cell lung cancer using whole exome sequencing data. *Front Pharmacol, 15*, 1428158. doi:10.3389/fphar.2024.1428158

Pal, R., Teli, G., Sengupta, S., Maji, L., & Purawarga Matada, G. S. (2024). An outlook of docking analysis and structure-activity relationship of pyrimidine-based analogues as EGFR inhibitors against non-small cell lung cancer (NSCLC). *J Biomol Struct Dyn, 42*(18), 9795-9811. doi:10.1080/07391102.2023.2252082

Pavithra, R., Khan, M. R., & Khan, M. S. (2024). Recent advancements in natural compounds for cancer therapy and prevention. *Phytochemistry Reviews, 23*(6), 1835-1859. doi:10.1007/s11101-024-09940-0

Rajput, D., Jain, D., Kashaw, S. K., & Patil, U. K. (2024). Molecular Docking Studies on Phytoconstituent Isolated from Nyctanthes arbortristis Linn. *International Journal of Pharmaceutical Investigation, 14*(2), 399-408. doi:10.5530/ijpi.14.2.50

Rampogu, S., Lee, G., Park, J. S., Lee, K. W., & Kim, M. O. (2022). Molecular Docking and Molecular Dynamics Simulations Discover Curcumin Analogue as a Plausible Dual Inhibitor for SARS-CoV-2. *Int J Mol Sci, 23*(3). doi:10.3390/ijms23031771

Roney, M., Dubey, A., Hassan Nasir, M., Tufail, A., Tajuddin, S. N., Mohd Aluwi, M. F. F., & Huq, A. M. (2024). Computer-aided anti-cancer drug discovery of EGFR protein based on virtual screening of drug bank, ADMET, docking, DFT and molecular dynamic simulation studies. *J Biomol Struct Dyn, 42*(18), 9662-9677. doi:10.1080/07391102.2023.2252092

S, A., Imran P K, M., MohİDeen A, K., Meeran I, S., & T. K, S. (2023). Computational analysis using ADMET profiling, DFT calculations and molecular docking of two anti-cancer drugs. *Turkish Computational and Theoretical Chemistry, 7*(1), 37-50. doi:10.33435/tcandtc.1102295

Sazlı, N., & Karataş, D. (2025). Exploring Therapeutic Potentials of Natural Agents Against Breast Cancer Using Molecular Modeling. *Genel Tıp Dergisi, 35*(1), 52-69. doi:10.54005/geneltip.1494859

Shamsi, A., Khan, M. S., Yadav, D. K., Shahwan, M., Furkan, M., & Khan, R. H. (2024). Structure-based drug-development study against fibroblast growth factor receptor 2: molecular docking and Molecular dynamics simulation approaches. *Sci Rep, 14*(1), 19439. doi:10.1038/s41598-024-69850-1

Todsaporn, D., Zubenko, A., Kartsev, V. G., Mahalapbutr, P., Geronikaki, A., Sirakanyan, S. N., . . . Rungrotmongkol, T. (2024). Furopyridine Derivatives as Potent Inhibitors of the Wild Type, L858R/T790M, and L858R/T790M/C797S EGFR. *J Phys Chem B, 128*(50), 12389-12402. doi:10.1021/acs.jpcb.4c06246

van der Gaag, S., Jordens, T., Yaqub, M., Grijseels, R., van Valkengoed, D. W., de Langen, E. N., . . . Bartelink, I. H. (2025). Physiologically Based Pharmacokinetic Model of Tyrosine Kinase Inhibitors to Predict Target Site Penetration, with PET-Guided Verification. *CPT Pharmacometrics Syst Pharmacol*. doi:10.1002/psp4.70006

Wang, Y., He, G., Zloh, M., Shen, T., & He, Z. (2024). Integrating network pharmacology and computational biology to propose Yiqi Sanjie formula's mechanisms in treating NSCLC: molecular docking, ADMET, and molecular dynamics simulation. *Transl Cancer Res, 13*(7), 3798-3813. doi:10.21037/tcr-24-972

Yamamoto, Y., Saita, T., Yamamoto, Y., & Shin, M. (2018). Quantitative determination of erlotinib in human serum using competitive enzyme-linked immunosorbent assay. *J Pharm Anal, 8*(2), 119-123. doi:10.1016/j.jpha.2017.10.002

Zhang, Y., Forli, S., Omelchenko, A., & Sanner, M. F. (2019). AutoGridFR: Improvements on AutoDock Affinity Maps and Associated Software Tools. *J Comput Chem, 40*(32), 2882-2886. doi:10.1002/jcc.26054

pH'a DUYARLI KİTOZAN/GUAR ZAMKI ESASLI POLİELEKTROLİT KOMPLEKS FİLMLERDEN İLAÇ SALIMI

Zeynep İrem ZEYREK
Istanbul Technical University, Science and Letters Faculty, Chemistry Department, 34469, Maslak, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0009-0003-9934-7708
Ferah ÇALIŞIR
Istanbul Technical University, Science and Letters Faculty, Chemistry Department, 34469, Maslak, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7844-6545
Nejla ÇİNİ
Istanbul Technical University, Science and Letters Faculty, Chemistry Department, 34469, Maslak, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5006-6687

ÖZET

Çeşitli uyaranlara yanıt verebilen polielektrolit kompleks (PEC) esaslı hidrojeller, çeşitli terapötik ajanların tekli veya çoklu formülasyonlarda ağ matrikse doğrudan dahil edilmesi için mükemmel bir rezervuar görevi görebilen platformlardır. Bu avantajlarından dolayı PEC'ler ilaç salım sistemleri olarak ilgi çekmektedir. Tekrar eden birimlerinde iyonlaşabilir gruplar bulunan polisakkaritler polielektrolitler (PE) olarak kabul edilir. Bu çalışmada, kitosan (CHI) ve guar zamkı (GG) bileşenlerinden oluşan polisakkarit-PEC filmlerin ilaç salım sistemlerinde kullanım potansiyelini araştırmak amaçlanmaktadır. Bu amaçla, fenol kırmızısı model yükleme ajanı olarak seçilmiş ve farklı oranda CHI ve GG içeren PEC jel filmler, polietilen glikol (PEG) varlığında çözelti dökümü (casting) tekniği kullanılarak iyonotropik jelleşme yöntemi ile hazırlanmıştır. CHI/GG/PEG PEC filmlerinin farklı pH ortamlarında (yapay vücut (pH:7,4) ve yara sıvısı (pH:7,5)) fenol kırmızısı salım ve şişme ve profilleri 37°C'de incelenmiştir. Ayrıca, CHI/GG/PEG PEC film sistemlerinin kuvvetli asit, kuvvetli baz ve sulu ortamda stabilitesi test edilmiştir. Fenol kırmızısının kantitatif tayini Ultraviole (UV)-Görünür Bölge (GB) spektrofotometri ve PEC filmlerinin yapısal karakterizasyonları Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) spektroskopi yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir.

Tasarlanan fenol kırmızısı yüklü CHI/GG PEC sistemlerinin salım ve şişme profillerinin birbiriyle uyumlu ve maksimum salımın yapay vücut ve yara sıvısı ortamlarında >%98 olduğu bulunmuştur. Sonuçlar, elde edilen CHI/GG/PEG polisakkarit-PEC filmlerin ilaç salım sistemi olarak kullanım potansiyeli olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Polielektrolit kompleks, hidrojel, ilaç salım, ilaç taşıyıcı sistemler

DRUG RELEASING FROM pH SENSITIVE CHITOSAN/GUAR GUM BASED POLYELECTROLYTE COMPLEX FILMS

ABSTRACT

Stimuli-responsive Polyelectrolyte complex (PEC) based hydrogels are are excellent reservoir platforms for incorporating various therapeutic agents into the network matrix either individually or in multiple formulations. Due to these advantages, PECs are of interest as drug delivery systems. Polysaccharides with ionizable groups in their repeating units are considered as polyelectrolytes (PE). In this study, it is aimed to investigate the potential use of polysaccharide-PEC films consisting of chitosan (CHI) and guar gum (GG) components in drug delivery systems. For this ğurpose, phenol red was choosen as a model loading agent and PEC gel films containing CHI and GG in different proportions were prepared in the presence of polyethylne glycol (PEG) by ionotropic gelation method using solution casting technique.

The phenol red release and swelling profiles of CHI/GG/PEG PEC films in different Ph environments (simulated body fluid (pH7.4) and wound fluid (pH:7.5)) were investigated at 37°C. Additionally, the stability of the CHI/GG/PEG PEC films were tested in strong acid, strong base, and aqueous solutions, Quantitative determination of phenol red was performed by Ultraviolet (UV)-Visible (Vis) Spectrophotometry, and structural characterization of PEC films was performed by Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy methods. It was found that the release and swelling profiles of the designed phenol red loaded CHI/GG PEC systems were consistent with each other and the maximum release was >98% in simulated body and wound fluids media. The results showed that the obtained CHI/GG/PEG polysaccharide-PEC films have potential for use as drug delivery systems.

Keywords: Polyelectrolyte complexes, hydrogel, drug release, drug delivery systems

AUTHENTIC LEADERSHIP DIMENSIONS

Nilgün ULUTAŞDEMİR
Prof. Dr., Ordu University, Faculty of Medicine, Department of Public Health, Ordu, Turkey
ORCID: 0000-0002-2231-5236
Hasan ÇİFTÇİ
Doç. Dr., Harran University, Birecik Vocational School, Public Relations and Publicity Programme, Şanlıurfa, Turkey
ORCID: 0000-0001-5595-5726

ABSTRACT

In order for organisations to understand and develop authentic leadership dimensions, they need to measure them first. In a study conducted by Walumbwa, Avolio, Gardner, Wernsing and Peterson in 2008, it was stated that authentic leadership consists of four dimensions. These four dimensions are self-awareness, balanced assessment, internalised morality and transparency in relationships. An authentic leader is highly self-aware and sensitive to how his/her own characteristics affect his/her followers because he/she understands his/her own strengths and weaknesses. However, self-awareness is not only about knowing oneself, but also about being honest with oneself when evaluating one's own actions. Self-awareness is one of the effective factors in developing the concept of authentic leadership. Leaders also consider organisational pressures, pressures and responsibilities they have to fulfil before supporting employees' ideas. He or she then synthesizes these thoughts with the circumstances and draws conclusions. This type of leader considers how to fairly and objectively evaluate ideas and decisions about specific challenges and opportunities. People live their professional and personal lives in accordance with their own moral values and standards based on their internalized sense of morality. Even if people are good communicators, at some point they will not accept the guidance of others. The leader is aware of this structure and makes decisions based on the values of his/her employees and himself/herself. Transparency in relationships is another inherent element of true leadership. It includes people who value and practice honesty and openness in communication. Relational transparency involves similar people recognizing the importance of their true character, whether good or bad. Authentic communication that people try to establish involves the process of building mutual trust and sincerity. The element of transparency in relationships is the sharing of information and feelings appropriate to different moods, showing employees that the leader embodies authentic leader characteristics. One of the main goals of authentic leadership is to create a sense of openness among employees through authentic role

modeling. In this way, employees can integrate with the leader and emulate the positive aspects of the leader.

Keywords: Authentic leadership, self-awareness, balanced assessment, internalised morality, transparency in relationships

OTANTİK LİDERLİK BOYUTLARI

ÖZET

Kurumların otantik liderlik boyutlarını anlayıp geliştirebilmeleri için öncelikle bunları ölçmeleri gerekmektedir. Walumbwa, Avolio, Gardner, Wernsing ve Peterson tarafından otantik liderliğin dört boyuttan oluştuğu 2008 yılında yapılan araştırmada belirtilmiştir. Bu 4 boyut; öz farkındalık, dengeli değerlendirme, içselleştirilmiş ahlak anlayışı ve ilişkilerde şeffaflık. Otantik bir lider son derece öz farkındalığa sahiptir ve kendi güçlü ve zayıf yönlerini anladığı için, kendi özelliklerinin takipçilerini nasıl etkilediği konusunda duyarlıdır. Ancak öz farkındalık sadece kendini bilmekle ilgili değil, aynı zamanda kişinin kendi eylemlerini değerlendirirken kendine karşı dürüst olmasıyla da ilgilidir. Öz farkındalık, otantik liderlik kavramının geliştirilmesinde etkili faktörlerden biridir. Liderler, çalışanların fikirlerini desteklemeden önce kurumsal baskıları, baskıları ve yerine getirmeleri gereken sorumlulukları da dikkate almaktadır. Daha sonra bu düşünceleri koşullarla sentezler ve sonuçlar çıkarır. Bu tür lider, belirli zorluklar ve fırsatlar hakkındaki fikir ve kararların nasıl adil ve objektif bir şekilde değerlendirileceğini dikkate almaktadır. İnsanlar içselleştirdikleri ahlak anlayışlarına dayanarak mesleki ve kişisel yaşamlarını kendi ahlaki değer ve standartlarına uygun olarak yaşamaktadırlar. İnsanlar iletişimde iyi olsalar bile bir noktada başkalarının rehberliğini kabul etmeyeceklerdir. Lider bu yapının bilincindedir ve kararlarını çalışanlarının ve kendisinin değerlerini dikkate alarak almaktadır. İlişkilerde şeffaflık, gerçek liderliğin doğayla ilgili bir başka unsurudur. İletişimde dürüstlük ve açıklığa değer veren ve uygulayan insanları içermektedir. İlişkisel şeffaflık, benzer insanların, ister iyi ister kötü olsun, kendi gerçek karakterlerinin öneminin farkına varmalarını içermektedir. İnsanların kurmaya çalıştığı özgün iletişim, karşılıklı güven ve samimiyet oluşturma sürecini içermektedir. İlişkilerde şeffaflık unsuru, farklı ruh hallerine uygun bilgi ve duyguların paylaşılması, çalışanlara liderin gerçek lider özelliklerini barındırdığının gösterilmesidir. Otantik liderliğin temel amaçlarından biri, otantik rol modelleme yoluyla çalışanlar arasında açıklık duygusu yaratmaktır. Bu sayede çalışanlar liderle bütünleşebilir ve liderin olumlu yönlerini örnek alabilmektedirler.

Anahtar Kelimeler: Otantik liderlik, öz farkındalık, dengeli değerlendirme, içselleştirilmiş ahlak anlayışı, ilişkilerde şeffaflık

OTANTİK LİDERLİK

Otantik liderlik kavramı 1990'larda ortaya çıkan ancak liderlik dünyasında yeni yeni tartışılmaya başlanan bir kavramdır. Pozitif psikologlar bu kavramı, insanların inanç ve duygulara sahip olması ve kendi özgün benliklerine uygun hareket etmesi olarak tanımlamaktadır (Akyürek, 2020). Araştırmacılar, otantik liderlik kavramının, insanların kişisel yaşam deneyimleri sonucunda ortaya çıkan duygu ve düşüncelerini tanımakla ilgili olduğunu söylüyor. İnsanlar düşüncelerine uygun şekilde davranmaktadırlar. Araştırmacılar otantik liderliği insanların bu gerçek özelliklerine dayanarak açıklamaya çalışmaktadırlar (Ünal, 2017). Otantik bir lider, uzun vadeli kariyerinde başarılı olan kişidir. Otantik liderler kendilerini ne kadar geliştirebilirlerse, çalışanlarını da o kadar iyi destekleyebilmekte ve geliştirebilmektedirler (Aksoy, 2019). Otantik bir lider hedeflerine bağlıdır, nerede olduğunu ve nereye gitmesi gerektiğini bilir, değerlerine sahip çıkar, zor durumlarda bile değerlerinden vazgeçmemektedir. Çalışanlarına dikkatli bir şekilde rehberlik eder ve onların sorunlarına duyarlı davranmaktadır. Takipçileriyle güçlü ve samimi ilişkiler geliştirir ve yüksek derecede öz disipline sahiptir. Otantik liderler, öz disiplinin sonucu olan kararlılıkla hedeflere ulaşmakta hiçbir sorun yaşamamaktadırlar. Otantik liderler tüm çalışanlar için değer belirlemektedir. Bu nedenle çalışanların harekete geçmesine ve özgün bir yol oluşturmasına yardımcı olmaktadır (Terzi, 2018).

OTANTİK LİDERLİK BOYUTLARI

Kurumların otantik liderlik boyutlarını anlayıp geliştirebilmeleri için öncelikle bunları ölçmeleri gerekmektedir. Walumbwa, Avolio, Gardner, Wernsing ve Peterson tarafından otantik liderliğin dört boyuttan oluştuğu 2008 yılında yapılan araştırmada belirtilmiştir. Bu 4 boyut; öz farkındalık, dengeli değerlendirme, içselleştirilmiş ahlak anlayışı ve ilişkilerde şeffaflık (Akyürek, 2020).

Kişisel farkındalık, güçlü ve zayıf yönlerinizin yanı sıra duygusal yapınızın, olaylara nasıl tepki verdiğinizin ve kişiliğinizin farkında olmayı içermektedir (Engin, 2019). Otantik bir lider son derece öz farkındalığa sahiptir ve kendi güçlü ve zayıf yönlerini anladığı için, kendi özelliklerinin takipçilerini nasıl etkilediği konusunda duyarlıdır. Ancak öz farkındalık sadece kendini bilmekle ilgili değil, aynı zamanda kişinin kendi eylemlerini değerlendirirken kendine karşı dürüst olmasıyla da ilgilidir (Şahinbaş, 2018). Öz farkındalık, otantik liderlik kavramının geliştirilmesinde etkili faktörlerden biridir (Öztekin Bayır, 2018). İnsanların öz farkındalık düzeyi arttıkça kendilerini ve temel değerlerini anlayabilecek, güçlü yanlarından yararlanabilecek, zayıf yönlerini telafi edebilecektir (Hırlak ve Taşlıyan, 2018).

Liderler karar vermeden önce tüm bilgileri objektif olarak değerlendirmeye çalışmalıdırlar. Bu boyuttaki liderler, astlarının konumlarına zarar verebilecek zorlayıcı fikirleri bile önermelerinde destek olmaktadırlar. Ancak bu, çalışanların huzurunu bozmak, çalışma koşullarını daha da zorlaştırmak anlamına gelmemektedir. Liderler, çalışanların fikirlerini desteklemeden önce kurumsal baskıları, baskıları ve yerine getirmeleri gereken sorumlulukları da dikkate almaktadır. Daha sonra bu düşünceleri koşullarla sentezler ve sonuçlar çıkarır. Bu tür lider, belirli zorluklar ve fırsatlar hakkındaki fikir ve kararların nasıl adil ve objektif bir şekilde değerlendirileceğini dikkate almaktadır (Şahin, 2019).

İlişkilerde şeffaflık, gerçek liderliğin doğayla ilgili bir başka unsurudur. İletişimde dürüstlük ve açıklığa değer veren ve uygulayan insanları içermektedir. İlişkisel şeffaflık, benzer insanların, ister iyi ister kötü olsun, kendi gerçek karakterlerinin öneminin farkına varmalarını içermektedir. İnsanların kurmaya çalıştığı özgün iletişim, karşılıklı güven ve samimiyet oluşturma sürecini içermektedir. İlişkilerde şeffaflık unsuru, farklı ruh hallerine uygun bilgi ve duyguların paylaşılması, çalışanlara liderin gerçek lider özelliklerini barındırdığının gösterilmesidir. Otantik liderliğin temel amaçlarından biri, otantik rol modelleme yoluyla çalışanlar arasında açıklık duygusu yaratmaktır. Bu sayede çalışanlar liderle bütünleşebilir ve liderin olumlu yönlerini örnek alabilmektedirler (Yücel ve Kılıç, 2017).

İnsanlar içselleştirdikleri ahlak anlayışlarına dayanarak mesleki ve kişisel yaşamlarını kendi ahlaki değer ve standartlarına uygun olarak yaşamaktadırlar. İnsanlar iletişimde iyi olsalar bile bir noktada başkalarının rehberliğini kabul etmeyeceklerdir. Lider bu yapının bilincindedir ve kararlarını çalışanlarının ve kendisinin değerlerini dikkate alarak almaktadır (Şahin, 2019).

KAYNAKÇA

Aksoy, M. (2019). *Okul Müdürlerinin Liderlik Yaklaşımları Uygulama Dereceleri ve Öğretmenlerin Performansına Etkisi*. Yüksek Lisana Tezi. Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Akyürek, M.İ. (2020). Otantik Liderlik: Bir Alanyazın Taraması. *Uluslararası Liderlik Çalışmaları Dergisi: Kuram ve Uygulama, 3*(3), 99-109.

Hırlak, B. (2015). *Otantik Liderlik, İnsan Kaynakları Yönetimi Uygulamaları ve Psikolojik Sermaye Arasındaki İlişki: Sağlık Sektöründe Bir Araştırma*. Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Şahin, M. (2019). Otantik Liderlik. *Journal of Current Researches on Social Sciences, 9*(1), 39-60.

Şahinbaş, F. (2018). *Pozitif Örgütsel Davranış Yaklaşımıyla İşyeri Arkadaşlığı ve İşe Adanma İlişkisi: Sağlık Çalışanları Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Terzi, D. (2018). *Kutadgu Bilig'de "Bey" Figürünün Otantik Liderlik Yaklaşımı Açısından Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, Sakarya.

Ünal, M. (2015). *Ortaokul Müdürlerinin Otantik Liderlik Davranışları, Öğretmenlerin Sesi ve Örgütsel Özdeşleşmeleri Arasındaki İlişki (Gaziantep Şehitkamil İlçesi Örneği)*. Yüksek Lisans Tezi. Zirve Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.

Yücel. İ., & Kılıç, E. (2017). Otantik Liderliğin Örgütsel Güven Üzerine Etkileri: Erzincan Üniversitesi'nde Bir Uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *18*(1), 81-93.

PREMISES OF AUTHENTIC LEADERSHIP

Nilgün ULUTAŞDEMİR
Prof. Dr., Ordu University, Faculty of Medicine, Department of Public Health, Ordu, Turkey
ORCID: 0000-0002-2231-5236
Hasan ÇİFTÇİ
Doç. Dr., Harran University, Birecik Vocational School, Public Relations and Publicity Programme, Şanlıurfa, Turkey
ORCID: 0000-0001-5595-5726

ABSTRACT

In order for a leader to be seen as an authentic leader, he or she must first enter the process of authenticity. One must first become aware of self-acceptance, authentic action, self-awareness and authentic process. We can consider the antecedents of authentic leadership in four stages: background, triggering events, self-knowledge and self-consistency. The individual's place in the world as a leader, the family teachings he/she has formed according to his/her family structure, the people he/she has looked up to in the past, the difficulties he/she has experienced in his/her previous life, his/her level of education and work experience, his/her curriculum vitae are all the data that we can call person data, which constitute the personal identity of the individual, which are composed of his/her life experiences and accumulated in his/her memory. The curriculum vitae is a collection of life experiences that contribute positively to the development of important aspects such as “honesty”, “transparency” and “reliability”, which are especially needed by authentic leaders with high levels of responsibility. Trigger events in the organizational sphere are internal and external events that require a leader to demonstrate innovative and unexpected creativity. Trigger events are often said to include moments of crisis or negative situations for individuals, such as financial problems or health issues, but positive situations are also likely to contribute positively to leadership development. These negative and positive triggering events affect the leader's leadership style and shape his/her leadership style in terms of personal development. In order for authentic leaders to exhibit authentic behavior and think with an authentic leadership approach, they must first get to know themselves. In an organization, the strong or weak relationship between the value given by the employees to their leaders and the value given by the leader to himself/herself constitutes the leader's self-knowledge. Through self-knowledge, an authentic leader is able to control himself and balance his good and bad sides. There are differences that distinguish self-knowledge from self-awareness, which is a branch of authentic leadership. Self-knowledge is the leader's way of motivation, awareness of their emotions and the level of knowledge they possess. The most important criterion of an authentic leader is the consistency of his/her thoughts and behaviors.

Self-consistency is the most important factor that enables employees to perceive their leaders as authentic and is therefore one of the antecedents of authentic leadership. If a leader's words and behaviors to employees do not meet on a common ground, the employee's perception of authentic leadership is damaged. Such a situation will damage their trust in the leader of the organization and in time their trust in the organization they work for.

Keywords: Authentic leadership, curriculum vitae, trigger events, self-knowledge, self-consistency.

OTANTİK LİDERLİK ÖNCÜLLERİ

ÖZET

Bir liderin otantik bir lider olarak görülebilmesi için öncelikle özgünlük sürecine girmesi gerekmektedir. Kişi öncelikle kendini kabullenmenin, otantik eylemin, kişisel farkındalığın ve özgün sürecin farkına varmalıdır. Otantik liderlik öncüllerini dört aşamada ele alabiliriz: özgeçmiş, tetikleyici olaylar, benlik bilgisi ve öz tutarlılık. Bireyin lider olarak dünyadaki yeri, aile yapısına göre oluşturduğu aile öğretileri, geçmişte örnek aldığı kişiler, önceki yaşamında yaşadığı zorluklar, eğitim düzeyi ve iş deneyimi, özgeçmişi, bireyin kişisel kimliğini oluşturan, yaşam deneyimlerinden oluşan ve hafızasında biriken, kişi verisi diyebileceğimiz verilerin tamamıdır. Özgeçmiş, özellikle üst düzeyde sorumluluk taşıyan özgün liderlerin ihtiyaç duyduğu "dürüstlük", "şeffaflık" ve "güvenilirlik" gibi önemli hususların gelişimine olumlu katkı sağlayan yaşam deneyimleri bütünüdür. Kurumsal alanda meydana gelen tetikleyici olaylar, bir liderin yenilikçi ve beklenmedik yaratıcılık sergilemesini gerektiren iç ve dış olaylardır. Tetikleyici olayların genellikle kriz anlarını veya finansal sorunlar veya sağlık sorunları gibi bireyler için olumsuz durumları içerdiği söylense de olumlu durumların da liderlik gelişimine olumlu katkı sağlaması muhtemeldir. Bu olumsuz ve olumlu tetikleyici olaylar, liderin liderlik tarzını etkilemekte ve onun kişisel gelişimi açısından liderlik tarzını şekillendirmektedir. Otantik liderlerin özgün davranış sergileyebilmeleri ve otantik liderlik anlayışıyla düşünebilmeleri için öncelikle kendilerini tanımaları gerekmektedir. Bir organizasyonda çalışanların liderlerine verdikleri değer ile liderin kendisine verdiği değer arasındaki ilişkinin güçlü ya da zayıf olması, liderin kendini tanımasını oluşturmaktadır. Otantik bir lider, kendini tanıma yoluyla kendini kontrol edebilir ve iyi ve kötü yanlarını dengeleyebilir. Benlik bilgisini, otantik liderliğin bir dalı olan öz-farkındalık kavramından ayıran farklılıklar vardır. Kendini tanıma, liderin motivasyon yolu, duygularının farkındalığı ve sahip olduğu bilgi düzeyidir. Otantik bir liderin en önemli kriteri düşünce ve davranışlarının tutarlılığıdır. Çalışanların liderlerini özgün olarak algılamalarını sağlayan en önemli faktör öz

tutarlılıktır ve bu nedenle otantik liderliğin öncüllerinden biridir. Bir liderin çalışanlara söylediği sözler ve gösterdiği davranışlar ortak paydada buluşmuyorsa çalışanın özgün liderlik algısı zarar görmektedir. Böyle bir durum, öncelikle kurumun liderine, zamanla çalıştıkları kuruma olan güvenlerini de zedeleyecektir.

Anahtar Kelimeler: Otantik liderlik, özgeçmiş, tetikleyici olaylar, benlik bilgisi, öz tutarlılık.

OTANTİK LİDERLİK

Kniss ve Rogers yaptıkları çalışmada otantik liderliği; uyum sağlayabilen, esnek, belirsizliği tolere edebilen, deneyime açık ve kendini gerçekleştirme yeteneğine sahip bir birey olarak açıklamışlardır. George (2003) otantik liderliği "bir lider imajı veya imajı yaratmaktan ziyade, olmak için doğduğunuz kişi olmak, kendiniz olmak" olarak açıklamaktadır. Walumbwa vd., otantik liderleri “kendini tanıyan, düşünceleri, duyguları, ihtiyaçları, tercihleri, inançları olan ve buna göre davranan çalışanlar” olarak tanımlamaktadır (Hırlak, 2015). Araştırmacılar, otantik liderlik kavramının, insanların kişisel yaşam deneyimleri sonucunda ortaya çıkan duygu ve düşüncelerini tanımakla ilgili olduğunu söylüyor. İnsanlar düşüncelerine uygun şekilde davranmaktadırlar. Araştırmacılar otantik liderliği insanların bu gerçek özelliklerine dayanarak açıklamaya çalışmaktadırlar (Ünal, 2017).

Otantik liderlik, kendi değerleriyle yarattığı beklentilere göre ortaya çıkan durumlar da dahil olmak üzere, içinde bulunduğu toplumsal yapı içerisinde ortaya çıkan durumlarla karşılaştığında nasıl davrandığını gösteren bir süreçler bütünüdür (Bahçeci, 2018).

Otantiklik kavramının ortaya çıkmasıyla birlikte otantik liderlik kavramı 1990'lı yıllarda eğitim ve sosyoloji alanlarında araştırma konusu haline gelmiştir. Ancak otantik liderlik, liderlik yöntemleri alanında yeni yeni tartışılmaya başlanan bir alandır (Hırlak, 2015). Otantik liderler tüm çalışanlar için değer belirlemektedir. Bu nedenle çalışanların harekete geçmesine ve özgün bir yol oluşturmasına yardımcı olmaktadır. Araştırmalar, otantik liderlik niteliklerinin liderler tarafından kolaylıkla kazanılmadığını göstermektedir. Bir liderin otantik niteliklere sahip olabilmesi için kendi yapısını anlaması, sorumluluk sahibi olması ve takipçilerine rehberlik edebilmesi gerekmektedir (Terzi, 2018). Otantik bir lider, uzun vadeli kariyerinde başarılı olan kişidir. Otantik liderler kendilerini ne kadar geliştirebilirlerse, çalışanlarını da o kadar iyi destekleyebilmekte ve geliştirebilmektedirler (Aksoy, 2019).

OTANTİK LİDERLİK ÖNCÜLLERİ

Bir liderin otantik bir lider olarak görülebilmesi için öncelikle özgünlük sürecine girmesi gerekmektedir. Kişi öncelikle kendini kabullenmenin, otantik eylemin, kişisel farkındalığın ve özgün sürecin farkına varmalıdır. Otantik liderlik öncüllerini dört aşamada ele alabiliriz: özgeçmiş, tetikleyici olaylar, benlik bilgisi ve öz tutarlılık (Soylu, 2018).

Bireyin lider olarak dünyadaki yeri, aile yapısına göre oluşturduğu aile öğretileri, geçmişte örnek aldığı kişiler, önceki yaşamında yaşadığı zorluklar, eğitim düzeyi ve iş deneyimi, özgeçmişi, bireyin kişisel kimliğini oluşturan, yaşam deneyimlerinden oluşan ve hafızasında biriken, kişi verisi diyebileceğimiz verilerin tamamıdır. Özgeçmiş, özellikle üst düzeyde sorumluluk taşıyan özgün liderlerin ihtiyaç duyduğu "dürüstlük", "şeffaflık" ve "güvenilirlik" gibi önemli hususların gelişimine olumlu katkı sağlayan yaşam deneyimleri bütünüdür (Soylu, 2018).

Otantik liderlerin özgün davranış sergileyebilmeleri ve otantik liderlik anlayışıyla düşünebilmeleri için öncelikle kendilerini tanımaları gerekmektedir. Bir organizasyonda çalışanların liderlerine verdikleri değer ile liderin kendisine verdiği değer arasındaki ilişkinin güçlü ya da zayıf olması, liderin kendini tanımasını oluşturmaktadır. Otantik bir lider, kendini tanıma yoluyla kendini kontrol edebilir ve iyi ve kötü yanlarını dengeleyebilir. Benlik bilgisini, otantik liderliğin bir dalı olan öz-farkındalık kavramından ayıran farklılıklar vardır. Kendini tanıma, liderin motivasyon yolu, duygularının farkındalığı ve sahip olduğu bilgi düzeyidir (Çiftçi Öztürk, 2018).

Kurumsal alanda meydana gelen tetikleyici olaylar, bir liderin yenilikçi ve beklenmedik yaratıcılık sergilemesini gerektiren iç ve dış olaylardır. Tetikleyici olayların genellikle kriz anlarını veya finansal sorunlar veya sağlık sorunları gibi bireyler için olumsuz durumları içerdiği söylense de olumlu durumların da liderlik gelişimine olumlu katkı sağlaması muhtemeldir. Bu olumsuz ve olumlu tetikleyici olaylar, liderin liderlik tarzını etkilemekte ve onun kişisel gelişimi açısından liderlik tarzını şekillendirmektedir (Soylu, 2018).

Otantik bir liderin en önemli kriteri düşünce ve davranışlarının tutarlılığıdır. Çalışanların liderlerini özgün olarak algılamalarını sağlayan en önemli faktör öz tutarlılıktır ve bu nedenle otantik liderliğin öncüllerinden biridir. Bir liderin çalışanlara söylediği sözler ve gösterdiği davranışlar ortak paydada buluşmuyorsa çalışanın özgün liderlik algısı zarar görmektedir (Keser ve Kocabaş, 2014). Böyle bir durum, öncelikle kurumun liderine, zamanla çalıştıkları kuruma olan güvenlerini de zedeleyecektir (Baş, 2024).

KAYNAKÇA

Aksoy, M. (2019). *Okul Müdürlerinin Liderlik Yaklaşımları Uygulama Dereceleri ve Öğretmenlerin Performansına Etkisi*. Yüksek Lisana Tezi. Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Baş, Z. (2024). *Sağlık Kuruluşlarındaki Yöneticilerin Otantik Liderlik Tarzlarının Hemşirelerin İş Motivasyonu Üzerine Etkilerinin Değerlendirilmesi (Gümüşhane İli Örneği).* Yüksek Lisans Tezi. Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gümüşhane.

Bahçeci, Ö. (2018). *Etik ve Otantik Liderliğin İş Tutumları Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Toros Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin.

Çiftçi Öztürk, D. (2018). *Otantik Liderlik Tarzı ve Çalışanların İşe Adanmışlıkları Arasındaki İlişkide Pozitif Psikolojik Sermayenin Aracı Değişken Rolü*. Doktora Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.

Hırlak, B. (2015). *Otantik Liderlik, İnsan Kaynakları Yönetimi Uygulamaları ve Psikolojik Sermaye Arasındaki İlişki: Sağlık Sektöründe Bir Araştırma*. Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Keser, S., & Kocabaş, İ. (2014). İlköğretim Okulu Yöneticilerinin Otantik Liderlik ve Psikolojik Sermaye Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Educational Administration: Theory and Practice*, *20*(1), 1-22.

Soylu, Ü. (2018). *Otantik Liderlik ve Psikolojik Sermaye İlişkisi: Gaziantep'te Bir Alan Çalışması.* Gaziantep. Yüksek Lisans Tezi. Hasan Kalyoncu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.

Terzi, D. (2018). *Kutadgu Bilig'de "Bey" Figürünün Otantik Liderlik Yaklaşımı Açısından Analizi*. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, İşletme Enstitüsü, Sakarya.

Ünal, M. (2015). *Ortaokul Müdürlerinin Otantik Liderlik Davranışları, Öğretmenlerin Sesi ve Örgütsel Özdeşleşmeleri Arasındaki İlişki (Gaziantep Şehitkamil İlçesi Örneği)*. Yüksek Lisans Tezi. Zirve Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.

GEBELİKTE GÜNLÜK DEMİR TAKVİYESİ: ANEMİNİN ÖNLENMESİ VE ANNE-BEBEK SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Cevriye OCAKTAN TETİKÇOK
Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Konya/Türkiye
ORCID: 0000-0001-7004-1439
Sevil İNAL
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, İstanbul/Türkiye
ORCID: 0000-0002-3260-1770

Öz: Gebelik döneminde demir, hem annenin hem de bebeğin sağlığı için hayati bir mineraldir. Artan kan hacmi, plasenta gelişimi ve fetal büyüme nedeniyle demir ihtiyacı hamilelik boyunca önemli ölçüde artar. Yetersiz demir alımı, anemiye yol açarak anne adayında halsizlik, baş dönmesi, bağışıklık sisteminin zayıflaması ve doğum komplikasyonları gibi sorunlara neden olabilir. Ayrıca, gebelik anemisi erken doğum, düşük doğum ağırlığı ve yenidoğanda gelişim geriliği riskini artırabilir. Bu nedenle, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) başta olmak üzere birçok sağlık otoritesi, tüm hamile kadınlara günlük demir desteği önermektedir.

Günlük demir desteği genellikle 30-60 mg elementer demir içeren preparatlar şeklinde verilir. Demirin emilimini artırmak için C vitamini ile birlikte alınması önerilirken, çay, kahve ve kalsiyum içeren gıdaların demir emilimini azalttığı bilinmektedir. Düzenli demir desteği, hem anne adayında anemi riskini azaltır hem de fetüsün yeterli oksijen almasını sağlayarak sağlıklı gelişimine katkıda bulunur. Bazı durumlarda, demir desteği mide rahatsızlıklarına veya kabızlığa neden olabilir, ancak bu yan etkiler uygun doz ayarlamaları, bol su tüketimi ve lif açısından zengin besin alımı ile azaltılabilir.

Sonuç olarak, gebelikte düzenli demir desteği almak, anemi riskini azaltarak hem annenin sağlığını korur hem de bebeğin sağlıklı büyümesini destekler. Bu nedenle, hekim önerisiyle demir takviyesinin düzenli kullanımı, sağlıklı bir gebelik süreci için büyük önem taşır. Ebeveynlerde demir desteği kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken durumlar ve demirden zengin besinler konusunda farkındalık sağlanmasında ebeler eşsiz bir role sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Gebelik, yenidoğan, anemi, takviye, ebelik

DAILY IRON SUPPLEMENTATION DURING PREGNANCY: PREVENTION OF ANEMIA AND ITS EFFECTS ON MATERNAL AND FETAL HEALTH

Iron Supplementation During Pregnancy: Importance for Maternal and Fetal Health

Abstract: Iron is an essential mineral for both the mother and the baby during pregnancy. Due to increased blood volume, placental development, and fetal growth, the need for iron significantly rises throughout pregnancy. Insufficient iron intake can lead to anemia, causing

fatigue, dizziness, a weakened immune system, and complications during childbirth. Additionally, pregnancy-related anemia increases the risk of preterm birth, low birth weight, and developmental delays in newborns. Therefore, the World Health Organization (WHO) and many other health authorities recommend daily iron supplementation for all pregnant women.

Daily iron supplementation is usually provided in doses of 30-60 mg of elemental iron. To enhance absorption, it is recommended to take iron with vitamin C, while avoiding tea, coffee, and calcium-rich foods, as they can inhibit iron absorption. Regular iron supplementation reduces the risk of anemia in expectant mothers and ensures an adequate oxygen supply to the fetus, supporting healthy development. In some cases, iron supplements may cause gastrointestinal discomfort or constipation; however, these side effects can be managed through proper dosage adjustments, adequate water intake, and a fiber-rich diet.

In conclusion, regular iron supplementation during pregnancy helps reduce the risk of anemia, ensuring maternal health and supporting the baby's healthy growth. Therefore, taking iron supplements under a doctor's supervision is crucial for a healthy pregnancy. Raising awareness among parents and ensuring regular prenatal check-ups provide significant benefits for both maternal and infant health.

Keywords: Pregnancy, newborn, anemia, supplementation, midwifery

GİRİŞ

Gebelik sırasında kadınların yaklaşık üçte birinde anemi gelişmekte olup, bu durumun en yaygın patolojik nedeni demir eksikliğidir (Levy et al., 2025). Bu eksiklik, artan maternal demir ihtiyacı ve gebelik sürecinde meydana gelen fizyolojik değişimlerle ilişkilidir. Dünya genelinde olduğu gibi, Amerika Birleşik Devletleri'nde de demir eksikliği önemli bir halk sağlığı sorunu olarak öne çıkmakta; gebelerde demir eksikliği prevalansı yaklaşık %18, demir eksikliği anemisi ise %5 civarındadır (Mei et al., 2011). Ancak, bu oranların tanı eşiklerinde yapılan değişiklikler nedeniyle gerçekte daha yüksek olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, demir eksikliği ve demir eksikliği anemisinin görülme sıklığında sosyoekonomik düzeye ve etnik kökene bağlı eşitsizlikler gözlenmiştir: Özellikle Hispanik olmayan Siyah kadınlar, Meksika kökenli Amerikalılar ve düşük gelir grubundaki bireyler bu açıdan daha yüksek risk altındadır. Anemi, sadece anne adayının sağlığını değil, aynı zamanda fetüsün gelişimini de doğrudan etkileyen bir durumdur. Maternal mortalite, yorgunluk, bağışıklık sisteminin zayıflaması ve ruh hali bozukluklarının yanı sıra, erken doğum, düşük doğum ağırlığı, ölü doğum ve bebeklik döneminde bilişsel gelişim geriliği gibi olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir (Cantor et al., 2024; Stanworth et al., 2024). Ülkemizde Türkiye'de ise üreme çağındaki kadınlar arasında anemi prevalansı %20 ile %39.9 arasında değişmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2007). Koçağ ve

Demirel'in çalışmasında multipar gebelerde %45, nulliparlarda %24 göre anemi varlığı görülmektedir (Koçağ & Demirel, 2024).

Gebelikte demir eksikliği anemisi prevalansının yüksekliği, tarama ve erken müdahale gerekliliğini ortaya koymaktadır. Demir eksikliği için gebelikte yapılacak taramalar, erken tanı ve tedaviyi mümkün kılarken, rutin demir takviyesi uygulamaları ise anemi gelişmeden önce koruyucu etki gösterebilmektedir. Bu sayede hem anne sağlığı korunabilmekte hem de bebekte oluşabilecek komplikasyonlar azaltılabilmektedir (Di Renzo ve ark., 2015). Özellikle gebeliğin üçüncü trimesterinde artan demir ihtiyacına bağlı olarak anemi sıklığının artması göz önüne alındığında, gebeliğin erken döneminde başlanacak demir desteği, ilerleyen dönemlerdeki riskleri azaltmak açısından önem arz etmektedir. Ancak bu alandaki bilimsel kanıtlar henüz sınırlıdır. Önceki gözlemsel çalışmalar, demir düzeyleri ile olumsuz perinatal sonuçlar arasında ilişkiler bildirmiş olsa da, randomize kontrollü çalışmalar bu bulguları her zaman doğrulamamıştır. 2015 yılında Amerika Birleşik Devletleri Önleyici Hizmetler Görev Gücü (USPSTF), gebelerde demir eksikliği anemisi için tarama ve rutin demir desteğinin yarar-zarar dengesini değerlendirmek üzere mevcut kanıtları yetersiz bulmuş ve net bir öneri sunmamıştır (U.S. Preventive Services Task Force, 2024). Bu nedenle, güncel sistematik derlemeler ile elde edilen yeni veriler, özellikle anemisi olmayan kadınlarda demir eksikliği ve takviyeye ilişkin etkilerin değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

The effect of iron deficiency anemia on maternal health

Demir eksikliği anemisinin anne sağlığı üzerine etkileri

Demir eksikliği anemisi, gebelik sürecinde en sık görülen anemi türü olup, anne sağlığı üzerinde hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan ciddi olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Anemiye bağlı olarak vücutta yeterli miktarda oksijen taşınamaması, annenin sürekli olarak yorgunluk, halsizlik, baş dönmesi ve çabuk yorulma gibi semptomlar yaşamasına neden olur. Bu belirtiler günlük yaşam kalitesini önemli ölçüde düşürürken, özellikle gebeliğin son trimesterinde artan enerji ihtiyacıyla birlikte annenin bakım verme kapasitesini de sınırlayabilir. Anemi aynı zamanda bağışıklık sisteminin zayıflamasına yol açarak enfeksiyonlara, özellikle idrar yolu ve doğum sonrası enfeksiyonlara karşı hassasiyeti artırır. İleri düzeyde demir eksikliği, kalbin daha fazla çalışmasına neden olmakta, bu durum taşikardi, nefes darlığı ve nadiren kalp yetmezliği gibi kardiyovasküler sorunlara zemin hazırlayabilmektedir. Ayrıca, anemi gebelikte artan kan hacmine yanıt veremediğinde, doğum sırasında meydana gelen kan kaybı daha riskli hâle gelmekte, postpartum hemoraji kan transfüzyonu gereksinimi ile sonuçlanabilmektedir (Nicholson et al., 2024).

Demir eksikliği anemisinin psikolojik etkileri de göz ardı edilmemelidir; zira demir, sinir sistemi fonksiyonlarında önemli rol oynayan bir mineraldir. Yapılan araştırmalar, düşük hemoglobin düzeylerinin annede duygu durum bozuklukları ve depresyonla ilişkili olabileceğini göstermektedir (Sucu ve ark., 2024). Özellikle doğum sonrası dönemde görülen postpartum depresyon, anemik kadınlarda daha sık görülebilmekte ve daha şiddetli semptomlarla seyredebilmektedir. Bu durum yalnızca annenin psikolojik sağlığını değil, anne-bebek bağlanmasını ve emzirme başarısını da olumsuz etkileyebilmektedir (Basrowi et al., 2024; Dearman et al., 2012). Emzirme sürecinde annenin enerji ihtiyacı daha da artarken, anemi nedeniyle yorgunluk ve konsantrasyon güçlüğü yaşayan anneler emzirmede zorluk ve süt üretiminde sorunlar yaşayabilmektedir (Kant et al., 2024). Ek olarak, demir eksikliğine bağlı bilişsel fonksiyonlarda azalma, annenin doğum sonrası uyum sürecini zorlaştırabilir. Tüm bu etkiler, demir eksikliği anemisinin yalnızca fiziksel bir durum değil, çok boyutlu bir sağlık sorunu olduğunu göstermekte ve gebelik sürecinde erken tanı ve etkili tedavinin önemini ortaya koymaktadır (Basrowi et al., 2024; Dearman et al., 2012; Sucu ve ark., 2024).

Demir eksikliği anemisinin bebek sağlığı üzerine etkileri

Demir eksikliği, bebeklik döneminde nörogelişimsel süreçler üzerinde uzun vadeli ve geri dönüşü zor etkiler yaratabilen kritik bir beslenme sorunudur. Yaşamın ilk 6 ayında bebekler doğumda depoladıkları demir kaynaklarını kullanmakta; ancak bu sürenin ardından hızlı büyüme, artan hematopoetik aktivite ve gelişen merkezi sinir sistemi (MSS) nedeniyle demir ihtiyacı belirgin şekilde artmaktadır (McLean et al., 2024). Yetersiz demir alımı, nörotransmitter sentezini ve miyelinleşme süreçlerini olumsuz etkileyerek, özellikle psikomotor, bilişsel ve davranışsal gelişimi sekteye uğratmaktadır (McLean et al., 2024). Araştırmalar, erken yaşta demir eksikliği yaşayan bebeklerin okul çağına geldiklerinde dikkat eksikliği, bellek sorunları ve öğrenme güçlüğü yaşama risklerinin daha yüksek olduğunu göstermektedir (Korczak et al., 2024). Özellikle yaşamın ilk 24 ayı, MSS gelişimi açısından kritik bir pencere olup bu dönemde yaşanan eksiklikler, ileri yaşlara kadar uzanan gelişimsel bozukluklara neden olabilmektedir (Claessens et al., 2024).

Demir eksikliği anemisi, yalnızca nörogelişimsel değil, aynı zamanda immünolojik ve fiziksel büyüme açısından da olumsuz sonuçlara yol açmaktadır. Demir, bağışıklık sisteminde yer alan birçok enzimin kofaktörü olduğundan. Bu nedenle demir eksikliği bebeklerde enfeksiyonlara karşı duyarlılığı artırmakta ve hastalıkların daha ağır seyretmesine neden olabilmektedir (Chegni & Taheri, 2024). Aynı zamanda demir eksikliği olan bebeklerde iştahsızlık, kilo alımında yavaşlama ve boy uzamasında gerilik daha sık görülmektedir (Leung et al., 2023). Birçok çalışma, demir eksikliğinin özellikle dil gelişimi, çevresel uyarıları algılama ve motor

beceriler üzerinde gecikmelere yol açtığını bildirmiştir (Bruni et al., 2025). Bu etkilerin, demir eksikliğinin yaşandığı dönemin beyin gelişimi açısından "kritik bir gelişim penceresi" olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kennedy et al., 2016). Bu nedenle, özellikle risk altındaki bebeklerin demir durumunun yakından izlenmesi ve uygun zamanda desteklenmesi, uzun dönem sağlıklı gelişim açısından büyük önem taşımaktadır.

Uluslararası ve Ulusal Sağlık Otoritelerinin Önerileri

Gebelikte artan demir ihtiyacı nedeniyle, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Amerikan Kadın Doğum Uzmanları Koleji (ACOG), anne ve bebek sağlığını korumak amacıyla demir takviyesini öneren kılavuzlar yayımlamıştır. WHO, gebelik süresince tüm kadınlara, anemi tanısı olmasa dahi, profilaktik olarak günde 30–60 mg elementer demir ve 400 µg folik asit desteği yapılmasını önermektedir (WHO, 2025). Bu yaklaşım, demir eksikliğine bağlı gelişebilecek anemi, erken doğum, düşük doğum ağırlığı ve maternal enfeksiyonları önlemeye yöneliktir. WHO'ya göre demir emilimini artırmak için C vitamini ile birlikte alınması önerilirken, çay, kahve ve kalsiyum içeren besinlerin emilimi olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir. Bu öneri, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerdeki yüksek anemi prevalansına karşı koruyucu halk sağlığı yaklaşımını yansıtmaktadır (WHO, 2025).

ACOG ise, demir takviyesinde daha seçici bir yaklaşım benimsemekte ve tarama temelli uygulamayı önermektedir. Kurum, gebeliğin her trimesterinde hemoglobin düzeylerinin izlenmesini ve demir eksikliği riski taşıyan ya da anemi saptanan kadınlara hedefe yönelik tedavi uygulanmasını önermektedir. ACOG, serum ferritin düzeyinin 30 ng/mL'nin altında olmasını demir eksikliği göstergesi olarak kabul ederken, anemik gebelere genellikle 60–120 mg/gün elementer demir takviyesi önerilmektedir (ACOG, 2025). Herkese rutin takviye yerine bireyselleştirilmiş yaklaşımla tedavi edilmesi gerektiğini savunmaktadır (kaynak). Bu bağlamda, WHO'nun geniş kapsamlı koruyucu yaklaşımı ile ACOG'un risk temelli ve klinik bulguya dayalı yaklaşımı, farklı sağlık sistemlerinde demir eksikliği yönetiminde birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Her iki rehber de, gebelikte demir eksikliğiyle mücadelede doğru dozlama, izlem ve bireysel değerlendirme gerekliliğine dikkat çekmektedir.

Sağlık Bakanlığının önerisi; **Gebelere Demir Destek Programı (GDDP)**, ülkemizde 01 Kasım 2005 başlatılmıştır. Gebelere, gebeliğin 4. ayından itibaren doğum sonrası 3. aya kadar toplam 9 ay süreyle günlük 40-60 mg elementer demir içeren preparatlar verilmektedir. Sosyal güvencesi olan gebelere reçeteyle, olmayanlara ise ücretsiz şekilde bu destek sağlanmakta; ayrıca sağlık personeline eğitim verilerek programın etkinliği artırılmaktadır. Programın uygulanması, izlenmesi ve verilerin düzenli olarak raporlanması İl Sağlık Müdürlükleri tarafından yürütülmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2025).

Ebenin demir eksikliği anemisinden korumaya yönelik sorumlulukları

Ebelik hizmetleri, özellikle kırsal ve kaynakların sınırlı olduğu bölgelerde gebelikte yaygın olarak görülen demir eksikliği anemisinin (DEA) önlenmesi ve yönetiminde hayati bir rol oynamaktadır. Ebeler, sadece tedaviyi uygulamakla kalmayıp, gebelere demirden zengin beslenme konusunda eğitim ve danışmanlık vererek demir eksikliğinin önlenmesine yönelik farkındalığı artırmakta, aynı zamanda demir preparatlarının etkin kullanımı ve olası yan etkilerinin (baş dönmesi, bulantı, kızarıklık vb.) azaltılması konusunda da rehberlik sağlamaktadırlar. Bu eğitim ve danışmanlık hizmetleri, kadınların tedaviye olan uyumunu ve güvenini güçlendirerek başarı oranını yükseltmektedir. Ayrıca, doğum öncesi bakım, güvenli doğumun desteklenmesi ve sağlık tesislerine erişimin kolaylaştırılması gibi hizmetlerle topluma yakın, bütüncül bir sağlık hizmeti sunmaktadırlar. Obstetrisyenlerle iş birliği içinde çalışan ebeler, hem klinik bilgi hem de teknik beceriler açısından yetkinlik kazanarak toplum temelli sağlık hizmetlerinde etkili bir sağlık personeli olarak öne çıkmaktadır. Bu model, sağlık hizmetlerinin erişilebilirliğini artırmakta ve ebelik mesleğinin rolünü genişletmektedir (Naz et al., 2024; Rahayu et al., 2024).

KAYNAK

American College of Obstetricians and Gynecologists. (2021). *Anemia in pregnancy*. https://www.acog.org/clinical/clinical-guidance/practice-bulletin/articles/2021/08/anemia-in-pregnancy, Available from: 20.04.2025.

Basrowi, R. W., Zulfiqqar, A., & Sitorus, N. L. (2024). Anemia in Breastfeeding Women and Its Impact on Offspring's Health in Indonesia: A Narrative Review. *Nutrients, 16*, 1285. https://doi.org/10.3390/NU16091285

Benson, A. E., Lo, J. O., & Caughey, A. B. (2024). Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia During Pregnancy—Opportunities to Optimize Perinatal Health and Health Equity. *JAMA Network Open*, *7*(8), e2429151-e2429151.

Bruni, O., Breda, M., Mammarella, V., Mogavero, M. P., & Ferri, R. (2025). Sleep and circadian disturbances in children with neurodevelopmental disorders. *Nature Reviews Neurology 2025 21:2*, *21*, 103–120. https://doi.org/10.1038/s41582-024-01052-9

Cantor, A. G., Holmes, R., Bougatsos, C., Atchison, C., DeLoughery, T., & Chou, R. (2024). Screening and Supplementation for Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia During Pregnancy: Updated Evidence Report and Systematic Review for the US Preventive Services Task Force. *JAMA*, *332*(11), 914–928. https://doi.org/10.1001/JAMA.2024.13546

Chegni, H., & Taheri, M. S. (2024). The Relationship between Iron-Deficiency Anemia (IDA) and the Function of the Immune System. *Archives of Advances in Biosciences*, *15*(2), 1–9. https://doi.org/10.22037/AAB.V15I1.44987

Claessens, N. H. P., Smits, M. J., & Benders, M. J. N. L. (2024). Enhancing daily life for children with cognitive developmental delay through insights into brain development. *Pediatric Research* , *96*, 1484–1493. https://doi.org/10.1038/s41390-024-03616-3

Daru, J., Allotey, J., Peña-Rosas, J. P., & Khan, K. S. (2017). Serum ferritin thresholds for the diagnosis of iron deficiency in pregnancy: a systematic review. *Transfusion Medicine*, *27*(3), 167-174.

Dearman, L. R., Musonda, P., Roberts, F. G., Bowles, K. M., & Morris, E. P. (2012). Bonding in women with postnatal anaemia: A pilot case control study looking at postnatal bonding in women who have been diagnosed with anaemia at a University Hospital in the East of England. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, *285*, 1243–1248. https://doi.org/10.1007/S00404-011-2142-0/TABLES/2

Kant, S. B., Bashir, R., Khan, B., Shabbir, N. A., Nizami, A. A., Akbar, A., Khan, M., & Ali, H. (2024). A Cross-Sectional Study of the Maternal Health Factors: The Interplay Between Breastfeeding Patterns, Gut Microbiota, Anemia, and Cardiovascular Risk in Lactating Mothers. *Cureus*, *16*(12). https://doi.org/10.7759/cureus.76316

Kennedy, B. C., Wallin, D. J., Tran, P. V., & Georgieff, M. K. (2016). Long-Term Brain and Behavioral Consequences of Early-Life Iron Deficiency. In N. K. B. Reissland (Ed.), *Fetal Development* (pp. 295–316). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22023-9_15

Koçağ, A., & Demirel, G. (2024). Birinci Trimesterdeki Gebelerde Demir Eksikliği Anemisi Prevalansı ve Gebelerin Demir Preparatı Konusunda Akılcı İlaç Kullanımına Yönelik Bilgi Düzeyleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *9*(1), 61–67. https://doi.org/10.51754/cusbed.1452343

Korczak, A., Wójcik, E., Olek, E., Łopacińska, O., Stańczyk, K., Korn, A., Jędrzejczyk, J., Szewczyk, O., Burda, K., & Czarnecka, K. (2024). The Long-term Effects of Iron Deficiency in Early Infancy on Neurodevelopment. *Journal of Education, Health and Sport*, *70*, 51104. https://doi.org/10.12775/JEHS.2024.70.51104

Leung, A. K. C., Lam, J. M., Wong, A. H. C., Hon, K. L., & Li, X. (2023). Iron Deficiency Anemia: An Updated Review. *Current Pediatric Reviews*, *20*(3), 339–356. https://doi.org/10.2174/1573396320666230727102042/CITE/REFWORKS

Levy, A. T., Weingarten, S. J., Robinson, K., Suner, T., McLaren, R. A., Saad, A., & Al-Kouatly, H. B. (2025). Recombinant erythropoietin for the treatment of iron deficiency anemia in pregnancy: A systematic review. *International Journal of Gynecology & Obstetrics*, *168*(1), 35–42. https://doi.org/10.1002/IJGO.15811

McLean, N. H., Haszard, J. J., Daniels, L., Taylor, R. W., Wheeler, B. J., Conlon, C. A., Beck, K. L., von Hurst, P. R., Te Morenga, L. A., McArthur, J., Paul, R., Katiforis, I., Brown, K. J., Gash, M. C., Rowan, M. M., Casale, M., Cox, A. M., Jones, E. A., Jupiterwala, R. M., … Heath, A. L. M. (2024). Baby Food Pouches, Baby-Led Weaning, and Iron Status in New Zealand Infants: An Observational Study. *Nutrients*, *16*, 1494. https://doi.org/10.3390/NU16101494/S1

Mei, Z., Cogswell, M. E., Looker, A. C., Pfeiffer, C. M., Cusick, S. E., Lacher, D. A., & Grummer-Strawn, L. M. (2011). Assessment of iron status in US pregnant women from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 1999–2006. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *93*, 1312–1320. https://doi.org/10.3945/AJCN.110.007195

Naz, S., Shahid, S., Noorani, S., Fatima, I., Jaffar, A., Kashif, M., Yazdani, N., Khan, U., Rizvi, A., Nisar, M. I., Jehan, F., & Hoodbhoy, Z. (2024). Management of iron deficiency anemia during pregnancy: a midwife-led continuity of care model. *Frontiers in Nutrition*, *11*, 1400174. https://doi.org/10.3389/FNUT.2024.1400174/BIBTEX

Nicholson, W. K., Silverstein, M., Wong, J. B., Chelmow, D., Coker, T. R., Davis, E. M., Jaén, C. R., Krousel-Wood, M., Lee, S., Li, L., Rao, G., Ruiz, J. M., Stevermer, J., Tsevat, J., Underwood, S. M., & Wiehe, S. (2024). Screening and Supplementation for Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia During Pregnancy: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement. *JAMA*, *332*(11), 906–913. https://doi.org/10.1001/JAMA.2024.15196

Rahayu, E. M., Sitorus, N. L., & Yuningrat, N. (2024). Role of Midwives on supporting IDA prevention & screening: learning from international guideline/practice & evidence. *Journal of Indonesian Specialized Nutrition*, *2*(4), 9–18. https://doi.org/10.46799/JISN.V2I4.32

Stanworth, S. J., Churchill, D., Sweity, S., Holmes, T., Hudson, C., Brown, R., Lax, S., Murray, J., Spiby, H., Roy, N., Farmer, A., Gale, C., Crayton, E., Lorencatto, F., Griffiths, J., Mullings, J., Last, S., & Knight, M. (2024). The impact of different doses of oral iron supplementation during pregnancy: a pilot randomized trial. *Blood Advances*, *8*(21), 5683–5694. https://doi.org/10.1182/BLOODADVANCES.2024013408/2240416/BLOODADVANCES.2024013408.PDF

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2007). *Gebelerde Demir Destek Programı Uygulaması Genelgesi*. https://www.saglik.gov.tr/TR-11100/gebelerde-demir-destek-programi-uygulumasi-genelgesi-2007--6.html, Available from: 20.04.2025.

US Preventive Services Task Force. (2025). *Iron deficiency and iron deficiency anemia during pregnancy: Screening and supplementation*., https://www.uspreventiveservicestaskforce.org/uspstf/recommendation/iron-deficiency-anemia-in-pregnant-women-screening-and-supplementation, Available from: 20.04.2025.

World Health Organization. (2021). *Anaemia in women and children: WHO global anaemia estimates*. https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/antenatal-iron-supplementation, Available from: 20.04.2025.

World Health Organization. (n.d.-a). *Antenatal iron supplementation*., https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/antenatal-iron-supplementation, Available from: 20.04.2025.

World Health Organization. (n.d.-b). *Iron deficiency anemia in pregnancy*., https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/anaemia_in_women_and_children, Ava ilable from: 20.04.2025.

YENİDOĞANLARDA UYKU DÜZENİ VE UYKU HİJYENİNİN ÖNEMİ

Cevriye OCAKTAN TETİKÇOK
Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Konya/Türkiye
ORCID: 0000-0001-7004-1439
Sevil İNAL
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, İstanbul/Türkiye
ORCID: 0000-0002-3260-1770

Öz: Yenidoğanların sağlıklı büyümesi ve gelişmesi için düzenli uyku büyük önem taşır. Bebekler doğumdan sonraki ilk aylarda günde 14-17 saat uyur. Ancak bu uyku kısa periyotlarla gerçekleşir ve REM uykusu ağırlıktadır. Uyku, beyin gelişimi, bağışıklık sistemi, metabolizma ve genel sağlık için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, yenidoğan döneminde sağlıklı bir uyku düzeninin oluşturulması, bebeğin fiziksel ve zihinsel gelişimini desteklemek için gereklidir.

Uyku hijyeni, bebeklerin rahat ve güvenli uyuyabilmesi için çevresel ve davranışsal faktörlerin sağlanmasını içerir. Bebeğin her gün aynı saatlerde uyuması, biyolojik saatinin düzenlenmesine yardımcı olur. Uyku ortamının sessiz, loş ve serin olması önerilir. Uyku öncesinde aşırı uyaranlardan kaçınılmalı ve bebeğin rahat bir şekilde uykuya dalması sağlanmalıdır. Ani bebek ölümü sendromu (SIDS) riskini azaltmak için bebeklerin doğumdan sonraki ilk 6 ay sırtüstü yatırılması önerilir.

Ayrıca, gece ve gündüz ayrımının yapılması, uyku düzeninin oluşmasını destekler. Gündüz bebek daha fazla ışık almalı, sesli ve hareketli bir ortamda bulunmalıdır. Gece ise ışıklar azaltılmalı, uyaranlar en aza indirilmeli ve sessiz bir ortam sağlanmalıdır. Beslenme alışkanlıkları da uyku kalitesini etkiler. Gece beslenmelerinin mümkün olduğunca sakin ve loş bir ortamda yapılması, bebeğin tekrar uykuya dalmasını kolaylaştırır.

Sonuç olarak, düzenli bir uyku rutini ve iyi bir uyku hijyeni, bebeğin sağlıklı büyümesini destekler ve uzun vadede gelişimine olumlu katkılar sağlar. Ebeveynlerin bu konuda bilinçli olması, bebeğin uyku düzenini sağlamada büyük rol oynar.

Anahtar kelimeler: Yenidoğan, düzen, uyku, uyku hijyeni

THE IMPORTANCE OF SLEEP PATTERNS AND SLEEP HYGIENE IN NEWBORNS

Abstract: Regular sleep is crucial for the healthy growth and development of newborns. In the first months after birth, babies sleep for 14-17 hours a day, but this sleep occurs in short periods, with REM sleep being dominant. Sleep is a critical process for brain development, the immune system, metabolism, and overall health. Therefore, establishing a healthy sleep pattern during the newborn period is essential to support both physical and mental development.

Sleep hygiene includes environmental and behavioral factors that ensure babies sleep comfortably and safely. Maintaining a consistent sleep schedule helps regulate the baby's biological clock. The sleep environment should be quiet, dimly lit, and cool. Avoiding excessive stimuli is essential to help the baby fall asleep easily. To reduce the risk of sudden infant death syndrome (SIDS), babies should be placed on their backs to sleep.

Additionally, distinguishing between day and night supports the development of a sleep pattern. During the day, babies should be exposed to more light and stay in an active environment, while at night, lights should be dimmed, stimuli minimized, and a calm atmosphere maintained. Feeding habits also affect sleep quality; therefore, nighttime feedings should be conducted in a quiet and dimly lit setting to help the baby fall back asleep more easily.

In conclusion, a regular sleep routine and good sleep hygiene support the healthy growth of the baby and positively contribute to long-term development. Parents' awareness and involvement in this process play a crucial role in establishing a stable sleep pattern for their baby.

Keywords: Newborn, pattern, sleep, sleep hygiene

GİRİŞ

Yenidoğan Uyku Süresi Tanım ve Gelişimsel Önemi

Doğumdan sonra yenidoğan bebekler ilk ay içinde toplamda **günde 14 ila 17 saat** uyurlar (Butler ve ark., 2024; Bruni ve ark., 2014). Büyüme hormonlarının salınımı, merkezi sinir sistemi gelişimi ve bağışıklık sisteminin güçlenmesi, biyolojik ihtiyaçların karşılanması için yeterli süre uyumaları gerekmektedir. Yenidoğanlar beslenme ihtiyacı nedeniyle 2-4 saatlik kısa aralıklarla uyurlar (Galland et al., 2012). Preterm bebeklerde uyku süreleri daha uzun olmaktadır (Tikotzky & Sadeh, 2009). Yenidoğanların uyku sürelerinde bireysel farklılıklar görülebilmekle birlikte, uzun süreli uyanıklık epizotları bazı sağlık sorunlarına işaret edebileceği için değerlendirilmelidir (Silva et al., 2024).

Uyku Süresinin Yaşa Göre Değişimi ve Yapısı

Yenidoğanların uyku süresi zamanla azalır ve uyku düzeni yaş ilerledikçe daha organize hâle gelir. İlk 3 ayda ortalama 14–17 saat olan uyku süresi, 4–11 ay arasında 12–15 saate geriler (Iglowstein et al., 2003). Yenidoğanlarda uyku süresi, yaklaşık olarak eşit oranla gündüz ve geceye dağılır. Ancak gece-gündüz ayrımı henüz gelişmediği için, uyku periyotları rastgele dağılmıştır. Ayrıca yenidoğan uykusu **yüksek oranda REM (hızlı göz hareketi) uykusu** içerir. REM uykusu, beyin sinaptik bağlantılarının gelişmesi, bellek oluşumu ve duyusal bilgilerin işlenmesi için gereklidir (Grigg-Damberger, 2016). Bu nedenle sadece uyku süresi değil, **uykunun yapısı ve kalitesi** de gelişimsel açıdan büyük önem taşır.

Uyku Süresi ile Gelişimsel Sonuçlar Arasındaki İlişki

Araştırmalar, yeterli uyku süresinin nörogelişimsel ilerleme, duyusal bütünleme, davranışsal düzenleme ve duygusal tepkiler üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymuştur (Mindell & Williamson, 2018). Yetersiz uyuyan bebeklerde daha fazla ağlama, huzursuzluk, dikkat dağınıklığı ve ilerleyen yaşlarda davranış problemleri gözlenebilmektedir (Mindell & Williamson, 2018). Yaşamın ilk altı ayında bebeğin uyku düzeninin titizlikle takip edilmesi, bebeğin sağlıklı bir şekilde gelişiminin izlenmesi ve uyku problemlerinin erken dönemde fark edilmesine yardımcı olmaktadır. Uyku süresi ve kalitesinin desteklenmesi için düzenli beslenme, uygun uyaran yönetimi ve sakinleştirici uyku öncesi rutinlerin oluşturulması önerilmektedir (Weinraub et al., 2012).

Yenidoğanlarda Uykunun Evreleri ve Yapısı

Yenidoğan bebeklerin uyku düzeni, yetişkinlerden farklı olarak daha çok yüzeysel ve aktif uyku dönemlerini içermektedir. İlk haftalarda bebeklerin uykusu aktif (REM) ve sessiz (non-REM) olmak üzere iki evrede görülür. Bu dönemde REM evresi, toplam uykunun %50–60'lık kısmını oluştururken, yetişkinlerde bu oran yaklaşık %20'dir (Grigg-Damberger, 2016). Bebeklerin Mimikler, hızlı göz hareketleri ve düzensiz solunumun gözlendiği REM uyku beyin gelişimi için önemlidir. Bebeklerin büyümesiyle birlikte REM ve non-REM evreleri daha belirgin hale gelir ve 3-6 ay arasında yetişkin tipi uyku düzeni oluşur (Chen et al., 2022).

Uykuya Geçiş, Uyanıklık ve Sıklık

Yenidoğan bebeklerin uyku döngüleri 50-60 dakika süren kısa ve sık tekrarlıdır. Bu sürenin sonunda bebekler yüzeysel uykuya geçerek uyanabilir. Yaşamın ilk haftalarında bebeklerin sık sık uyanması gelişimsel sürecin normal bir parçası olarak kabul edilmelidir (Bathory & Tomopoulos, 2017).

Yenidoğan bebeklerde **uyku döngüleri çok kısadır**; her biri yaklaşık 50-60 dakika sürer ve her döngü sonunda bebek yüzeysel uykuya geçerek uyanabilir. Bu nedenle ilk haftalarda sık sık uyanmalar normal bir gelişimsel özelliktir ve patolojik olarak değerlendirilmemelidir (Bathory & Tomopoulos, 2017; Field, 2017). Bebekler genellikle **2-4 saatlik aralıklarla** uyur ve uyandığı için, gün boyunca çok sayıda uyku periyodu gerçekleşir. Bebeklerin uykuya geçişleri hızlı olabilir. Emzirme sırasında veya kucakta hızla uykuya dalabilirler. Ancak bazı bebekler, özellikle günün belirli saatlerinde uykuya dalmakta güçlük yaşayabilir ve bu durum, ışık, ses, açlık, kolik gibi dışsal faktörlerin etkisiyle daha da belirgin hâle gelir (Hartstein et al., 2024; Mindell & Williamson, 2018).

Nörogelişimsel Süreçle İlişkisi ve İzlem Gerekliliği

Yenidoğanlarda görülen uyku özellikleri, beyin olgunlaşmasının hem göstergesi hem de destekleyicisidir. Özellikle REM uykusunun baskın olması, sinaptik bağlantıların oluşumuna, sensorimotor entegrasyonun sağlanmasına ve duyusal gelişime katkı sağlar (De Laet, 2024). Yenidoğanda uyku düzeninin takibi **nörolojik gelişimin izlenmesi** açısından da önemlidir. Uykuya ilişkin olağandışı belirtiler (örneğin hiç REM gözlenmemesi, sürekli huzursuzluk, düzensiz döngüler) gelişimsel bozuklukların erken belirtisi olabilir. Bu durumda ebeveynlerin gözlemleri, tutulan uyku günlükleri ve uzman değerlendirmeleri tanısal sürece katkı sağlar (Baddam et al., 2024). Uygun uyaran dengesi, sessiz ve güvenli bir ortam ve destekleyici bakım, uyku kalitesini olumlu etkileyerek gelişimi güçlendirir.

Ani Bebek Ölümü (ABÖS) / Sudden Infant Death Syndrome (SIDS) Tanım ve Risk Faktörleri

Ani bebek ölümü sendromu (SIDS), 1 yaşından küçük, görünüşte sağlıklı bir bebeğin uykuda ve açıklanamayan bir şekilde ölmesi olarak tanımlanır (Moon et al., 2016). Genellikle 2. ve 4. aylar arasında, bebek uykudayken meydana gelir. ABÖS'ün kesin nedeni bilinmemekle birlikte, yapılan çalışmalar bu durumun genetik yatkınlık, beyin sapında solunumu düzenleyen mekanizmalardaki bozukluklar ve çevresel stres faktörlerinin etkili olabileceği öne sürülmektedi. Risk faktörleri arasında bebeğin yüzüstü yatırılması, sigara dumanına maruz kalması, yumuşak yüzeyde yatma, aşırı ısınma ve yatak paylaşımı gibi faktörlerin etkili olduğu bildirilmektedir (Moon et al., 2016).

Korunma Yöntemleri ve Ebeveyn Eğitiminin Önemi

Amerikan Pediatri Akademisi (AAP), ABÖS riskini azaltmak için "güvenli uyku" uygulamalarını önermektedir. Bu öneriler arasında; bebeğin ilk 6 ay **sırt üstü yatırılması**, **sert ve düz bir yatakta uyutulması**, **ebeveynle aynı odada ama ayrı yatakta yatırılması, sigara dumanından uzak bir ortam sağlanması ve aşırı giydirilmemesi** gibi önlemler bulunmaktadır (AAP 2022; Moon et al., 2022). Ayrıca **emzik kullanımı**, 1 yaş altındaki bebeklerde ABÖS riskini azaltıcı bir faktör olarak gösterilmiştir. Ebeveynlerin ve bakım veren kişilerin, doğum öncesi ve sonrası süreçte bu önlemler hakkında bilgilendirilmesi, ABÖS vakalarının önlenmesinde hayati rol oynamaktadır. Son yıllarda bu konuda yapılan bilinçlendirme kampanyaları sayesinde ABÖS oranlarında belirgin düşüşler gözlenmiştir (CDC, 2020).

Gece-Gündüz Ayrımının Gelişimi ve Önemi

Yenidoğan bebeklerde biyolojik saat (sirkadiyen ritim) doğumdan sonra yavaş yavaş gelişir ve ilk haftalarda gece-gündüz ayrımı henüz oluşmamıştır. Bu nedenle bebekler gün boyunca rastgele zamanlarda uyur ve uyanırlar. Yaklaşık 6–8 haftalık dönemde, ışık ve sosyal etkileşim gibi çevresel uyaranların etkisiyle bebekler gündüz ve geceyi ayırt etmeye başlarlar (Odebrecht ve ark., 2024). Bu süreçte gece-gündüz farkını öğrenmeleri, daha düzenli ve öngörülebilir uyku alışkanlıklarının gelişmesini destekler (Mindell & Williamson, 2018). Araştırmalar, sirkadiyen ritmin yerleşmesinde ışık maruziyeti ve tutarlı günlük rutinlerin önemli rol oynadığını göstermektedir (Desai et al., 2024).

Gündüz Aktivitelerinin Uykuya Katkısı

Bebeklerin gün boyunca **doğal ışık alması**, **konuşmalarla uyarılması**, **oyun yoluyla etkileşime geçmesi** ve **hafif fiziksel hareketlerle (kucakta gezdirme, karın üstü zaman gibi)** desteklenmesi, gece-gündüz ayrımının öğrenilmesine katkı sağlar. Bu tür gündüz aktiviteleri, bebeklerin gün içinde daha uzun süre uyanık kalmasını sağlayarak gece uykularının derinleşmesine yardımcı olur (Pecora ve ark., 2022). Gündüz uykularının aşırı uzun tutulmaması ve uyandırmanın nazikçe yapılması, gece uykusunun bölünmeden devam etmesini destekleyebilir. Ebeveynlerin bu konuda bilinçli davranması, bebeğin biyolojik saatinin dengelenmesi ve gece uyanmalarının zamanla azalması açısından kritik bir rol oynar (Pecora ve ark., 2022).

Uykuya Geçişte Yardımcı Yöntemler

Yenidoğanların uykuya geçiş süreci, gelişimsel açıdan doğal olarak değişkendir ve ebeveyn desteğiyle daha yumuşak hâle getirilebilir. Uykuya geçişi kolaylaştıran yöntemler arasında **kundaklama**, **beyaz gürültü**, **emzik kullanımı**, **ten teması**, **hafif sallama**, **uyku öncesi masaj** ve **rutin sesler** gibi teknikler sayılabilir (Landsem ve Cheetham, 2022). Özellikle sarmalama, bebeklerde Moro (startle) refleksini azaltarak daha sakin ve uzun uyumalarına yardımcı olabilir (Van Sleuwen et al., 2007). Ancak sarmalamanın sıkı olmamasına ve kalça hareketlerini kısıtlamamasına özen gösterilmelidir. Bu yardımcı yöntemler, bebeğin güvenlik hissini artırır, kortizol düzeyini azaltır ve daha rahat bir uykuya zemin hazırlar (Landsem ve Cheetham, 2022).

Uyku Rutinleri Oluşturulması ile Davranışsal Destek

Uykuya geçişi kolaylaştıran bir diğer önemli unsur ise tutarlı **uyku rutinleridir**. Her gün aynı saatte uygulanan banyo, masaj, emzirme ve ninni gibi aktiviteler, bebeğin vücuduna ve zihnine uykuya hazırlanması gerektiğini hatırlatır (Mindell & Williamson, 2018). Uyku rutinleri ile desteklenen bebeklerde daha kısa sürede uykuya geçiş ve gece uyanmalarında azalma gözlenmiştir (Salm Ward & Trina Salm Ward, 2024). Bu tür uygulamaların, aynı zamanda

ebeveyn-bebek ilişkisini güçlendirdiği ve ebeveynin kontrol algısını artırarak stres düzeyini azalttığı da bildirilmiştir.

Uykusuzluk Belirtileri

Yenidoğanlarda gelişimsel nedenlerle kısa süreli uykusuzluk görülebilir. Ancak **aşırı huzursuzluk**, **sık ağlama**, **göz ovuşturma**, **esneme**, **gündüz saatlerinde aşırı uyuklama veya tam tersi aşırı uyanıklık**, **kısa ve sık kesilen uyku döngüleri** açısından bebek izlenmelidir (Feldman-Winter et al., 2016). Bu belirtiler, hem bebeğin gelişimsel sürecine hem de çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilir. Sürekli uykusuzluk hali, bebekte aşırı yorgunluk, beslenme güçlüğü ve davranışsal regülasyon problemleri ile sonuçlanabilir (Tikotzky & Sadeh, 2009).

Sağlıklı Uyku Ortamının Özellikleri

Yenidoğanların sağlıklı uyku alışkanlıkları geliştirebilmeleri için uygun bir fiziksel çevre oldukça önemlidir. Amerikan Pediatri Akademisi (AAP), sağlıklı uyku ortamı için bazı temel kurallar belirlemiştir. **Bebekler sırt üstü yatırılmalı**, **sert ve düz bir yatakta uyumalı**, **yastık, yorgan, peluş oyuncak gibi nesneler yatakta bulunmamalıdır**. **Oda sıcaklığı 20–22 °C arasında olmalı**, ve **sigara dumanından uzak bir ortam sağlanmalıdır** (Moon et al., 2016). Ayrıca uyku ortamının karanlık ve sessiz olması gece-gündüz ayrımının kazanılmasına katkı sağlar (Moon et al., 2022). Gece lambası gibi hafif ışık kaynakları uykuya geçişi kolaylaştırabilir. Ancak parlak ışıklar uykuya geçişi olumsuz etkileyebilir.

Yaygın Uyku Problemleri ve Nedenleri

Yenidoğanlarda en sık karşılaşılan uyku problemleri arasında **gece sık uyanma**, **uykuya geçişte güçlükler**, **gündüz-gece ayrımının gelişmemesi**, **kısa uyku periyotları** ve **aşırı bağımlı uykuya geçiş alışkanlıkları** yer alır (Hiscock & Wake, 2002). Bu problemler genellikle gelişimsel süreçlerin bir parçasıdır ve zamanla düzelir. Ancak bazı bebeklerde bu durumlar, gastrointestinal rahatsızlıklar (reflü, kolik), nörogelişimsel yetersizlikler, ailedeki yüksek stres düzeyi veya uygun olmayan uyku ortamı gibi nedenlerle daha da belirginleşebilir. Uyku problemlerinin değerlendirilmesinde bebeğin yaşına, mizacına ve uyaranlara tepkisine göre bireyselleştirilmiş bir yaklaşım benimsenmelidir (Meek ve ark., 2022).

Uzun Süreli Müdahale Gerektiren Durumlar

Bazı uyku problemleri, davranışsal müdahalelerle çözülemeyebilir ve profesyonel destek gerektirebilir. Özellikle **uykuya geçişte uzun süre ağlama**, **uzamış gece uyanmaları**, **uykuda huzursuz hareketler**, **gündüz aşırı uyku hali** gibi belirtiler, pediatrik bir değerlendirmeyi gerektirebilir (Scher, 2001). Bu gibi durumlarda uyku günlüğü tutmak, klinik değerlendirmede kolaylık sağlar (Sadeh, 2015). Ebeveynlerin bebeklerinin uyku düzenine dair farkındalık

kazanmaları ve bireyselleştirilmiş rehberlik almaları, uzun vadeli sağlıklı uyku alışkanlıklarının gelişmesine katkı sağlar.

Ebeveynlerin Rolü

Yenidoğan döneminde bebeklerin uyku düzeni üzerinde en etkili çevresel faktörlerden biri ebeveyn tutumudur. Ebeveynlerin tutarlı, duyarlı ve sakin bir yaklaşım sergilemesi, bebeklerin kendilerini güvende hissetmesini ve daha kolay uykuya geçmesini sağlar (Scher, 2001). Uykuya geçiş sırasında bebeğin ağlamasına karşı aşırı tepkisel ya da ilgisiz davranmak, uykuya dair olumsuz öğrenmelere neden olabilir. Ebeveyn-bebek arasında kurulan güvenli bağlanma, sadece duygusal gelişimi değil, uykuya geçiş davranışlarını da olumlu yönde etkiler (Sadeh, 2015). Dolayısıyla ebeveynler, uykuya geçişi destekleyen sabit rutinler, sakinleştirici ses tonu, fiziksel temas gibi yöntemlerle uyku ortamının duygusal boyutunu şekillendirme görevini üstlenir (Whittall et al., 2021).

Uyku Günlüğü

Uyku günlüğü, bebeğin uyku ve uyanıklık döngülerinin sistemli biçimde izlenmesine olanak tanıyan önemli bir araçtır. Günlükte genellikle bebeğin ne zaman uyuduğu, ne kadar süreyle uyuduğu, nasıl uyandığı ve beslenme zamanları gibi bilgiler kayıt altına alınır. Bu veriler hem ebeveynlerin farkındalık kazanmasına hem de sağlık profesyonelleri tarafından uyku problemlerinin değerlendirilmesine katkı sağlar (Chae ve ark., 2024). Uyku günlüğü aynı zamanda, bebeğin uyku düzenindeki gelişimin ve olası davranışsal bozuklukların erken tanınmasına yardımcı olur. Rutinlerdeki değişikliklerin etkisinin izlenmesi açısından da oldukça işlevseldir (Chae ve ark., 2024).

Destekleyici Uyku Araçları

Bebeklerin uykuya geçişini kolaylaştırmak ve gece boyunca huzurlu uyumalarını sağlamak amacıyla çeşitli destekleyici uyku araçları kullanılabilir. Destekleyici uyku araçları, davranışsal yöntemlerle birlikte kullanıldığında uyku kalitesini artırabilir. Bu araçlar arasında **emzik**, **beyaz gürültü**, **uyku tulumları**, **loş gece lambaları** ve **uyku arkadaşı oyuncaklar** yer alır. Beyaz gürültü, anne karnındaki ses ortamına benzer bir etki oluşturarak bebeği rahatlatır ve dış sesleri maskeleyebilir (Whiteside-Mansell ve ark., 2017). Uyku tulumları, bebeğin üzerine örtü örtülmesini gereksiz kılar ve ABÖS riskini azaltır. Ancak bu araçların kullanımında güvenlik önlemlerine dikkat edilmelidir. Gevşek oyuncaklar, aşırı ısıtan malzemeler ya da elektronik cihazlar dikkatle seçilmelidir.

KAYNAKLAR

Baddam, S. K. R., Canapari, C. A., Van de Grift, J., McGirr, C., Nasser, A. Y., & Crowley, M. J. (2024). Screening and Evaluation of Sleep Disturbances and Sleep Disorders in Children and Adolescents. *Psychiatric Clinics of North America*, *47*(1), 65–86. https://doi.org/10.1016/J.PSC.2023.06.005/ASSET/DA7C3BF8-E6A6-4144-9BFC-EA966FE79B57/MAIN.ASSETS/GR1.SML

Bathory, E., & Tomopoulos, S. (2017). Sleep Regulation, Physiology and Development, Sleep Duration and Patterns, and Sleep Hygiene in Infants, Toddlers, and Preschool-Age Children. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, *47*, 29–42. https://doi.org/10.1016/J.CPPEDS.2016.12.001

Chen, H. L., Gao, J. X., Chen, Y. N., Xie, J. F., Xie, Y. P., Spruyt, K., Lin, J. S., Shao, Y. F., & Hou, Y. P. (2022). Rapid Eye Movement Sleep during Early Life: A Comprehensive Narrative Review. *Nternational Journal of Environmental Researchand Public Health*, *19*, 13101. https://doi.org/10.3390/IJERPH192013101

De Laet, A. (2024). *Sleep and Sensory Processing in Infants at Elevated and Typical Likelihood for Autism*.

Desai, D., Momin, A., Hirpara, P., Jha, H., Thaker, R., & Patel, J. (2024). Exploring the Role of Circadian Rhythms in Sleep and Recovery: A Review Article. *Cureus*, *16*(6). https://doi.org/10.7759/cureus.61568

Feldman-Winter, L., Goldsmith, J. P., Moon, R. Y., Darnall, R. A., Goodstein, M. H., Hauck, F. R., Willinger, M., Shapiro-Mendoza, C. K., Watterberg, K. L., Cummings, J. J., Benitz, W. E., Eichenwald, E. C., Poindexter, B. B., Stewart, D. L., Aucott, S. W., Puopolo, K. M., Wang, K. S., Raju, T. N. K., Barfield, W. D., … Couto, J. (2016). Safe Sleep and Skin-to-Skin Care in the Neonatal Period for Healthy Term Newborns. *Pediatrics*, *138*(3). https://doi.org/10.1542/peds.2016-1889

Field, T. (2017). Infant sleep problems and interventions: A review. *Infant Behavior and Development*, *47*, 40–53. https://doi.org/10.1016/J.INFBEH.2017.02.002

Grigg-Damberger, M. M. (2016). The Visual Scoring of Sleep in Infants 0 to 2 Months of Age. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *12*(3), 429–445. https://doi.org/10.5664/JCSM.5600

Hartstein, L. E., Garrison, M. M., Lewin, D., Boergers, J., Hiraki, B. K., Harsh, J. R., & LeBourgeois, M. K. (2024). Factors contributing to U.S. parents' decisions to administer melatonin to children. *Sleep Medicine*, *114*, 49–54. https://doi.org/10.1016/J.SLEEP.2023.12.018

Hiscock, H., & Wake, M. (2002). Randomised controlled trial of behavioural infant sleep intervention to improve infant sleep and maternal mood. *BMJ*, *324*(7345), 1062. https://doi.org/10.1136/BMJ.324.7345.1062

Iglowstein, I., Jenni, O. G., Molinari, L., & Largo, R. H. (2003). Sleep Duration From Infancy to Adolescence: Reference Values and Generational Trends. *Pediatrics*, *111*(2), 302–307. https://doi.org/10.1542/PEDS.111.2.302

Mindell, J. A., & Williamson, A. A. (2018). Benefits of a bedtime routine in young children: Sleep, development, and beyond. *Sleep Medicine Reviews*, *40*, 93–108. https://doi.org/10.1016/J.SMRV.2017.10.007

Moon, R. Y., Carlin, R. F., Hand, I., Bundock, E., Kaplan, L., Brown, S. P., Koso-Thomas, M., & Shapiro-Mendoza, C. K. (2022). Sleep-Related Infant Deaths: Updated 2022 Recommendations for Reducing Infant Deaths in the Sleep Environment. *Pediatrics*, *150*(1). https://doi.org/10.1542/PEDS.2022-057990/188304

Moon, R. Y., Darnall, R. A., Feldman-Winter, L., Goodstein, M. H., & Hauck, F. R. (2016). SIDS and Other Sleep-Related Infant Deaths: Updated 2016 Recommendations for a Safe Infant Sleeping Environment. *Pediatrics*, *138*(5). https://doi.org/10.1542/PEDS.2016-2938/60309

Sadeh, A. (2015). III. SLEEP ASSESSMENT METHODS. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *80*(1), 33–48. https://doi.org/10.1111/MONO.12143

Salm Ward, T. C., & Trina Salm Ward, C. C. (2024). "Things changed very quickly": Maternal intentions and decision-making about infant sleep surface, location, and position. *Birth*, *51*, 373–383. https://doi.org/10.1111/BIRT.12793

Scher, A. (2001). Mother–child interaction and sleep regulation in one-year-olds. *Infant Mental Health Journal*, *22*(5), 515–528. https://doi.org/10.1002/IMHJ.1015

Silva, P. L., Ramos, T., Castro, N. P., Richetto, N., López, R. V., Luzia, L. A., & Rondó, P. H. (2024). Factors Related to the Sleep Duration of 3-Month-Old Infants. *Sleep Science*, *17*(3), e281–e288. https://doi.org/10.1055/S-0044-1782168/ID/JR1137-27/BIB

Sleep-Related Infant Deaths, https://www.cdc.gov/vaccine-safety/about/sids.html, Avaliable date: 21.04.2025

Sleep-Related Infant Deaths, https://publications.aap.org/pediatrics/article/150/1/e2022057990/188304/Sleep-Related-Infant-Deaths-Updated-2022?autologincheck=redirected , Avaliable date: 21.04.2025

Tikotzky, L., & Sadeh, A. (2009). Maternal Sleep-Related Cognitions and Infant Sleep: A Longitudinal Study From Pregnancy Through the 1st Year. *Child Development*, *80*(3), 860–874. https://doi.org/10.1111/J.1467-8624.2009.01302.X

Van Sleuwen, B. E., Engelberts, A. C., Boere-Boonekamp, M. M., Kuis, W., Schulpen, T. W. J., & L'Hoir, M. P. (2007). Swaddling: A Systematic Review. *Pediatrics*, *120*(4), e1097–e1106. https://doi.org/10.1542/PEDS.2006-2083

Weinraub, M., Friedman, S. L., Knoke, B., Houts, R., Bender, R. H., Susman, E. J., Bradley, R., & Williams, J. (2012). Patterns of developmental change in infants' nighttime sleep awakenings from 6 through 36 months of age. *Developmental Psychology*, *48*(6), 1511–1528. https://doi.org/10.1037/A0027680

Whittall, H., Kahn, M., Pillion, M., & Gradisar, M. (2021). Parents matter: barriers and solutions when implementing behavioural sleep interventions for infant sleep problems. *Sleep Medicine*, *84*, 244–252. https://doi.org/10.1016/J.SLEEP.2021.05.042

NAZOPALATİN KANAL KİSTİ İLE BİRLİKTE GÖRÜLEN STAFNE KEMİK KAVİTESİ: BİR OLGU SUNUMU

Dt. Kübra ÇAM
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, Samsun, Türkiye
ORCID: 0009-0000-6474-5894
Prof. Dr. Kaan GÜNDÜZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, Samsun, Türkiye
ORCID: 0000-0002-0464-1978

ÖZET

Amaç: Stafne kemik kavitesi (SKK), genellikle mandibula angulusu ile 3. molar dişler arasında lingual bölgede nadiren görülen, yuvarlak veya ovoid, düzgün sınırlı, uniloküler ve hipodens gelişimsel bir lezyondur. Çoğunlukla radyografik incelemeler sırasında tesadüfen fark edilir. Tanı için biyopsi ve tedavi için cerrahi müdahale gerektirmez. Nazopalatin kanal kisti (NPKK), maksillofasiyal bölgede en yaygın gelişimsel non-odontojenik kisttir ve NPK'nın epitel artıklarından kaynaklanır. Radyolojik olarak, maksillanın orta hattında yuvarlak veya kalp şeklinde iyi sınırlı radyolüsent lezyon olarak görünür. Bu çalışmanın amacı, SKK ile NPKK'nın aynı anda görüldüğü bir olgunun klinik ve radyografik bulgularını sunmaktır.

Olgu Sunumu: 43 yaşında sistemik sağlıklı erkek hasta sol maksilla posterior bölgede kök kalıntısı ve kırık diş şikâyeti ile kliniğimize başvurdu. İntraoral muayenede alt-üst parsiyel dişsiz olan hastanın 25 nolu dişinde kök kalıntısı olduğu, aşırı kron harabiyeti olan 26 nolu dişinde ise kök çürüğü olduğu görüldü. Yoğun diş taşları ve periodontal cepler mevcuttu. Panoramik radyografide sağ mandibula posteriorda 1. Molar dişin apikali hizasında mandibular kanalın altında iyi ve kortikal sınırlı yaklaşık 15x10 mm boyutlarında radyolüsent kistik lezyon görüldü. Ayrıca maksilla anteriorda 11,21 nolu dişlerin apikalinde kortikal sınırlı yaklaşık 16 mm çapında radyolüsent kistik lezyon izlendi. KIBT görüntülerinde maksilla anterior bölgede NPK'yı içine alan yaklaşık 14.5x11.6 mm boyutlarında iyi ve kortikal sınırlı NPKK ile uyumlu hipodens kistik lezyon izlendi. Ayrıca sağ mandibula posteriorda mandibular kanalın altında yaklaşık 5.2x13.3 mm boyutlarında lingual kortikal kemikte destrüksiyona sebep olan SKK ile uyumlu depresyon alanı izlendi. Hasta NPKK ön tanısı ile Ağız Diş ve Çene Cerrahisi kliniğine yönlendirildi. Sağ mandibuladaki lezyon teşhisi SKK ile uyumlu olduğu için takibi önerildi.

Sonuç: NPKK ve SKK genellikle asemptomatik lezyonlardır ve tesadüfen fark edilirler. SKK'nın tedaviye ihtiyacı yoktur ancak diğer çene lezyonları ile ayırıcı tanısının yapılması gerekir. Lezyonların tanısı ve NPKK'nın doğru tedavi yaklaşımı için KIBT incelemesinin yapılması oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Stafne Kemik Kavitesi, Nazopalatin Kanal Kisti, KIBT

STAFNE BONE CAVITY SEEN WITH NASOPALATINE CANAL CYST: A CASE REPORT

ABSTRACT

Objective: Stafne bone cavity (SBC) is a rare developmental lesion typically located in the lingual region between the mandibular angle and the third molar teeth. It is round or ovoid, well-defined, unilocular, and hypodense. It is usually discovered incidentally during radiographic examinations. It does not require biopsy for diagnosis or surgical intervention for treatment. The nasopalatine canal cyst (NPCC) is the most common developmental non-odontogenic cyst in the maxillofacial region and originates from the epithelial remnants of the nasopalatine canal (NPC). Radiologically, it appears as a well-defined round or heart-shaped radiolucent lesion at the midline of the maxilla. The aim of this study is to present the clinical and radiographic findings of a case where Stafne bone cavity (SBC) and nasopalatine canal cyst (NPCC) are seen simultaneously.

Case Report: A 43-year-old systemically healthy male patient presented to our clinic with complaints of root remnants and a fractured tooth in the posterior region of the left maxilla. Upon intraoral examination, it was observed that the patient, who had partial edentulism in both the upper and lower arches, had a root remnant in tooth 25 and root caries in tooth 26, which had excessive crown destruction. Severe tartar and periodontal pockets were present. On the panoramic radiograph, a well-defined, cortically bordered radiolucent cystic lesion approximately 15x10 mm in size was observed beneath the mandibular canal, aligned with the apical region of the right mandibular first molar. Additionally, a depression area consistent with Stafne bone cavity (SBC) was observed in the right posterior mandible, beneath the mandibular canal, measuring approximately 5.2x13.3 mm, causing destruction of the lingual cortical bone. The patient was referred to the Department of Oral and Maxillofacial Surgery with a preliminary diagnosis of NPCC. Since the lesion in the right mandible was consistent with the diagnosis of SBC, follow-up was recommended.

Conclusion: NPCC and SBC are typically asymptomatic lesions and are often discovered incidentally. SBC does not require treatment; however, differential diagnosis with other jaw lesions must be performed. CT imaging is crucial for the diagnosis of the lesions and the correct treatment approach for NPCC.

Keywords: Stafne Bone Cavity, Nasopalatine Canal Cyst, CBCT

MANDİBULADA KALSİFİYE ODONTOJENİK KİST: BİR OLGU SUNUMU

Dt. Kübra ÇAM
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, Samsun, Türkiye
ORCID: 0009-0000-6474-5894
Prof. Dr. Kaan GÜNDÜZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, Samsun, Türkiye
ORCID: 0000-0002-0464-1978

ÖZET

Amaç: Kalsifiye odontojenik kist (KOK), belirgin histopatolojik çeşitlilik ve değişken klinik davranış sergileyen nadir bir lezyondur. Yaygın olarak bir kist olarak kabul edilse de bazı araştırmacılar bunu bir neoplazma olarak sınıflandırmayı tercih etmektedirler. Genellikle ağrı yapmaz, yavaş büyür, maksilla ile mandibulayı eşit oranlarda etkiler. Anterior bölgelere yerleşme eğilimi gösterir. KOK bazen dişlerle ilişkili olabilir ve dişlerin sürmesini engelleyebilir. Radyolojik incelemelerde genellikle belirgin sınırlı, uniloküler radyolüsensi olarak gözlemlenir. İçerisinde, farklı boyut ve şekillerde radyopasite bulunabilir. Bu olgu sunumunun amacı mandibula anterior bölgede yerleşim gösteren KOK vakasının klinik ve radyografik bulgularının sunulmasıdır.

Olgu Sunumu: 78 yaşında erkek hasta mandibula anteriorda yaklaşık 2 aydır var olan ağrısız şişlik şikâyeti ile kliniğimize başvurdu. Anamnezde herhangi bir sistemik hastalığı olmadığı öğrenildi.

İntraoral muayenede sağ mandibula anteriorda yüzeyi düzgün ve normal renkli mukoza ile kaplı ekzofitik lezyon görüldü. Üst total, alt parsiyel dişsiz hastanın panoramik radyografisinde mandibulada 42 nolu diş bölgesinden 45 nolu diş bölgesine uzanan iyi ve kortikal sınırlı uniloküler radyolüsent kistik görünümlü lezyon izlendi.

Kontrastlı Bilgisayarlı Tomografi görüntüsünde sağ mandibula korpus anteriorda 20x16 mm boyutlarında kortikal kemikte destrüksiyona sebep olan ekspansil hipodens lezyon izlendi. KOK/Dev Hücreli Granülom/Rezidüel Kist? ön tanıları ile Kulak Burun Boğaz (KBB) kliniğine yönlendirildi. Hastadan alınan biyopsi sonucu KOK tanısı konuldu.

Sonuç: Bu olgu sunumunda, mandibula anterior bölgede yerleşim gösteren KOK'un klinik ve radyografik bulguları detaylı bir şekilde sunulmuştur. KOK, nadir görülen bir lezyon olup doğru tanı ve tedavi yöntemi için detaylı klinik ve radyografik muayene ile diğer çene lezyonlarıyla ayırıcı tanısının yapılması oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Kalsifiye Odontojenik Kist, Mandibula, Bilgisayarlı Tomografi

CALCIFIED ODONTOGENIC CYST IN THE MANDIBLE: A CASE REPORT

ABSTRACT

Objective: Calcified odontogenic cyst (COC) is a rare lesion that exhibits distinct histopathological diversity and variable clinical behavior. Although commonly regarded as a cyst, some researchers prefer to classify it as a neoplasm. It typically causes no pain, grows slowly, and affects the maxilla and mandible equally. It tends to be located in the anterior regions. COC can sometimes be associated with teeth and may impede their eruption. Radiological examinations typically reveal a well-defined, unilocular radiolucency. It may contain radiopacities of varying sizes and shapes. The aim of this case report is to present the clinical and radiographic findings of a COC case located in the anterior region of the mandible.

Case Report: A 78-year-old male patient presented to our clinic with a complaint of painless swelling in the anterior mandible that had been present for approximately 2 months. The patient's medical history revealed no systemic diseases. Upon intraoral examination, an exophytic lesion covered with intact, normally colored mucosa was observed in the anterior region of the right mandible.

On the panoramic radiograph of the patient, who was edentulous in the upper arch and partially edentulous in the lower arch, a well-defined, cortically bordered unilocular radiolucent cystic lesion was observed extending from the region of tooth 42 to the region of tooth 45 in the mandible.

On the contrast-enhanced computed tomography (CT) image, an expansile hypodense lesion measuring 20x16 mm was observed in the anterior corpus of the right mandible, causing destruction of the cortical bone.

The patient was referred to the Ear, Nose, and Throat (ENT) clinic with preliminary diagnoses of COC/Multinucleated Giant Cell Granuloma/Residual Cyst. Upon biopsy of the patient, a diagnosis of COC (Calcified Odontogenic Cyst) was made.

Conclusion: In this case report, the clinical and radiographic findings of a COC (Calcified Odontogenic Cyst) located in the anterior region of the mandible are presented in detail. COC is a rare lesion, and it is crucial to perform a detailed clinical and radiographic examination to make an accurate diagnosis and differentiate it from other jaw lesions for proper treatment.

Keywords: Calcified Odontogenic Cyst, Anterior Mandible, Computed Tomography

GİRİŞ

Kalsifiye odontojenik kist (KOK), klasik olarak odontojenik epitel ile kaplı iyi huylu gelişimsel bir odontojenik kisttir ve tüm odontojenik kistlerin yaklaşık %0,3-0,8'ini oluşturur.[1,2] İlk defa Gorlin ve ark. tarafından 1962'de tanımlanmıştır.[3] Dünya Sağlık Örgütü tarafından 2022'de yapılan sınıflandırmada ise 'histolojik olarak kalsifiye hayalet hücrelerle karakterize gelişimsel odontojenik kist' olarak tanımlanmıştır.[4]

Kalsifiye odontojenik kist literatürde; Kalsifiye epitelyal odontojenik kist, Dentinojenik hayalet hücreli tümör, Gorlin kisti, Kalsifiye hayalet hücreli odontojenik kist gibi çeşitli şekillerde isimlendirilmiştir.[5,6,7] İsimlendirme de olduğu gibi histomorfolojisindeki farklı formlardan dolayı sınıflandırmada da literatürde farklılıklar mevcuttur. Bu formlar; Benign kistik lezyon, Solid tümör (neoplastik) ve Agresif (malign) varyanttır.[1]

KOK'lar en sık odontoma olmak üzere ameloblastoma, ameloblastik fibro-odontoma, ameloblastik fibroma gibi diğer odontojenik lezyonlarla birlikte izlenebilir.[2,7]. KOK ortalama 33 yaş olmak üzere geniş bir yaş dağılımına sahiptir. Cinsiyet ayrımı yoktur.[4,5] Klinik olarak lezyon genellikle çene içinde yavaş büyüyen, ağrısız bir şişlik olarak ortaya çıkar. Bazen hasta ağrıdan şikâyet edebilir. Aspirasyonda genellikle viskoz, granüler sarı bir sıvı görülür.[5]

KOK, genellikle intraosseöz bir lezyon olup vakaların %13-30'unda periferal (extraosseöz) lezyonlar olarak görülmüştür. Hem intraosseöz hem de ekstraosseöz formlar, maksiller ve mandibular bölgelerde yaklaşık eşit sıklıkta görülür.[5,6]Ancak maksiller lezyonlar daha yaşlı hastalarda izlenir.[4,7]Çoğunlukla (%75) birinci moların mezialinde, özellikle kesici diş ve kanin bölgelerinde yer alır.[5]Periferi iyi ve kortikal sınırlıdan, kıvrımlı ve kist benzeri şekle, kötü sınırlı ve irregüler yapıya kadar farklılık gösterir.[7]

İç yapı değişkenlik gösterebilir. Lezyon tamamen radyolüsent olabilir, beyaz lekeler veya küçük düzgün çakıl taşları olarak görünen küçük kalsifiye materyal odaklarına sahip olabilir. Ayrıca, daha büyük, daha katı, amorf radyopak kitleler de görülebilir.[5]Uniloküler, oval veya yuvarlak izlenebilir. KOK'lar nadiren multiloküler görünür. (%5, genelde neoplastik varyantları).[7] Lezyon, kemiği ekspanse edebilir ve komşu korteksi perfore edebilir. Vakaların %20 ila %50'sinde, gömülü bir dişle (çoğunlukla bir kanin) ilişkilidir ve bu dişin sürmesini engeller. Komşu dişlerin yer değiştirmesi ve kök rezorpsiyonu da meydana gelebilir.[5]

Histolojik olarak odontojenik epitelle çevrili, fibröz bağ dokusuna sahip kistik proliferasyonlar olarak tanımlanır.[8] Çekirdeğin kaybolduğu ancak sitoplazmik hatların korunduğu hayalet hücreler karakteristiktir.[4]

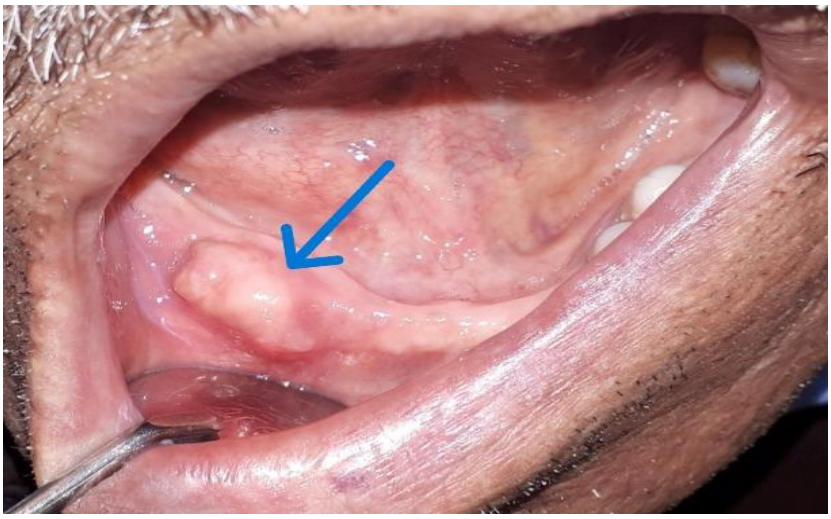
Ayırıcı tanıda dentigeröz kist, ameloblastoma, adenomatoid odontojenik tümör, ameloblastik fibro-odontoma, kalsifiye epitelyal odontojenik tümör dikkate alınmalıdır.[5,7]

Kullanılan tedavi stratejileri büyük ölçüde farklılık gösterir ve lezyonun tipine bağlıdır. Genel olarak, benign kistik lezyonlarda enükleasyon/marsupyalizasyon gibi konservatif bir yaklaşım kabul edilirken, solid tümör kitleleri ve agresif lezyonların dikkatli ve uzun süreli takibi ile en blok rezeksiyonla tedavi edilmesi gerektiği düşünülmektedir.[1]

OLGU SUNUMU

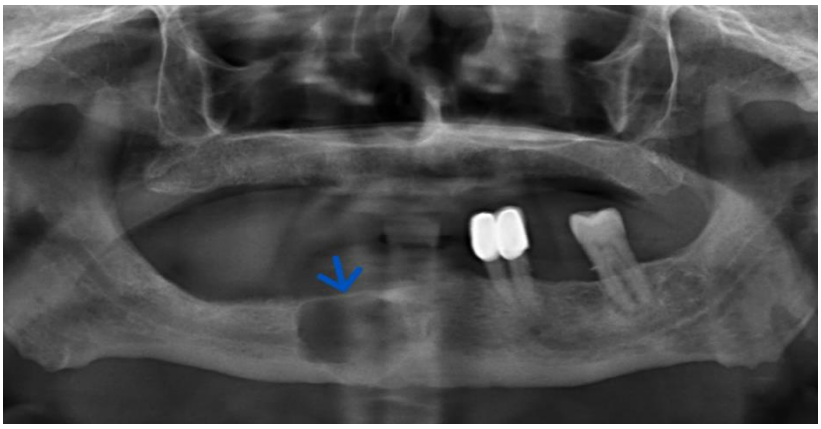
78 yaşında erkek hasta mandibula anteriorda yaklaşık 2 aydır var olan ağrısız şişlik şikâyeti ile kliniğimize başvurdu. Anamnezde herhangi bir sistemik hastalığı olmadığı öğrenildi.

İntraoral muayenede sağ mandibula anteriorda yüzeyi düzgün ve normal renkli mukoza ile kaplı ekzofitik lezyon görüldü. (Resim 1)



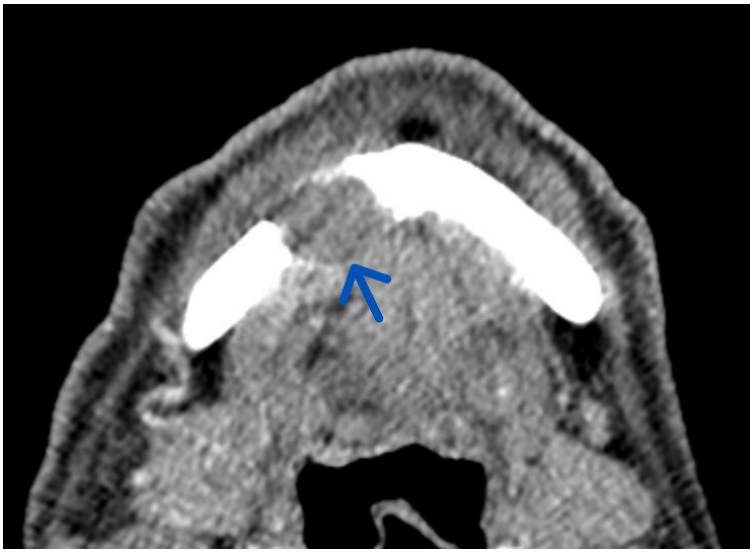
Resim 1. Hastaya ait intraoral görüntüde sağ mandibula anteriorda yüzeyi düzgün ve normal renkli mukoza ile kaplı ekzofitik lezyon (mavi ok)

Üst total, alt parsiyel dişsiz hastanın panoramik radyografisinde mandibulada 42 nolu diş bölgesinden 45 nolu diş bölgesine uzanan iyi ve kortikal sınırlı uniloküler radyolüsent kistik görünümlü lezyon izlendi. (Resim 2)



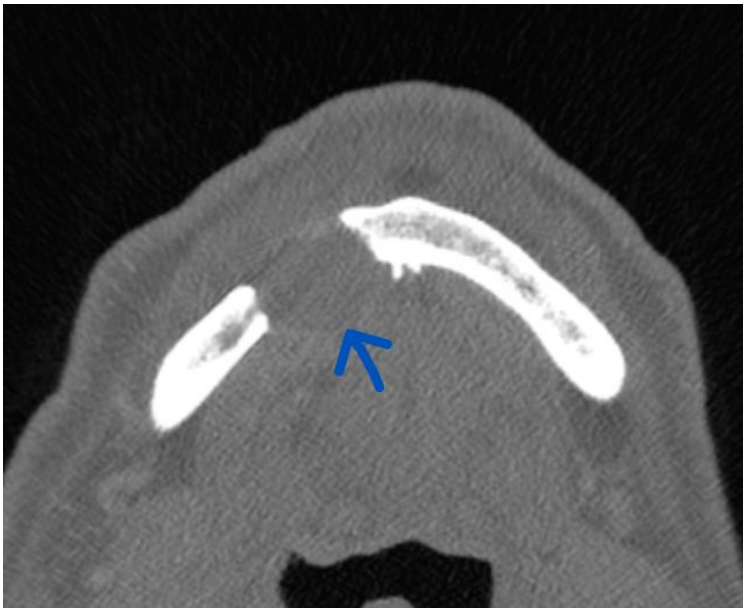
Resim 2. Olguya ait kesilmiş panoramik radyografide mandibulada 42 nolu diş bölgesinden 45 nolu diş bölgesine uzanan iyi ve kortikal sınırlı uniloküler radyolüsent kistik görünümlü lezyon (mavi ok)

İleri tetkik için kontrastlı Bilgisayarlı Tomografi (BT)'ye yönlendirilen hastanın aksiyal kontrastlı BT yumuşak doku penceresinde sağ mandibula korpus anteriorda yaklaşık 20x16 mm boyutlarında kortikal kemikte destrüksiyona sebep olan kontrast artışı göstermeyen ekspansil hipodens lezyon izlendi. (Resim 3). Patolojik boyutta ve görünümde lenf nodu izlenmedi.



Resim 3. Aksiyal kontrastlı BT yumuşak doku penceresi görüntüsünde sağ mandibula korpus anteriorda 20x16 mm boyutlarında kortikal kemikte destrüksiyona sebep olan kontrast artışı göstermeyen ekspansil hipodens lezyon (mavi ok).

Olguya ait aksiyal BT kemik penceresi görüntüsünde sağ mandibula korpus anteriorda 20x16 mm boyutlarında kortikal kemikte destrüksiyona sebep olan ekspansil hipodens lezyon görüldü. (Resim 4)



Resim 4. Aksiyal BT kemik penceresi görüntüsünde sağ mandibula korpus anteriorda 20x16 mm boyutlarında kortikal kemikte destrüksiyona sebep olan ekspansil hipodens lezyon

Hasta KOK/Dev Hücreli Granülom/Rezidüel kist? ön tanısı ile Kulak Burun Boğaz (KBB) kliniğine yönlendirildi. Hastadan alınan biyopsi sonucu KOK tanısı konuldu.

TARTIŞMA

1962 yılında Gorlin tarafından ilk kez tanımlanan KOK, çene kemiğinin nadir bir lezyonudur. Bu lezyon, kalsifikasyonlar ve odaklanmış hayalet hücreler içeren ameloblastoma benzeri bir epitel ile tanımlanır. Farklı klinik ve patolojik bulgular nedeniyle, bu lezyonun terminolojisi ve sınıflandırması konusunda karışıklık ve anlaşmazlıklar olmuştur.[9,10,11]

Arruda ve ark. tarafından yapılan çalışmaya göre, KOK, odontojenik kistler arasında görülme prevalansı %1,3'tür. Kadınlarda %53, erkeklerde ise %47 oranında görülür. Çoğu hasta %47,3 ile 20 ila 59 yaş arasındaki yetişkinlerden oluşmaktadır.[11]İlgili olgu 78 yaşında erkek olup literatüre göre daha ileri yaşta görülmüştür.

Genel olarak, KOK intraosseözdür ve periferik KOK nadiren görülür. Sheng ve ark.[12] sağ üst lateral kesici dişin palatinalinde 7 mm × 9 mm × 5 mm boyutlarında pembe/kırmızı renkte yuvarlak, ekzofitik bir kitle şeklinde görülen perifer KOK vakası sunmuşlardır. Bizim vakamız ise literatürle uyumlu olarak intraosseöz yerleşimli görülmüştür.

Etkilenen bölgede şişlik en yaygın klinik belirtidir.[13] İlgili olgu da kliniğimize mandibula anterior bölgedeki ağrısız şişlik şikâyeti ile kliniğimize başvurdu. Küçük lezyonlar genellikle ağrısızdır ve rutin radyografik değerlendirme sırasında tesadüfen keşfedilir. Lezyon maksillada bulunduğunda, hastalar bazen burun tıkanıklığı, burun kanaması ve baş ağrısı şikayetinde bulunabilirler.[13]

Radyografik olarak genellikle iyi sınırlı uniloküler bir lezyon olarak görünür, multiloküler formun sıklığı %5 olarak belirtilmiştir.[14] Bizim olgumuz da literatürle uyumlu olarak iyi sınırlı uniloküler radyolüsensi şeklinde izlenmiştir.

Lezyon içerisinde kalsifikasyon varlığı önemli bir radyografik özellik olup, tüm KOK'ların yaklaşık yarısında tespit edilmektedir. Kalsifikasyonlar, küçük lekelerden büyük kitlelere kadar değişen miktarlarda radyopak olarak görünür, küçük kalsifikasyonlar ise genellikle radyografik olarak fark edilmez. Küçük boyuttaki opasiteler bazen düz grafilerde süperpozisyonlar sebebiyle fark edilmeyebilir, BT küçük kalsifikasyonları göstermede düz grafiye göre oldukça başarılıdır.[14,15]Sunulan olguda düz grafide ve BT görüntülerinde herhangi bir kalsifikasyona rastlanmamıştır.

Literatüre göre KOK yaklaşık %32 oranla sürmemiş diş ile birlikte görülür. Aynı zamanda odontomaların da KOK ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu ilişki %20 ile %24 arasında bildirilmiş olup, bazı çalışmalar daha yüksek bir ilişki sıklığı bildirmiştir.[16]İlgili olgu alt üst

total dişsiz hasta olup lezyon gömülü dişle ya da başka herhangi bir lezyonla ilişkili görülmemiştir.

SONUÇ

Bu olgu sunumunda, mandibula anterior bölgede yerleşim gösteren KOK lezyonunun klinik ve radyografik bulguları detaylı bir şekilde sunulmuştur. KOK, odontojenik kökenli nadir görülen bir lezyon olup, genellikle ağrısız şişlik ilk klinik belirtidir. Lezyonun doğru bir şekilde teşhis edilmesi ve uygun tedavi yöntemlerinin belirlenebilmesi için ayrıntılı bir klinik ve radyografik inceleme gereklidir. Diğer çene lezyonlarıyla ayırıcı tanısının yapılması büyük önem taşır.

KAYNAKLAR:

1. Ahmad SA, Popli DB, Sircar K, Hasan S. Calcifying odontogenic cyst: Report of an uncommon entity with a brief literature review. J Oral Maxillofac Pathol 2022;26:131.
2. Akshatha BK, Manjunath GS, Soundarya N. Calcifying odontogenic cyst associated with compound odontoma – A rare entity. J Oral Maxillofac Pathol 2023;27:S69-74.
3. Gorlin RJ, Pindborg JJ, Odont, Clausen FP, Vickers RA. The calcifying odontogenic cyst--a possible analogue of the cutaneous calcifying epithelioma of malherbe. An analysis of fifteen cases. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1962;15:1235- 43.
4. Soluk-Tekkesın M and Wrıght JM, The World Health Organization Classification of Odontogenic Lesions: A Summary of the Changes of the 2022 (5th) Editio. Turk Patoloji Derg 2022, 38:168-184.
5. White SC, Pharoah MJ. Cysts. Oral radiology principles and interpretation. 7th ed. Elsevier mosby; 2014.p.348-50.
6. Neville BW, Damm DD, Allen CM, Bouguot JE. Odontogen cysts and tumors. Oral and maxillofacial Pathology. 3th ed. Saunders, Elsevier; 2008. p.695-97.
7. Koenig LJ, Petrikowski CG, Tamimi D, Harnsberger HR, Ruprecht A, Benson BW, et al. Neoplasm, benign, odontogenic. In: Koenig LJ, editor. Diagnostic imaging oral and maxillofacial. 1st ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2011.p.604-7.
8. Kim SA, Ahn SG, Kim SG, Park JC, Lee SH, Kim J, Yoon JH. Investigation of the ß-catenin gene in a case of dentinogenic ghost cell tumor. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 103: 97-101, 2007.
9. Uzun T, Çinpolat E. Calcifying odontogenic cyst associated with the impacted third molar: A case report. Pan Afr Med J 2019;33:151.
10. Speight PM, Takata T. New tumour entities in the 4th edition ofthe World Health Organization Classification of Head and Neck tumours: odontogenic and maxillofacial bone tumours. Virchows Arch 2018;472:331-9.
11. J.A.A. de Arruda, *et al.* A multicentre study of 268 cases of calcifying odontogenic cysts and a literature review. Oral Dis., 24 (7) (2018), pp. 1282-1293.
12. Sheng S, Tipton N, Chang J, Meng HW, Tribble GD. Peripheral calcifying odontogenic cyst: a case report and comprehensive review of 60 years of literature. Front Oral Health. 2023 Aug 4;4:1223943.
13. E.R. Utumi, I.G. Pedron, L.P.N. da Silva, G.G. Machado, A.C. Rocha. Different manifestations of calcifying cystic odontogenic tumor. Einstein (Sao Paulo), 10 (3) (2012), pp. 366-370,
14. Buchner, A. The central (intraosseous) calcifying odontogenic cyst; an analysis of 215 cases. J Oral Maxillofac Surg. 1991; 49:330-339.
15. Tanimoto, K. · Tomita, S. · Aoyama, M. Radiographic characteristics of the calcifying odontogenic cyst. Int J Oral Maxillofac Surg. 1988; 17:29-32
16. Iida, Seiji et al. Calcifying odontogenic cyst: Radiologic findings in 11 cases. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics, Volume 101, Issue 3, 356 - 362

IMPLANT SURVIVAL RATE AND PROSTHETIC COMPLICATIONS OF FULL-ARCH IMPLANT-SUPPORTED FIXED PROSTHESES IN EDENTULOUS UPPER JAWS: A COHORT STUDY

Elisa MACCARİ
Dr, Department of Oral and Maxillo-Facial Science in Sapienza University of Rome, Dentistry
Marta CİNAFRİGLİA
Arianna ANTONELLİ
Nicholas PROSPERİ
Andrea LUZİ
Andrea MORGANTE
Giuseppe FERRİ
Department of Oral and Maxillo-Facial Science in Sapienza University of Rome, Dentistry
Luca TESTARELLİ
Prof, Department of Oral and Maxillo-Facial Science in Sapienza University of Rome, Dentistry
Gualtiero GHERARDİ
Department of Oral and Maxillo-Facial Science in Sapienza University of Rome, Dentistry
Gabriele MİCCOLİ
Rodolfo REDA
Dario Dİ NAND
Dr, Department of Oral and Maxillo-Facial Science in Sapienza University of Rome, Dentistry

INTRODUCTION

Full-arch implant-supported fixed dental prostheses, an implant-supported prosthesis, which the patient must carefully manage in home oral hygiene procedures, is the fixed alternative to a mucosal-supported or implant-anchored prosthesis. Clinically, the execution of this rehabilitation requires four implants for the lower jaw and six implants for the upper jaw.

The aim of the present study is to verify the survival-rate of implants for implant-fixed prostheses in the edentulous upper jaw.

MATERIALS AND METHODS

This retrospective study was carried out on patients who received an upper full-arch fixed prostheses on six implants for rehabilitation. A total of 42 patients (22 males and 20 females) were included in this study and initially evaluated clinically and radiographically. The follow-up period in which the data were collected on the upper full-arch is between 60 and 84 months. A total of 232 implants were inserted and monitored in this period. Clinical and radiographic evaluations were carried out on all 232 implants, with constant re-evaluation.

RESULTS

The total implant survival rate is 93.1%, a value which is like previous studies already published on the topic. There were a few prosthetic complications, mainly the fracture of anterior prosthetic teeth. Considering the use of temporary cement for the stabilization of the full-arch at the level of the six abutments, of which no breakage was found, 3 de-cementations occurred in these 48-72 months of observation, thus guaranteeing a reliable and clinically valid.

Compared to supported, but not fixed, implant prostheses, the incidence of fracture of veneers or teeth is considerably higher, considering the extent of the forces that are not attenuated by the prosthetic material due to the presence of the metal framework.

DISCUSSIONS&CONCLUSION

Considering the overall results of the study, the loss of implants after loading, in the 48/72 months of observation, is in any case lower than the percentage obtained by the same authors using the same implants, but with a removable prosthetic device. The difference that was found on the same implants, but with a different anchoring technique on the implant success, although minimal, is attributable to the splinting of the implants between them. Most of these full-arch, which as antagonist had another previously made full-arch implant-supported fixed dental prostheses or overdenture on four or overdenture on two implants, achieves good clinical results in this study at 84 months.

YEŞİL SENTEZLENMİŞ ÇİNKO OKSİT NANOPARTİKÜLLERİN YARA İYİLEŞTİRME AKTİVİTESİ

Muhammet Abdurrahim GENCER
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences, Burdur, Turkey
ORCID: 0009-0004-6876-8646
Çiğdem AYDIN ACAR
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Nursing, Burdur, Turkey
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences, Burdur, Turkey
ORCID: 0000-0002-1311-2314

ÖZET

Yara iyileşmesi, hemostaz, inflamasyon, proliferasyon ve doku yeniden yapılanması aşamalarını içeren karmaşık bir biyolojik süreçtir. Geleneksel tedavi yöntemlerinin bazı dezavantajları, yeni ve daha etkili biyomateryallerin araştırılmasını teşvik etmiştir. Son yıllarda, nanoteknolojinin tıp alanındaki hızlı gelişimi, yara iyileşmesinde nanomalzemelerin kullanımını ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda, çinko oksit nanopartikülleri (ZnO NP), antimikrobiyal, antioksidan ve hücre proliferasyonunu artırıcı özellikleri sayesinde dikkat çekmektedir. Özellikle yeşil sentez yöntemleri, kimyasal maddelerin kullanımını en aza indirerek çevre dostu ve biyouyumlu ZnO NPs elde edilmesini sağlamaktadır. Literatürde, bitki özütleri kullanılarak sentezlenen ZnO NPs'nin hücre canlılığını artırdığı, hücre göçünü teşvik ettiği ve inflamasyon sürecini modüle ettiği bildirilmektedir. İn vitro çalışmalar, fibroblast hücre hatlarında bu nanopartiküllerin sitotoksik etkisinin düşük olduğunu ve hücre proliferasyonunu desteklediğini göstermiştir. In vivo hayvan modellerinde ise ZnO NP'lerinin reepitelizasyonu hızlandırdığı, kollajen sentezini artırdığı ve anjiyogenezi teşvik ettiği belirtilmektedir. Ayrıca, VEGF ve TGF-β gibi büyüme faktörlerinin ekspresyonunu artırarak yara iyileşmesinin moleküler mekanizmalarını desteklediği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, yeşil sentezlenmiş ZnO NPs, biyouyumlu yapısı ve yara iyileşmesi üzerindeki olumlu etkileri sayesinde geleneksel tedavi yöntemlerine alternatif bir seçenek sunmaktadır. Ancak, klinik uygulamalarda kullanılabilmesi için biyogüvenlik, dozaj ve uzun vadeli etkilerinin detaylı şekilde araştırılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil sentez, çinko oksit nanopartikülleri, yara iyileşmesi

THE POTENTIAL ROLE OF GREEN-SYNTHESIZED ZINC OXIDE NANOPARTICLES IN WOUND HEALING

ABSTRACT

Wound healing is a complex biological process involving hemostasis, inflammation, proliferation, and tissue remodeling. The limitations of conventional treatments have driven the

search for new and more effective biomaterials. In recent years, the rapid advancement of nanotechnology in medicine has highlighted the use of nanomaterials in wound healing. In this context, zinc oxide nanoparticles (ZnO NPs) have attracted attention due to their antimicrobial, antioxidant, and cell proliferation-enhancing properties. Particularly, green synthesis methods minimize the use of chemical agents, resulting in environmentally friendly and biocompatible ZnO NPs. The literature indicates that ZnO NPs synthesized using plant extracts promote cell viability, stimulate cell migration, and modulate the inflammatory process. In vitro studies have shown that these nanoparticles exhibit low cytotoxic effects on fibroblast cell lines and support cell proliferation. In vivo animal models have demonstrated that ZnO NPs accelerate re-epithelialization, enhance collagen synthesis, and promote angiogenesis. Additionally, they have been found to increase the expression of growth factors such as VEGF and TGF-β, supporting the molecular mechanisms of wound healing. In conclusion, green-synthesized ZnO NPs offer a promising alternative to conventional treatments due to their biocompatibility and positive effects on wound healing. However, further research is needed to thoroughly investigate their biosafety, optimal dosage, and long-term effects before clinical application.

Keywords: Green synthesis, zinc oxide nanoparticles, wound healing

1. GİRİŞ

Fiziksel travma, yanıklar, enfeksiyonlar veya kronik hastalıklar, cildin yapısını ve işlevini bozarak yaralara yol açabilir. Bu durumlarda, deri altındaki bağ dokusu ve epitel dokusunun bütünlüğü zarar görür, bu da iyileşme sürecini zorlaştırabilir (Gonzalez ve ark., 2016). Yara iyileşmesi, cildin kendini onarmasını ve yeniden yapılandırmasını içeren karmaşık bir süreçtir. Bu süreç, enflamasyon, hücresel çoğalma ve doku yeniden şekillenmesi gibi birkaç aşamadan oluşur. Yaralanma meydana geldiğinde, vücut hemen enflamasyon aşamasına girer ve enfeksiyonu önlemek için beyaz kan hücreleri yaralı bölgeye toplanır. Ardından, hücresel çoğalma aşamasında yeni doku oluşumu başlar ve kan damarları yenilenir. Son olarak, doku yeniden şekillenmesi aşamasında yeni oluşan doku olgunlaşır ve güçlenir, böylece yaralı bölge eski işlevini ve görünümünü kazanır.

Yara iyileşmesi sırasında, hücreler arası ve hücre-matriks etkileşimleri önemli rol oynar. Bu etkileşimler, hücrelerin doğru yerlere göç etmesini ve yeni dokuların doğru şekilde oluşmasını sağlar. İyileşme sürecinde herhangi bir aksama, süreci uzatabilir ve komplikasyonlara yol açabilir (Murphy ve Evans, 2012). Kolajenaz ve elastaz gibi enzimler, yara iyileşmesi sürecinde çok önemli bir rol oynarlar. Bu enzimler, elastin, fibrin ve kolajen gibi hücre dışı matris bileşenlerini parçalayarak yaralı dokunun yeniden şekillendirilmesine yardımcı olurlar.

Kolajenaz, özellikle kolajeni parçalar ve böylece yeni bağ dokusunun oluşmasına olanak tanır. Elastaz ise elastin gibi elastik lifleri parçalar ve bu da yara bölgesinin esnekliğinin sağlanmasına yardımcı olur. Fibrinoliz ise fibrin pıhtılarının çözülmesini ve dokunun temizlenmesini sağlar. Bu süreçler, yeni doku oluşumunun sağlıklı bir şekilde ilerlemesi için hayati öneme sahiptir. Kolajenaz ve elastaz gibi enzimlerin yara iyileşmesindeki rolü büyük olsa da bu enzimlerin aşırı aktivitesi yaraların iyileşmesini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, bu enzimlerin aktiviteleri inhibitör mekanizmalarla düzenlenmelidir. Örneğin, doku inhibitörleri adı verilen proteinler, kolajenaz ve elastaz gibi proteazların aşırı faaliyetlerini kontrol altında tutar. Bu dengeleyici mekanizmalar, enzimlerin yararlı etkilerini sürdürürken aşırı yıkıcı etkilerinin önüne geçer.

Yara bakım sürecini zorlaştıran pek çok faktör vardır. Örneğin, kan dolaşımının yetersiz olması durumunda, yara bölgesine yeterli oksijen ve besin ulaşamaz, bu da iyileşmeyi yavaşlatır. Kalıcı enflamasyon, yara bölgesinde sürekli bir iltihaplanma durumu yaratır ve iyileşme sürecini olumsuz etkiler. Nöropati, sinir hasarına bağlı olarak özellikle diyabetik hastalarda görülen bir durumdur ve yara iyileşmesini zorlaştırır. Enfeksiyonlar, iyileşme sürecini durdurarak ve komplikasyonlara yol açarak önemli bir engel oluşturur. Ayrıca, yara bölgesinde yeni kan damarlarının oluşumunun yetersiz olması (anjiyogenez) ve hücrelerin yeterince çoğalmaması da (hücre proliferasyonu) iyileşmeyi olumsuz etkiler. Tüm bu faktörler, yara iyileşmesini karmaşık hale getirir ve uygun bakım ve tedavi yöntemleri ile yönetilmeleri gerekir (Guo ve Dipietro, 2010).

2. NANOTEKNOLOJİ

Günümüzde nanoteknoloji hem akut hem de kronik yaraların tedavisinde büyük bir ilgi görmektedir. Özellikle çevre dostu yöntemlerle sentezlenen nanopartiküller, yara iyileşme sürecinde yenilikçi ve alternatif terapötik yaklaşımlar sunmaktadır. Nanopartiküller, biyouyumlu ajanların taşınmasında önemli bir rol oynar ve yara iyileşme sürecinde kullanılan pansumanların etkinliğini artırabilir (Shalaby ve ark., 2022). Ayrıca, nanoteknoloji sayesinde geliştirilen yeni tedavi yöntemleri, enfeksiyonları önlemeye ve yara bölgesinde yeni doku oluşumunu desteklemeye yardımcı olabilir (Ullah ve ark., 2025). Nanopartiküller (NP'ler) yara iyileşme sürecini hızlandırma potansiyeline sahiptir. Bu potansiyel, birkaç farklı mekanizma aracılığıyla ortaya çıkar. NP'ler, hücrelerin yaralı bölgeye göçünü artırarak yeni doku oluşumunu teşvik eder. Ayrıca, hücrelerin çoğalmasını ve farklılaşmasını destekleyerek iyileşme sürecini hızlandırır. Enflamatuar yanıtın düzenlenmesi, NP'lerin en önemli rollerinden biridir. Enflamasyonu kontrol altına alarak iyileşme sürecini desteklerler. Ayrıca, anjiyogenezi (yeni kan damarlarının oluşumu) kolaylaştırarak yara bölgesine daha fazla oksijen ve besin

ulaşmasını sağlarlar. Bu süreçler, yara iyileşmesinin daha hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleşmesine yardımcı olur (Alrashoudi ve ark., 2023).

Farklı metallerden yapılan nanopartiküllerin yara iyileşmesindeki etkinliği üzerine yapılan çalışmaların sonuçları, kullanılan spesifik metal, NP'lerin sentez yöntemi ve araştırma metodolojisi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin, gümüş nanopartiküller genellikle antimikrobiyal özellikleriyle bilinirken, altın nanopartiküller anti-enflamatuar etkiler gösterebilir. Çinko nanopartiküller hücre çoğalmasını artırabilirken, bakır nanopartiküller kolajen sentezini destekleyebilir. Demir nanopartiküller ise oksijen taşıma kapasitesini artırarak doku iyileşmesini destekleyebilir. Ancak bu etkiler, nanopartiküllerin nasıl hazırlandığı ve nasıl uygulandığına bağlı olarak farklılık gösterebilir. Bu nedenle, her bir metalin nanopartikül formunun etkinliğini anlamak için yapılan çalışmaların sonuçları değişkenlik gösterebilir (Albalawi ve ark., 2020). Çinko nanopartiküller (ZnO NP'ler) antibakteriyel özellikleri ile yaralarda enfeksiyon riskini azaltabilir. Antioksidan özellikleri ile ise serbest radikallerin neden olduğu hücresel hasarı engelleyebilir ve antiinflamatuar etkileri de iltihaplanmayı azaltarak yara iyileşmesini hızlandırabilir. Bu yüzden ZnO NP'ler, tıbbi uygulamalarda ve yara tedavisinde oldukça umut verici bir seçenek olarak değerlendirilmektedir. Araştırmalar, bu nanopartiküllerin nasıl en etkili şekilde kullanılabileceğini anlamak için devam etmektedir. Çinko nanopartiküller sadece antibakteriyel, antioksidan ve antiinflamatuar özelliklere sahip olmakla kalmaz, aynı zamanda hücre göçünü, yeniden epitelleşmeyi (yeni epitel hücrelerinin oluşumu) ve anjiyogenezi (yeni kan damarlarının oluşumu) teşvik edebilirler. Bu özellikler, yara iyileşme sürecini daha etkili hale getirir ve ZnO NP'leri yara tedavisinde özellikle değerli bir araç haline getirir. Hücre göçü, yaralı bölgeye yeni hücrelerin taşınmasını sağlar, yeniden epitelleşme yara yüzeyinin kapanmasını hızlandırır ve anjiyogenez yeni kan damarlarının oluşumunu destekleyerek doku onarımını iyileştirir (Saadatmand ve ark., 2021).

3. SENTEZ YÖNTEMLERİ

Güncel bilimsel bulgular, çinko oksit nanopartiküllerinin yeşil sentez yöntemleri kullanılarak elde edilen formlarının yara iyileştirici etkilerini göstermiştir. Yeşil sentez, çevre dostu ve biyolojik olarak uyumlu yöntemler kullanarak nanopartiküllerin üretilmesini sağlar. Bu yöntemler, bitki özleri, mikroorganizmalar veya diğer biyolojik materyaller kullanılarak nanopartiküllerin sentezlenmesini içerir. Geleneksel kimyasal sentez yöntemleri genellikle toksik kimyasallar ve yüksek enerji gereksinimleri içerir, bu da maliyeti artırır ve çevreyi kirletir. Yeşil sentez ise doğal ve biyolojik materyaller kullanarak nanopartiküllerin üretimini sağlar, bu da daha düşük maliyet ve daha az çevresel etki anlamına gelir. Ayrıca, yeşil sentez

yöntemleri genellikle daha güvenli ve biyolojik olarak uyumlu ürünler üretir, bu da hem insan sağlığı hem de çevre için daha iyidir. Bu nedenle, yeşil sentez süreci, nanopartikül üretiminde sürdürülebilir ve güvenli bir alternatif olarak giderek daha fazla tercih edilmektedir (Hussain ve ark., 2016). Nanopartiküllerin çevre dostu ve son derece etkili yeşil sentez yöntemleri, nanoteknoloji bilim camiasında büyük ilgi uyandırmıştır. Yeşil sentez yöntemleri, geleneksel kimyasal sentez yöntemlerine kıyasla daha az toksik ve daha sürdürülebilir oldukları için büyük avantajlar sunar. Bu yöntemler, bitki özleri, mikroorganizmalar ve diğer biyolojik materyaller kullanılarak nanopartiküllerin üretilmesini sağlar.

Güncel akademik çalışmalarda, *Calendula officinalis* (aynısafa) çiçek ekstraktı kullanılarak sentezlenen ZnO NP'ler, önemli antioksidan ve yara iyileştirici potansiyel göstermiştir. Bu nanopartiküller, hücre göçünü teşvik etmiş ve kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bir yara kapanma oranı sağlamıştır. Ayrıca, antioksidan aktiviteleri de belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir (Aydin Acar ve ark., 2024). Ilex paraguariensis (mate) yaprak ekstraktı kullanılarak üretilen ZnONP'ler, yeşil sentez süreciyle elde edilmiştir. Bu nanopartiküller, düşük konsantrasyonlarda sitotoksik etki göstermemiştir, ancak daha yüksek konsantrasyonlarda hücre canlılığını azaltmıştır (Bandeira ve ark., 2021), *Nigella sativa* (çörek otu) tohumundan elde edilen ekstraktlar kullanılarak sentezlenen çinko oksit nanoyapılar (NS-ZnNP), geniş spektrumlu çekirdek algılama (QS) inhibisyonu ve biyofilm oluşumunu engelleme yeteneği göstermiştir. Bu nanoyapılar, *C. violaceum* ve *P. aeruginosa* gibi biyosensör suşlarında QS düzenlenen fonksiyonları önemli ölçüde inhibe etmiştir. Ayrıca, dört farklı gıda patojeninin biyofilm oluşumunu ve önceden oluşmuş biyofilmleri etkili bir şekilde inhibe etmiştir (Bai ve Jarubula, 2023). *Prosopis farcta* (çalı akasya) meyve ekstraktı kullanılarak sentezlenen ZnONP'ler, antifungal ve sitotoksik aktiviteler göstermiştir. *Candida albicans'a* karşı antifungal etkinlik sergilemiş ve meme kanseri hücrelerine karşı sitotoksik etki göstermiştir (Khatami ve ark., 2018) ve *Ziziphora clinopodioides* (dağ kekiği) bitkisinden elde edilen ekstraktlarla sentezlenen çinko oksit nanopartiküllerinin yara iyileştirici etkileri incelenmiştir. Bununla birlikte, genel olarak ZnO NP'lerin yara iyileştirici etkileri, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri ile desteklenmektedir (Mahdavi ve ark., 2019).

Yeşil sentezle nanopartikül (NP) üretimi alanında birçok bitki kullanılmakta ve çeşitli çalışmalar yerel bitki kaynaklarını kullanarak NP'lerin sentezini göstermiştir. Bu yöntemler, çevre dostu ve biyolojik olarak uyumlu oldukları için büyük ilgi görmektedir. Ancak, büyük ölçekli üretim için belirli bitkilerin sınırlı mevcudiyeti dikkate alınması gereken önemli bir konudur. Bu nedenle, nanomalzeme sentezi için bitki seçimini daha geniş bir ölçekte düşünürken, yerel bitki kaynaklarının fizibilitesini ve bolluğunu değerlendirmek gereklidir. Bu

değerlendirme, hem sürdürülebilir bir üretim süreci sağlamak hem de maliyetleri minimize etmek için önemlidir. Yerel olarak bol bulunan bitkiler, çevresel ayak izini azaltarak ve daha ekonomik bir üretim süreci sağlayarak büyük ölçekli üretim için ideal seçenekler olabilir. Ayrıca, yerel bitki kaynaklarının kullanılması, bölgesel ekonomilere katkıda bulunabilir ve daha sürdürülebilir bir nanoteknoloji endüstrisi oluşturulmasına yardımcı olabilir (Sharma ve ark., 2022).

Yeşil sentez süreçleri genellikle çevre dostu ve biyolojik olarak uyumlu olsalar da, bazı zorluklar ve dezavantajlar içerebilirler. Kimyasal senteze kıyasla, yeşil sentez genellikle daha uzun süreler alır ve yüksek enerji gereksinimleri nedeniyle çevresel etkileri azaltma amacı bazen zorlu hale gelebilir. Özellikle yüksek sıcaklık reaksiyonları, ek enerji girdisi gerektirdiği için maliyetleri artırabilir ve çevresel sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle, yeşil sentez yöntemlerinin optimize edilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Daha düşük sıcaklıklarda ve daha kısa sürelerde gerçekleştirilebilecek reaksiyon yöntemlerinin geliştirilmesi, yeşil sentezin avantajlarını artırabilir. Bu alandaki araştırmalar hem çevresel etkiyi azaltma hem de maliyetleri düşürme amacıyla devam etmektedir. Nanopartiküllerin (NP'lerin) kalitesi, özellikle de partikül boyutu kontrolü, nanoteknoloji alanında dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Çeşitli çalışmalar, partikül boyutunun hassas kontrolünde karşılaşılan zorluklara ve mevcut sentez yöntemlerinin büyük ölçekli endüstriyel üretim için yeterince uygun olmayabileceğine dikkat çekmiştir. Partikül boyutunun kontrolü, NP'lerin biyolojik ve fizikokimyasal özelliklerini doğrudan etkileyebilir, bu nedenle büyük ölçekli üretim süreçlerinde bu kontrolün sağlanması kritik öneme sahiptir. Partikül boyutu üzerinde hassas kontrol elde etmek, homojenliği sağlamak ve istenilen özellikleri taşıyan NP'ler üretmek için hala önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Bu hem yeşil sentez hem de geleneksel kimyasal sentez yöntemleri için geçerli bir sorundur. Araştırmacılar, bu zorlukları aşmak ve daha tutarlı ve kaliteli NP'ler üretmek için çeşitli stratejiler geliştirmeye devam etmektedirler (Hussain ve ark., 2016; Sharma ve ark., 2022).

Yeni araştırmalar, yeşil sentezle üretilen nanopartiküllerin antibakteriyel, antioksidan, antiinflamatuar ve hücre yenilenmesini teşvik edici özellikleri sayesinde yara iyileşmesi için umut verici ajanlar olarak potansiyelini vurgulamaktadır. Bu nanopartiküller, enfeksiyon riskini azaltabilir, iltihaplanmayı kontrol altına alabilir ve doku yenilenmesini hızlandırabilir. Bu nedenle, yeşil nanopartiküller, yara tedavisinde daha güvenli ve etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilmekte ve gelecekteki klinik uygulamalar için büyük bir umut vaat etmektedir (Balalakshitha ve Kolanjinathan, 2021; Hussain ve ark., 2016).

4. KARAKTERİZASYON TEKNİKLERİ

Çinko oksit nanopartiküllerinin sentezlendikten sonra değerlendirilmesi, çeşitli karakterizasyon tekniklerinin kullanılmasını gerektirir. Bu değerlendirmeler, nanopartiküllerin istenen özelliklere sahip olup olmadığını belirlemek için yapılır. ZnO NP'lerin morfolojisi yani yüzey yapısı, boyutu, kimyasal bileşimi ve fizikokimyasal özellikleri analiz edilir. Bu süreç, nanopartiküllerin biyolojik ve endüstriyel uygulamalarda nasıl kullanılabileceğini anlamak için kritik öneme sahiptir. Karakterizasyon teknikleri, ZnO NP'lerin iç yapısı ve kimyasal bileşimini detaylı bir şekilde analiz ederken, aynı zamanda partikül boyutu ve dağılımı gibi parametreleri de değerlendirir. Bu bilgiler, nanopartiküllerin üretiminde tutarlılık sağlamak ve istenilen biyolojik veya fiziksel özelliklere ulaşmak için önemlidir.

UV-Vis spektroskopisi, nanopartiküllerin optik özelliklerini belirlemek için önemli bir tekniktir. Bu yöntem, nanopartiküllerin karakteristik yüzey plazmon rezonansı (SPR) tepe noktalarını ortaya çıkararak onların davranışlarını analiz eder. SPR, nanopartiküllerin yüzeyinde meydana gelen kolektif elektron titreşimlerine karşılık gelir ve bu titreşimler belirli dalga boylarında güçlü emilim veya saçılım özellikleri gösterir. Bu şekilde, UV-Vis spektroskopisi kullanılarak nanopartiküllerin boyutu, şekli ve çevresel koşullara tepkisi hakkında bilgi edinilebilir. Özellikle metal nanopartiküller için bu teknik, onların optik özelliklerini incelemede yaygın olarak kullanılır.

X-ışını kırınımı (XRD) analizi, nanopartiküllerin kristal yapısını ve faz saflığını belirlemeye yardımcı olur. Bu teknik, nanopartiküllerin hangi kristal fazda olduğunu ve bu fazın ne kadar saf olduğunu analiz eder. Transmisyon elektron mikroskobu (TEM) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ise nanopartiküllerin boyutunu ve morfolojisini görselleştirmek için kullanılır. TEM, nanopartiküllerin iç yapısını ve boyutunu ayrıntılı bir şekilde görüntülerken, SEM nanopartiküllerin yüzey morfolojisini ve yapısını yüksek çözünürlükte görüntüler.

Enerji dağıtıcı X-ışını spektroskopisi (EDX), nanopartiküllerin kimyasal bileşimini belirlemek için kullanılır ve bu sayede Zn ve O'nin varlığını doğrular. EDX, nanopartiküllerin elemental analizini yaparak hangi elementlerin bulunduğunu ve bu elementlerin yoğunluğunu belirler. Karakterizasyon teknikleri, ZnO NP'lerinin morfolojisi, boyutu, kimyasal bileşimi ve diğer fizikokimyasal özelliklerini anlamamıza yardımcı olur.

SONUÇLAR

Yara iyileşmesi, vücudun karmaşık bir onarım sürecidir ve cilt, bağ dokusu ile epitel dokusunun bütünlüğü bozulduğunda bu süreç önemli zorluklarla karşılaşabilir. İyileşme sürecinin doğru şekilde gerçekleşebilmesi için inflamasyon, hücresel çoğalma ve doku yeniden şekillenmesi gibi aşamalarda herhangi bir aksama olmaması gerekmektedir. Kolajenaz ve elastaz gibi

enzimlerin yaralı doku üzerinde kritik rol oynaması, sürecin doğru ilerlemesini sağlar; ancak bu enzimlerin aşırı aktivitesinin engellenmesi gerektiği de bir gerçektir. Yara iyileşmesini engelleyen faktörlerin başında ise yetersiz kan dolaşımı, enfeksiyonlar ve nöropati gibi durumlar yer alır. Bu yüzden yara tedavisinde, etkili bakım ve tedavi yöntemlerinin kullanımı son derece önemlidir.

Nanoteknoloji, yara iyileşme sürecini hızlandırma ve iyileşmeyi destekleme konusunda umut verici bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Nanopartiküller, özellikle biyouyumlu ve çevre dostu yöntemlerle sentezlendiğinde, yara tedavisinde kullanılabilecek etkili ajanlar haline gelmektedir. Çinko oksit nanopartiküllerinin antibakteriyel, antioksidan, antiinflamatuar ve anjiyogenetik özellikleri, yara iyileşmesini hızlandıran önemli faktörlerdir. Yeşil sentezle elde edilen nanopartiküller, geleneksel yöntemlere göre daha çevre dostu ve biyolojik olarak uyumlu olma avantajına sahiptir. Bu durum, gelecekteki klinik uygulamalar için sürdürülebilir ve güvenli bir alternatif sunmaktadır.

Sonuç olarak, yeşil sentez yöntemleri ile elde edilen çinko oksit nanopartikülleri, yara iyileşmesi sürecinde önemli bir tedavi seçeneği olarak değerlendirilmektedir. Bu nanopartiküller, yaranın enfeksiyon riskini azaltmak, inflamasyonu kontrol altına almak ve doku yenilenmesini hızlandırmak için oldukça etkili olabilir. Ancak, bu süreçlerin daha verimli hale gelmesi için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Nanopartiküllerin karakterizasyon teknikleri, onların biyolojik ve fiziksel özelliklerini anlamada önemli bir rol oynamaktadır ve bu tekniklerin doğru kullanımı, üretim süreçlerinin optimizasyonu açısından büyük önem taşımaktadır. Yeşil sentezle üretilen nanopartiküllerin büyük ölçekli üretimi için gereken optimizasyon çalışmalarının devam etmesi, bu alanda yenilikçi tedavi yöntemlerinin gelişimine katkı sağlayacaktır.

REFERANLAR

Albalawi AE, Alanazi AD, Baharvand P, Sepahvand M, ve Mahmoudvand H (2020). High Potency of Organic and Inorganic Nanoparticles to Treat Cystic Echinococcosis: An Evidence-Based Review. Nanomaterials (Basel). 10(12).

Alrashoudi R, Abudawood M, Mateen A, Tabassum H, Alghumlas N, Fatima S, Almaarik B, Maqsood F, Musayeib N, ve Amina M (2023). Characterization and antimicrobial, antioxidant, and anti-proliferative activities of green synthesized magnesium oxide nanoparticles with shoot extracts of Plicosepalus curviflorus. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 13, 315.

Aydin Acar C, Gencer MA, Pehlivanoglu S, Yesilot S, ve Donmez S (2024). Green and eco-friendly biosynthesis of zinc oxide nanoparticles using Calendula officinalis flower extract: Wound healing potential and antioxidant activity. International Wound Journal. 21(1), e14413.

Bai X, ve Jarubula R (2023). Development of novel green synthesized Zinc oxide nanoparticles with antibacterial activity and effect on diabetic wound healing process of excisional skin wounds in nursing care during sports training. Inorganic Chemistry Communications. 150, 110453.

Balalakshitha M, ve Kolanjinathan K (2021). A Review on Diabetic Wound Infection and Its Treatment Using Zinc Oxide Nanoparticle Synthesized by Green Chemistry Techniques. 10, 1-22.

Bandeira M, Chee BS, Frassini R, Nugent M, Giovanela M, Roesch-Ely M, Crespo JDS, ve Devine DM (2021). Antimicrobial PAA/PAH Electrospun Fiber Containing Green Synthesized Zinc Oxide Nanoparticles for Wound Healing. Materials (Basel). 14(11).
Gonzalez AC, Costa TF, Andrade ZA, ve Medrado AR (2016). Wound healing - A literature review. An Bras Dermatol. 91(5), 614-620.
Guo S, ve Dipietro LA (2010). Factors affecting wound healing. J Dent Res. 89(3), 219-229.
Hussain I, Singh NB, Singh A, Singh H, ve Singh SC (2016). Green synthesis of nanoparticles and its potential application. Biotechnology Letters. 38(4), 545-560.
Khatami M, Varma R, Zafarnia N, Yaghoobi H, Kumar V, Singh H, ve Sarani M (2018). Applications of green synthesized Ag, ZnO and Ag/ZnO nanoparticles for making clinical antimicrobial wound-healing bandages. Sustainable Chemistry and Pharmacy. 10, 9-15.
Mahdavi B, Saneei S, Qorbani M, Zhaleh M, Zangeneh A, Zangeneh M, Pirabbasi E, Abbasi N, ve Ghaneialvar H (2019). Ziziphora clinopodioides Lam leaves aqueous extract mediated synthesis of zinc nanoparticles and their antibacterial, antifungal, cytotoxicity, antioxidant, and cutaneous wound healing properties under in vitro and in vivo conditions. Applied Organometallic Chemistry. 33.
Murphy PS, ve Evans GR (2012). Advances in wound healing: a review of current wound healing products. Plast Surg Int. 2012, 190436.
Saadatmand M, Al-Awsi GRL, Alanazi AD, Sepahvand A, Shakibaie M, Shojaee S, Mohammadi R, ve Mahmoudvand H (2021). Green synthesis of zinc nanoparticles using Lavandula angustifolia Vera. Extract by microwave method and its prophylactic effects on Toxoplasma gondii infection. Saudi J Biol Sci. 28(11), 6454-6460.
Shalaby MA, Anwar MM, ve Saeed H (2022). Nanomaterials for application in wound Healing: current state-of-the-art and future perspectives. Journal of Polymer Research. 29(3), 91.
Sharma P, Navneet, ve Kaushal A (2022). Green nanoparticle formation toward wound healing, and its application in drug delivery approaches. European Journal of Medicinal Chemistry Reports. 6, 100088.
Ullah A, Ullah M, Lee G-J, ve Lim SI (2025). A review of recent advances in nanotechnology for the delivery of therapeutics in wound healing. Journal of Pharmaceutical Investigation. 55(1), 33-54.

DİYABET YÖNETİMİNDE ÇİNKONUN ROLÜ: BİYOYARARLANIM ZORLUKLARI VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Muhammet Abdurrahim GENCER
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences, Burdur, Turkey
ORCID: 0009-0004-6876-8646
Çiğdem AYDIN ACAR
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Nursing, Burdur, Turkey
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Department of Health and Biomedical Sciences, Burdur, Turkey
ORCID: 0000-0002-1311-2314

ÖZET

Diyabet, dünya genelinde önemli bir sağlık sorunu olup, glikoz metabolizmasındaki bozukluklarla karakterizedir. Çinko, vücutta insülin salınımı, depolanması ve glikoz metabolizması üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çinko eksikliği, diyabetin gelişimi ve komplikasyonları ile ilişkilidir ve hastaların insülin işlevlerinde bozulmalara yol açabilir. Bu nedenle, çinko takviyeleri, diyabetin yönetiminde ve komplikasyonların önlenmesinde potansiyel bir tedavi ajanı olarak öne çıkmaktadır. Çinkonun antioksidan özellikleri de, diyabetin yol açtığı oksidatif stresin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Ancak, çinko bazlı ajanların biyoyararlanımının düşük olması ve yüksek dozlarının toksik etkileri gibi zorluklar, bu tedavi stratejisinin klinik uygulamasını sınırlamaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmalar, çinko komplekslerinin diyabet tedavisindeki etkinliği ve güvenliği hakkında daha fazla bilgi sağlayabilir ve çinko bazlı tedavilerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir.

Anahtar Kelimeler: Diyabet, Çinko

THE ROLE OF ZINC IN DIABETES MANAGEMENT: BIOAVAILABILITY CHALLENGES AND FUTURE PERSPECTIVES

ABSTRACT

Diabetes is a major health problem worldwide and is characterized by disorders in glucose metabolism. Zinc has a significant effect on insulin secretion, storage and glucose metabolism in the body. Zinc deficiency is associated with the development and complications of diabetes and may lead to deterioration in insulin functions of patients. Therefore, zinc supplements stand out as a potential treatment agent in the management of diabetes and prevention of complications. The antioxidant properties of zinc also contribute to the reduction of oxidative stress caused by diabetes. However, difficulties such as low bioavailability of zinc-based agents and toxic effects of high doses limit the clinical application of this treatment strategy. Future

studies may provide more information on the efficacy and safety of zinc complexes in the treatment of diabetes and contribute to the development of zinc-based therapies.

Keywords: Diabetes, Zinc

1.GİRİŞ

Diyabet, yüksek kan glikoz seviyeleriyle karakterize edilen bir grup metabolik bozukluğu ifade eder ve dünya genelinde en yaygın beş ölüm nedeninden biridir. Günümüzde 150 milyondan fazla insan diyabet hastasıdır ve bu sayının önümüzdeki 20 yıl içinde iki katına çıkması beklenmektedir (Lin ve Sun, 2010). Bu geniş hasta popülasyonu ve hastalığın heterojen yapısı, birden fazla etkiye sahip, uygun maliyetli tedavilerin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır.

Metallerin glikoz metabolizmasındaki rolü ve eksikliklerinin diyabetle ilişkisi üzerine yapılan araştırmalar, bu alandaki önemli gelişmelere katkıda bulunmuştur. Özellikle çinko (Zn), krom (Cr), selenyum (Se), demir (Fe), bakır (Cu) ve vanadyum (Va) gibi eser elementlerin glikoz metabolizmasında önemli etkileri olduğu bilinmektedir. Bu elementlerin eksiklikleri, diyabetin gelişimi ve komplikasyonları ile ilişkilendirilmektedir. Örneğin, çinko insülinin depolanması ve salınımında rol oynarken, krom insülinin etkisini artırarak glikoz metabolizmasını düzenler. Selenyum ise antioksidan özellikleri ile hücre hasarını önler ve diyabetin komplikasyonlarını azaltabilir. Bu alandaki araştırmalar, diyabetin daha iyi anlaşılmasına ve tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Eser elementlerin diyabet üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak, hastaların tedavi planlarının kişiselleştirilmesine ve yaşam kalitelerinin artırılmasına yardımcı olabilir (Sayılır ve ark., 2020). Vanadyum (Thompson ve ark., 2009), krom (Wang ve Cefalu, 2010), magnezyum (Wells, 2008), kobalt (Vasudevan ve McNeill, 2007) ve çinko (Chausmer, 1998) gibi metallerin glikoz homeostazında önemli roller oynadığı ve diyabet tedavisinde yer aldıkları bildirilmiştir. Bu metaller, insülinin etkisini artırarak veya glikoz metabolizmasını düzenleyerek diyabetin yönetimine katkıda bulunurlar. Bu şekilde, glikoz seviyelerinin dengelenmesine yardımcı olabilirler ve diyabet tedavisinde potansiyel olarak etkili olabilirler.

Çinko, vücudumuz için hayati öneme sahip bir mikro besindir. Bağışıklık sistemi fonksiyonlarından DNA sentezine, hücre bölünmesinden protein sentezine kadar birçok biyolojik süreçte rol oynayan 300'den fazla enzimle ilişkilidir. Bu nedenle çinko eksikliği; büyüme geriliği, zayıflamış bağışıklık sistemi, cilt problemleri ve bilişsel fonksiyonlarda azalma gibi çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir. Diyabet hastalarında çinko eksikliği, insülinin doğru şekilde depolanmasını ve salınımını etkileyerek kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesini

zorlaştırabilir. Sağlıklı bir metabolizma ve genel sağlık için yeterli çinko alımı büyük önem taşımaktadır (Haase ve ark., 2008).

Çinko, insülin sinyal yolundaki etkileriyle hepatik glikojenezi artırarak glikoz kullanımını iyileştirir. Bu, karaciğerde glikozun depolanmasını sağlayarak kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesine yardımcı olur. Çinkonun bu etkisi, diyabetin yönetimi ve tedavisinde önemli bir rol oynar. Çinko eksikliğinde, bu süreçler düzgün çalışmayabilir, bu da kan şekeri kontrolünün zorlaşmasına neden olabilir. Bu nedenle, diyabet hastalarının yeterli çinko alımına dikkat etmeleri önemlidir (Jansen ve ark., 2009). Bağırsak glikoz emiliminin inhibisyonu ve iskelet kası ile yağ dokusunda artan glikoz alımı, dolaşımdaki glikoz seviyelerinin düşürülmesinde önemli rol oynar. Bağırsaklarda glikoz emiliminin engellenmesi, glikozun doğrudan kana karışmasını azaltarak kan şekeri seviyelerinin kontrol altında tutulmasına yardımcı olur. Aynı zamanda, kas ve yağ dokusunun daha fazla glikoz alması, kandaki glikozun kullanılmasını ve enerjiye dönüştürülmesini sağlar. Bu mekanizmalar, kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesinde ve diyabetin yönetiminde etkili stratejiler olarak değerlendirilir (Jansen ve ark., 2009; Ueda ve ark., 2005). Çinkonun glukagon sekresyonunu inhibe ettiği ve bu yolla glukoneogenezi ve glikojenolizi azalttığı bilinmektedir. Glukagon, karaciğerde glikojenin glikoza dönüştürülmesini sağlayan bir hormondur. Çinko, bu hormonun salgılanmasını engelleyerek glukoneogenez ve glikojenoliz süreçlerini azaltır, böylece kan şekeri seviyelerinin düşmesine katkıda bulunur. Bu mekanizmalar, diyabet yönetiminde çinkonun önemini daha da vurgular. Yeterli çinko alımı, kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesinde ve diyabetin kontrol altına alınmasında etkili olabilir (Egefjord ve ark., 2010; Ishihara ve ark., 2003).

Çinko insülinin yapısal bütünlüğünü destekler ve insülinin sentezi, depolanması ve salgılanmasında önemli bir rol oynar. İnsülin, pankreas tarafından üretilen ve kan şekeri seviyelerini düzenleyen bir hormondur. Çinko, insülin molekülünün stabilitesini sağlar ve bu hormonun etkin bir şekilde işlev görmesine yardımcı olur. Çinko eksikliği, insülinin depolanması ve salınımında sorunlara yol açabilir, bu da kan şekeri kontrolünün zorlaşmasına neden olabilir. Bu nedenle, yeterli çinko alımı diyabetin yönetiminde ve insülin fonksiyonlarının optimal düzeyde sürdürülmesinde kritik bir öneme sahiptir (Chausmer, 1998; Sun ve ark., 2009). Pankreas beta hücrelerinde çinko taşıyıcılarının tanımlanması ve glikoz ile uyarılan insülin sekresyonunda (GSIS) çinko taşıyıcı 8'in (ZnT8) rolünün keşfedilmesi, çinkonun insülin ekzositozuna katılımını önemli ölçüde vurgulamaktadır. ZnT8, insülin granüllerinde çinko iyonlarının taşınmasında ve insülinin uygun bir şekilde paketlenmesinde kritik bir rol oynar. Bu süreç, insülinin stabilitesini ve işlevselliğini sağlamak için gereklidir. ZnT8'in eksikliği veya işlev bozukluğu, insülin sekresyonunun ve glikoz metabolizmasının

bozulmasına yol açabilir, bu da diyabet riskini artırabilir. Bu nedenle, çinko taşıyıcılarının işlevleri ve mekanizmaları üzerine yapılan araştırmalar, diyabet tedavisi ve yönetimi açısından büyük önem taşır (Rungby, 2010; Smidt ve ark., 2009; Wijesekara ve ark., 2010). Çinkonun insülin-mimetik etkileri oldukça iyi bilinmektedir. Çinko, insülin benzeri özellikleri ile lipogenezi artırabilir ve adipositlerden esterleşmemiş yağ asitlerinin (NEFA) salınımını inhibe edebilir. Bu etkiler, kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesine ve metabolik süreçlerin iyileştirilmesine yardımcı olur. Çinkonun bu insülin-mimetik etkileri, diyabet tedavisinde ve yönetiminde önemli bir rol oynar. Çinkonun insülin-mimetik etkileri üzerine yapılan araştırmalar, diyabet hastaları için yeni tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir ve bu elementin diyabet yönetimindeki potansiyel faydalarını daha da vurgular (Hiromura ve Sakurai, 2008). Çinko, protein-tirozin fosfataz 1B (PTP1B) inhibisyonu yoluyla insülin sinyalini artırabilir. PTP1B, insülin sinyal yolunda negatif bir düzenleyici olarak işlev görür ve bu enzimin inhibisyonu, insülinin etkisini güçlendirebilir. Çinko, PTP1B'nin aktivitesini engelleyerek insülinin hücrelerde daha etkili bir şekilde işlev görmesini sağlar. Bu da glikoz alımının artmasına ve kan şekeri seviyelerinin daha iyi düzenlenmesine katkıda bulunur. Bu mekanizma, çinkonun diyabet tedavisindeki potansiyel rolünü daha da vurgular ve insülin direncinin azaltılmasına yönelik yeni tedavi stratejilerinin geliştirilmesine olanak sağlar (Wilson ve ark., 2012). Çinko insülin sinyalini iyileştiren birkaç mekanizma ile ilişkilidir. Çinkonun insülin reseptörü tirozin fosforilasyonunu artırdığı, PI3K aktivitesini artırdığı ve glikojen sentaz kinaz 3'ü (GSK-3) inhibe ettiği bilinmektedir. Bu mekanizmalar, hücrelerin insüline duyarlılığını artırır ve glikoz alımını iyileştirir. Böylece, kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesine yardımcı olur. Bu mekanizmalar üzerine yapılan araştırmalar, diyabetle yaşayan bireyler için yeni ve etkili tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir (Jansen ve ark., 2009).

Çinko eksikliği diyabetle pozitif ilişkilidir ve Tip 2 diyabetin ilerlemesini etkileyebilir. Çinko, oksidatif stresi azaltarak ve antioksidan etki göstererek hücrelerde apoptozisi etkiler. Tip 2 diyabet, vücudun insülin üretme yeteneğinin azaldığı veya hücrelerin insüline olan duyarlılığının kaybolduğu bir metabolik bozukluktur. Bu durum, kan şekeri seviyelerinin yükselmesine ve zamanla organ hasarına yol açabilir. Çinko eksikliği, bu süreci daha da kötüleştirebilir ve diyabetin komplikasyonlarını artırabilir. Çinko eksikliğinin diyabet üzerindeki etkileri tam olarak anlaşılmamış olsa da, çinkonun diyabetli bireylerin metabolizmasında önemli bir yere sahip olduğu bildirilmektedir. Çinko eksikliği, yaşlı bireylerde daha yaygın olup, inflamasyon ve diğer sağlık sorunlarına yol açabilir (Gizlici ve Çatak, 2019). Pankreastaki adacık beta hücreleri, insülin üretimi ve salgılanmasından

sorumludur. Çinko, bu hücrelerin işlevini düzgün bir şekilde yerine getirmesi için gereklidir. Çinko eksikliği, bu hücrelerin insülin üretme ve salgılama yeteneğini azaltabilir, bu da kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesini zorlaştırabilir. Bu durum, özellikle Tip 2 diyabetli bireylerde önemlidir çünkü insülin üretiminin azalması, kan şekeri seviyelerinin yüksek kalmasına neden olabilir ve bu da diyabetin komplikasyonlarını artırabilir. Çinkonun yeterli düzeyde alındığından emin olmak, insülin üretimini destekleyebilir ve kan şekeri kontrolünü iyileştirebilir (Meyer ve Spence, 2009). Çinkonun antioksidan rolü önemlidir. Çinko, oksidatif stresi azaltarak hücrelerin zarar görmesini engeller. Oksidatif stres, serbest radikallerin hücrelere zarar vermesi sonucunda meydana gelir ve bu durum diyabet gibi kronik hastalıkların komplikasyonlarını şiddetlendirebilir. Diyabetli bireylerde, indirgenmiş çinko seviyeleri oksidatif stres aracılı komplikasyonları artırabilir. Bu komplikasyonlar arasında nöropati (sinir hasarı), retinopati (göz hasarı), nefropati (böbrek hasarı) ve kardiyovasküler hastalıklar bulunur. Çinko, antioksidan enzimlerin aktivitesini artırarak ve serbest radikal oluşumunu azaltarak bu tür komplikasyonların önlenmesine yardımcı olabilir. Diyabetin yönetimi ve komplikasyonlarının önlenmesi için dengeli ve çinko açısından zengin bir diyetin önemi büyüktür. Çinko bakımından zengin yiyecekler arasında et, deniz ürünleri, baklagiller, kuruyemişler ve tohumlar bulunur. Çinko, diyabet ve diyabetik komplikasyonlar arasında çok katmanlı ve karmaşık bir ilişki mevcuttur.

Çinkonun diyabetteki yararlı rolü, diyabetik sıçanlar üzerinde yapılan takviye çalışmaları ile belirlenmiştir. Bu çalışmalar, çinko takviyesinin diyabetik sıçanlarda kan şekeri seviyelerini düşürdüğünü, insülin duyarlılığını artırdığını ve oksidatif stresi azalttığını göstermiştir. Bu tür çalışmalar, çinkonun diyabet tedavisinde potansiyel bir ajan olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak, bu bulguların insanlar üzerinde de geçerli olup olmadığını belirlemek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir (Bolkent ve ark., 2009; Ukperoro ve ark., 2010). Çinko komplekslerinin diyabet tedavisinde potansiyel faydaları üzerine yapılan araştırmalar, diyabetin kemirgen modellerinde etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışmalar, çinko komplekslerinin kan şekeri seviyelerini düşürdüğünü, insülin duyarlılığını artırdığını ve oksidatif stresi azalttığını ortaya koymuştur. Çinko komplekslerinin diyabet tedavisinde kullanımı, insülin üretimini ve salgılanmasını destekleyerek, diyabetin komplikasyonlarını azaltabilir. Bu nedenle, çinko bazlı ajanların geliştirilmesi, diyabet tedavisinde umut verici bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu alandaki araştırmalar, çinko komplekslerinin diyabet üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olabilir ve gelecekte diyabet tedavisinde yeni ve etkili yöntemlerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir (Gizlici ve Çatak, 2019). Çinko komplekslerinin vücut tarafından emilimi yani biyoyararlanımı genellikle düşüktür. Bu, çinko

bileşiklerinin etkinliğini sınırlayabilir. Ayrıca, yüksek dozlarda çinko toksik olabilir ve bu da istenmeyen yan etkilere yol açabilir. Çinko komplekslerine eklenen molekül parçalarının diğer etkileri tam olarak anlaşılmamış olabilir ve bu da beklenmedik sonuçlara yol açabilir. Son olarak, çinko bazlı ajanların diyabet tedavisinde etkinliği ve güvenliği hakkında yeterli klinik veri bulunmamaktadır. Bu eksiklikler, çinko bazlı ajanların ilaç olarak geliştirilmesini zorlaştıran önemli sınırlamalardır.

2.SONUÇLAR

Çinko, diyabetin yönetimi ve komplikasyonlarının önlenmesinde önemli bir role sahip bir eser elementtir. Yapılan araştırmalar, çinkonun insülin üretimi, salgılanması ve metabolizmasındaki etkilerini ve aynı zamanda oksidatif stresin azaltılmasındaki rolünü ortaya koymaktadır. Çinko eksikliği, diyabetin gelişimine ve komplikasyonlarının kötüleşmesine katkıda bulunabilir, bu nedenle diyabet hastalarının çinko alımına dikkat etmeleri önemlidir. Ayrıca, çinko bazlı tedavi ajanları, insülin duyarlılığını artırarak, kan şekeri seviyelerinin düzenlenmesine yardımcı olabilir ve diyabetin komplikasyonlarını azaltabilir.

Çinko komplekslerinin biyoyararlanımındaki zorluklar ve yüksek dozların toksik etkileri gibi sınırlamalar, bu tedavi yöntemlerinin klinik kullanımını sınırlandırmaktadır. Bununla birlikte, çinkonun diyabet tedavisindeki potansiyelini daha iyi anlamak için yapılacak olan daha fazla araştırma, bu alanın gelişmesine ve çinko bazlı tedavi ajanlarının etkinliğinin artırılmasına katkı sağlayabilir. Çinkonun, diyabet tedavisindeki rolü ve güvenliği konusunda daha fazla klinik veri elde edilmesi, bu tedavi yöntemlerinin gelecekteki uygulamaları için kritik öneme sahiptir. Sonuç olarak, çinko, diyabetin yönetiminde umut verici bir ajan olabilir, ancak etkinliği ve güvenliği konusunda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

REFERANSLAR

Bolkent S, Yanardag R, Bolkent S, ve Mutlu O (2009). The influence of zinc supplementation on the pancreas of streptozotocin-diabetic rats. Dig Dis Sci. 54(12), 2583-2587.
Chausmer AB (1998). Zinc, insulin and diabetes. J Am Coll Nutr. 17(2), 109-115.
Egefjord L, Petersen AB, ve Rungby J (2010). Zinc, alpha cells and glucagon secretion. Curr Diabetes Rev. 6(1), 52-57.
Gizlici MN, ve Çatak J (2019). Diabetes Mellitus ve Çinko İlişkisi. Turkish Journal of Diabetes and Obesity. 3(2), 107-113.
Haase H, Overbeck S, ve Rink L (2008). Zinc supplementation for the treatment or prevention of disease: current status and future perspectives. Exp Gerontol. 43(5), 394-408.
Hiromura M, ve Sakurai H (2008). Action mechanism of metallo-allixin complexes as antidiabetic agents. Pure Appl. Chem. 80, 2727-2733.
Ishihara H, Maechler P, Gjinovci A, Herrera PL, ve Wollheim CB (2003). Islet beta-cell secretion determines glucagon release from neighbouring alpha-cells. Nat Cell Biol. 5(4), 330-335.
Jansen J, Karges W, ve Rink L (2009). Zinc and diabetes--clinical links and molecular mechanisms. J Nutr Biochem. 20(6), 399-417.
Lin Y, ve Sun Z (2010). Current views on type 2 diabetes. J Endocrinol. 204(1), 1-11.

Meyer J, ve Spence D (2009). A perspective on the role of metals in diabetes: Past findings and possible future directions. Metallomics. 1.
Rungby J (2010). Zinc, zinc transporters and diabetes. Diabetologia. 53(8), 1549-1551.
Sayılır M, Erbil B, Aslaner M, ve Ozmen M (2020). Eser Elementler ile Diabetes Mellitus Komplikasyonları Arasındaki İlişki. Acibadem Universitesi Saglik Bilimleri Dergisi. 11, 658-663.
Smidt K, Jessen N, Petersen AB, Larsen A, Magnusson N, Jeppesen JB, Stoltenberg M, Culvenor JG, Tsatsanis A, Brock B, Schmitz O, Wogensen L, Bush AI, ve Rungby J (2009). SLC30A3 responds to glucose- and zinc variations in beta-cells and is critical for insulin production and in vivo glucose-metabolism during beta-cell stress. PLoS One. 4(5), e5684.
Sun Q, van Dam RM, Willett WC, ve Hu FB (2009). Prospective study of zinc intake and risk of type 2 diabetes in women. Diabetes Care. 32(4), 629-634.
Thompson KH, Lichter J, LeBel C, Scaife MC, McNeill JH, ve Orvig C (2009). Vanadium treatment of type 2 diabetes: a view to the future. J Inorg Biochem. 103(4), 554-558.
Ueda E, Yoshikawa Y, Sakurai H, Kojima Y, ve Kajiwara NM (2005). In vitro alpha-glucosidase inhibitory effect of Zn(II) complex with 6-methyl-2-picolinmethylamide. Chem Pharm Bull (Tokyo). 53(4), 451-452.
Ukperoro J, Offiah N, Idris T, ve Awogoke D (2010). Antioxidant effect of zinc, selenium and their combination on the liver and kidney of alloxan-induced diabetes in rats. Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism. 3, 25-30.
Vasudevan H, ve McNeill JH (2007). Chronic cobalt treatment decreases hyperglycemia in streptozotocin-diabetic rats. Biometals. 20(2), 129-134.
Wang ZQ, ve Cefalu WT (2010). Current concepts about chromium supplementation in type 2 diabetes and insulin resistance. Curr Diab Rep. 10(2), 145-151.
Wells IC (2008). Evidence that the etiology of the syndrome containing type 2 diabetes mellitus results from abnormal magnesium metabolism. Can J Physiol Pharmacol. 86(1-2), 16-24.
Wijesekara N, Dai FF, Hardy AB, Giglou PR, Bhattacharjee A, Koshkin V, Chimienti F, Gaisano HY, Rutter GA, ve Wheeler MB (2010). Beta cell-specific Znt8 deletion in mice causes marked defects in insulin processing, crystallisation and secretion. Diabetologia. 53(8), 1656-1668.
Wilson M, Hogstrand C, ve Maret W (2012). Picomolar concentrations of free zinc(II) ions regulate receptor protein-tyrosine phosphatase β activity. J Biol Chem. 287(12), 9322-9326.

BEYAZ ŞARAPLARIN BAZI AROMATİK BİLEŞİKLER İLE DOĞRULANMASI

Ayşedudu AVŞAR
Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova , 35100, İzmir
ORCID:0009-0000-8450-799X
Prof. Dr. HATİCE KALKAN YILDIRIM
Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova 35100, İzmir
ORCID: 0000-0001-9698-9682

ÖZET

Beyaz şarapların aroma profili, üzümün kimyasal yapısı ve üretim süreçleri sırasında oluşan uçucu ve uçucu olmayan bileşiklerin karmaşık etkileşimlerin sonucu çıkan bileşikleri ve oluşturdukları karakterleri kapsamaktadır. Bu bileşiklerin çeşitliliği ve konsantrasyonu, şarabın karakteristik aroma özelliklerini belirlemektedir. Esterler, tiyoller, terpenoidler, norisoprenoidler ve laktonlar gibi uçucu bileşikler, beyaz şarapların aroma yapısında önemli rol oynamaktadır. Monoterpenler ve γ-laktonlar, üzüm çeşidine özgü aromaların ortaya çıkmasında kritik öneme sahiptir. Laktonlar, monoterpenler ve aldehitlerin bir karışımının 'kayısı' aromasının oluşumunda etkili olduğu belirlenmiştir ve bu bileşenlerin genellikle Chardonnay şaraplarına kıyasla Viognier şaraplarında daha yüksek seviyelerde γ-laktonlar bulunduğu ortaya çıkmıştır. Portekiz şaraplarında, Sauvignon Blanc şarabındaki 2-metil-3-furantiol kavrulmuş aromaları güçlendirirken, etil dihidrosinnamat ve feniletil asetat tatlı ve meyvemsi karakter katkı sağlar. Bical şarabında ise benzilmerkaptan nedeniyle tütün karakteri belirginleşir. Arinto ve Bical gibi diğer çeşitlerle karşılaştırıldığında, Sauvignon Blanc daha yoğun bir aroma profili sunar. İtalyan monovaryetel üzümlerde Müller-Thurgau, 4-MSP tiyol açısından en zengin üzüm çeşidi olarak öne çıkmıştır, tropik meyve aroması vermektedir. Lugana, 3-SH tiyol bakımından en zengin çeşitlerden biridir, egzotik aroma ve taze karakteriyle öne çıkmaktadır. Lugana ve Verdicchio şarapları, her ikisi de Trebbiano di Soave/Turbiana üzümünden yapıldığı için benzer bir temel özellik taşımaktadır ve linalool, β-damaskenon ve diğer terpenoid bileşikler sayesinde farklı aromatik özellikler sunar. Lugana, meyvemsi ve taze/nane karakteri sunarken, Verdicchio fermentatif ve baharatlı karakterler sergiler. Gewürztraminer şarabı, taze liçe meyvesiyle 12 ortak koku bileşiği paylaşmaktadır. Bu bileşikler arasında cis-rose oxide, etil heksanoat, β-damaskenon, linalool ve geraniol gibi bileşikler bulunur. Cis-rose oxide, hem lychee meyvesinin hem de Gewürztraminer şarabının lychee aromasına katkı sağlar ve her iki ürünün aroma profillerinde önemli bir rol oynar. Chardonnay ve Riesling gibi kontrol şaraplarında cis-rose oxide tespit edilmezken, Traminette gibi Gewürztraminer-melez şaraplarında daha düşük seviyelerde bulunmuştur. Beyaz şarapların

aroma profili, üzüm çeşidi, üretim yöntemleri ve çevresel faktörlerle şekillenir. Her şarap için oluşturulan kimyasal aroma parmak izi, aroma bileşenlerinin şarap karakterine katkısını anlamayı kolaylaştırabilir. Bu çalışmalar, beyaz şarapların duyusal çeşitliliğini anlamada önemli bir temel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: aroma bileşikleri, beyaz şarap, terpen, tiyol

AUNTHENTICATION OF WHITE WINES BY SOME AROMATIC COMPOUNDS

ABSTRACT

The aroma profile of white wines encompasses the compounds resulting from the complex interactions of volatile and non-volatile components formed during the grape's chemical composition and production processes. The diversity and concentration of these compounds determine the characteristic aroma properties of the wine. Volatile compounds such as esters, thiols, terpenoids, norisoprenoids, and lactones play a crucial role in shaping the aroma structure of white wines. Monoterpenes and γ-lactones are critical in revealing grape variety-specific aromas. It has been determined that a mixture of lactones, monoterpenes, and aldehydes contributes to the formation of 'apricot' aromas, and γ-lactones are found at higher levels in Viognier wines compared to Chardonnay wines.In Portuguese wines, 2-methyl-3-furanthiol in Sauvignon Blanc enhances roasted aromas, while ethyl dihydrocinnamate and phenylethyl acetate contribute to sweet and fruity characteristics. In Bical wines, benzyl mercaptan is responsible for a distinct tobacco note. Compared to varieties like Arinto and Bical, Sauvignon Blanc presents a more intense aroma profile. Among Italian monovarietal grapes, Müller-Thurgau stands out as the richest in 4-MSP thiol, which imparts tropical fruit aromas. Lugana is among the varieties richest in 3-SH thiol, offering exotic and fresh characteristics. Lugana and Verdicchio wines, both made from the Trebbiano di Soave/Turbiana grape, share a common foundation but exhibit different aromatic characteristics due to the presence of linalool, β-damascenone, and other terpenoid compounds. Lugana offers fruity and fresh/minty notes, whereas Verdicchio displays fermentative and spicy characteristics. Gewürztraminer wine shares 12 common aromatic compounds with fresh lychee fruit, including cis-rose oxide, ethyl hexanoate, β-damascenone, linalool, and geraniol. Cis-rose oxide significantly contributes to the lychee aroma of both lychee fruit and Gewürztraminer wine, playing a key role in their aroma profiles. While cis-rose oxide is not detected in control wines such as Chardonnay and Riesling, it appears at lower levels in Traminette, a hybrid wine related to Gewürztraminer.The aroma profile of white wines is shaped by grape variety, production methods, and

environmental factors. The chemical aroma fingerprint unique to each wine helps in understanding the contribution of aroma components to wine character. These studies provide a fundamental understanding of the sensory diversity of white wines.

Keywords: aroma compounds, white wine, terpene, thiol

1.GİRİŞ

Beyaz şarapların aromatik profilleri, şarapların kimyasal bileşenleri ve üretim süreçlerinin bir birleşimidir. Şarapların aromalarını oluşturan başlıca bileşenler, üzüm türüne, yetiştirilme koşullarına ve üretim yöntemlerine bağlı olarak değişmektedir. Şaraplarda bulunan aromalar, üzümlerde zaten mevcut olan veya fermantasyon ve olgunlaşma süreçlerinde oluşan yüzlerce uçucu organik bileşiğin (çoğunlukla alkoller, esterler, organik asitler, aldehitler, ketonlar ve terpenler) karmaşık bir kombinasyonundan kaynaklanmaktadır (Ferreira, López, & Cacho, 2000). Organoleptik özellikler arasında aroma, şarap kalitesini ve karakterini tanımlamak için en önemli olanlardan biridir ve tüketici kabulünü belirleyebilmektedir (Coelho et al., 2009). Uçucu aroma bileşenleri, üzüm olgunluğu, üzüm çeşidi, coğrafi faktörler (iklim ve toprak), şarap yapım uygulamaları (fermantasyon ve yaşlandırma koşullarında pH, sıcaklık ve maya aktivitesi), oksidasyon ve şarap kusurlarından etkilenmektedir (Antalick et al., 2014).

Beyaz şarapların aroma profili oluşturan ana bileşenler terpenler ve esterlerdir. Terpenler çiçeksi ve meyvemsi aromalar yaratırken, örneğin Muscat türü üzümler bu bileşiklerden zengin olup portakal çiçeği veya lavanta gibi kokulara sahip olabilmektedir (Guth, 1997). Esterler ise meyve aromalarını oluşturur; bu bileşikler, elma, armut, şeftali gibi tatlar yaratabilir (Sumby, Grbin, & Jiranek, 2010). Beyaz şaraplarda de diasetil yer alabilir ve bunlar şaraplara fındık, badem ve karamel gibi kokular eklemektedir (Noguerol-Pato et al., 2013).

Tüm bu bileşenlerin etkileşimi, beyaz şarapların kendine özgü aromatik profillerini oluşturmaktadır. Şarapların tadımı sırasında, bu bileşenlerin nasıl bir denge içinde çalıştığını ve birbirini nasıl tamamladığını anlamak, şarapların kalitesini ve karakterini değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadır (Robinson et al., 2014).

2.Aromatik Bileşiklerin Tanımlanması

Şarapta aroma bileşiklerinin tanımlanması, şarap tadımının ve kalite değerlendirmesinin temel unsurlarından biri olmaktadır. Şarapların kendine özgü aromasını oluşturan bileşikler, şarap yapım sürecinde çeşitli faktörlerin etkisiyle meydana gelmektedir. Bu bileşiklerin çoğu, üzümün yetiştiği iklim, toprak, bağcılık teknikleri ve şarap yapım sürecinde kullanılan yöntemlerden kaynaklanmaktadır. Aroma bileşenleri genellikle uçucu bileşikler olarak

tanımlanır ve şarapların kokusunu belirlemektedir. (Ferreira, López, & Cacho, 2000; Coelho, Rocha, Delgadillo, & Coimbra, 2009).

Şarapta bulunan aroma bileşenlerini tanımlamak için genellikle aşağıdaki başlıca bileşik grupları dikkate alınmaktadır.

1.Esterler: Esteller, şarapların meyvemsi, tatlı ve hoş kokularını sağlayan bileşiklerdir. Üzümde doğal olarak bulunan bu bileşikler, fermantasyon sırasında maya tarafından üretilmektedir. Esterler genellikle tropikal meyve kokuları (örneğin, muz, ananas, şeftali) ile ilişkilendirilmektedir (Sumby et al., 2010).

2.Terpenler: Terpenler, özellikle şarapların çiçeksi ve narenciye aromasını veren bileşiklerdir. Muscat gibi bazı üzüm çeşitlerinde daha belirgin olan terpenler, aynı zamanda lavanta, gül veya portakal çiçeği kokularını da taşıyabilmektedir (Guth, 1997).

3.Aldehitler ve Ketonlar: Aldehitler ve ketonlar, şarapta genellikle fındık, ekmek kabuğu veya tost notaları ile ilişkilendirilmektedir. Bu bileşikler, fermantasyon ve şarap olgunlaştırma süreçlerinde oluşmaktadır. Özellikle meşe fıçıda olgunlaştırılan şaraplarda belirgin olabilmektedir (Ribéreau-Gayon et al., 2006).

4.Alkol ve Fenoller: Alkol, şaraplardaki tatları belirleyen önemli bir bileşiktir. Etanol, şaraplardaki en yaygın alkol türüdür, ancak diğer alkoller de aroma üzerinde etkili olabilmektedir. Fenoller ise şarapların yapısına, asidik karakterine ve genellikle acı veya tanenli özelliklerine katkıda bulunmaktadır (Waterhouse, Sacks, & Jeffery, 2016).

5.Sülfürlü Bileşikler: Sülfürlü bileşikler, şaraplarda bazen kötü kokulara yol açabilmektedir(örneğin, kokmuş yumurta kokusu). Ancak, bazı sülfürlü bileşikler şarapta hoş bir mineralli koku yaratabilmektedir. Bu bileşikler genellikle düşük kaliteli veya yanlış yapılan şaraplarda daha belirgin olabilmektedir (Moreira et al., 2012).

6.Laktik Asit ve Diğer Fermantasyon Ürünleri: Laktik asit, şaraplardaki yumuşaklık ve yuvarlaklık hissini artırabilmektedir. Ayrıca, fermantasyon sürecinde ortaya çıkan başka bileşikler de şarapların genel aromasına katkıda bulunur. Özellikle malolaktik fermantasyon, şaraplarda daha az asidik ve daha kremamsı bir doku yaratmaktadır.(Liu, 2002).

3.Beyaz Şaraplarda Aromatik Bileşenlerin Tespiti Yöntemleri

Beyaz şaraplarda aromatik bileşenlerin tespiti, şarap kalitesini ve özelliklerini anlamada önemli bir adım olarak görülmektedir. Farklı analitik yöntemler, şaraplardaki uçucu ve su bazlı bileşenlerin belirlenmesi için kullanılmaktadır.

1.Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS): GC-MS, şaraplarda bulunan uçucu bileşenleri tespit etmek için yaygın olarak kullanılan bir teknik olarak bilinmektedir. Bu yöntem, bileşenlerin önce gaz kromatografisiyle ayrılmasını ve sonra kütle spektrometrisi ile tanımlanmasını sağlamaktadır. Uçucu bileşenler, şarapta bulunan aroma ve koku maddelerinin çoğunu oluşturmakta ve GC-MS, bu bileşenlerin yapısını ve miktarını analiz etmek için ideal bir yöntem olmaktadır (Fang & Qian, 2005).

2.Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (LC-MS): LC-MS, özellikle su bazlı moleküllerin ve fenolik bileşenlerin analizi için kullanılmaktadır. Beyaz şaraplardaki polifenoller, flavonoidler ve diğer fenolik bileşenler, şarabın tadını ve rengini etkileyebilmektedir. Bu yöntemle, bu bileşenlerin yapıları ve konsantrasyonları detaylı bir şekilde belirlenebilmektedir.. LC-MS, sıvı fazda çözünmüş bileşenlerin tespitine olanak tanımaktadır (Kennedy et al., 2006).

3.Elektron Yakalayıcı Detektör (ECD): ECD, genellikle aromatik bileşiklerin konsantrasyonlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu dedektör, özellikle elektron kabul eden bileşenlerle reaksiyona girerek sinyal üretmektedir. Şaraplardaki uçucu ve aromatik bileşiklerin miktarını ölçmek için bu yöntem etkili olabilmektedir. ECD, özellikle fenol gibi bileşiklerin tespitinde başarılı olmaktadır (Ebeler, 2001).

4.NMR (Nükleer Manyetik Rezonans): NMR, şarap bileşenlerinin yapısal analizini yapmak için kullanılan bir teknik olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, moleküllerin atomik yapısını ve bağlarını belirlemek için manyetik alanlar ve radyo dalgalarını kullanılmaktadır. Beyaz şaraplarda, NMR ile aromatik bileşenlerin kimyasal yapıları hakkında derinlemesine bilgi edinebilmektedir. Bu, şarabın karakteristik özelliklerini belirlemede yardımcı olabilmektedir. (Pereira et al., 2010).

5.Duyusal Analiz (Tadım ve Değerlendirme): Duyusal analiz, şaraplardaki aromatik bileşenlerin ve tatların, uzmanlar veya şarap tadıcıları tarafından tatma yoluyla belirlemektedir. Bu analiz, şaraplardaki spesifik aromatik bileşenlerin (örneğin çiçeksi, meyvemsi, baharatlı notalar) nasıl hissedildiğini ve bunların şarap üzerindeki etkilerini anlamaya yöneliktir. Tadım, duyusal algıyı ve insan zevkini değerlendirmek için kullanılan geleneksel ama önemli bir yöntem olarak kullanılmaktadır. (Robinson et al., 2014).

Bu yöntemlerin her biri, beyaz şaraplarda bulunan farklı bileşenlerin tanımlanması ve kalitesinin belirlenmesinde büyük rol oynamaktadır. Hem kimyasal hem de duyusal veriler, şarapların daha derinlemesine anlaşılmasını sağlamaktadır.

4.Örnek Çalışmalar ve Uygulamalar

Yapılan çalışmada beyaz şaraplarda nadiren incelenen ancak potansiyel olarak önemli bir uçucu bileşik olan (Z)-6-dodeceno-γ-lactone'un varlığını, konsantrasyon düzeylerini ve duyusal etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Şeftali ve kayısı gibi taş meyve aromalarıyla ilişkilendirilen bu lakton, özellikle beyaz şarapların aromatik profiline olan katkısı açısından önem arz etmektedir. Çalışmada, bileşiğin kantitatif analizi için katı faz mikroekstraksiyon (SPME) ve gaz kromatografisi-tandem kütle spektrometresi (GC-MS/MS) teknikleri kullanılmıştır.104 genç beyaz şarap örneği üzerinde gerçekleştirilen kimyasal analizlerin yanı sıra, 47 panelistin katılımıyla yapılan duyusal değerlendirmelerde, söz konusu bileşiğin ortalama aroma eşiği 700 ng/L olarak belirlenmektedir. Bulgular, analiz edilen örneklerin büyük çoğunluğunda (özellikle %80'den fazlasında) bu eşiğin altında bir konsantrasyon düzeyi (<147 ng/L) saptandığını ortaya koymaktadır. En yüksek konsantrasyonlar ise Riesling ve Viognier örneklerinde gözlemlenmektedir. Enantiyomer analizleri, bileşiğin hem (R)- hem de (S)-formlarının benzer taş meyve aromaları sağladığını göstermektedir. Sonuçlar, bu bileşiğin çoğu şarapta tek başına belirgin bir etki göstermemesine karşın, diğer uçucu bileşiklerle sinerjik etkileşimler yoluyla genel aroma profiline katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Botezatu et al., 2021).

Portekiz'in Bairrada bölgesine özgü altı monovaryetal şarap örneği (üç beyaz, üç kırmızı) üzerinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada, şaraplardaki uçucu aroma bileşenleri ile duyusal tanımlayıcılar arasındaki ilişkilerin modellenmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla geliştirilen "aroma ağı" modeli, uçucu bileşiklerin kimyasal verileri ile panelistlerin duyusal değerlendirmelerini çift yönlü olarak ilişkilendirmeyi amaçlanmaktadır. GC-MS, GC-Olfaktometri (GC-O) ve SPME teknikleriyle toplam 71 uçucu bileşik analiz edilmektedir. Bu bileşiklerin 19 farklı duyusal tanımlayıcı ile olan bağlantıları, koku aktivite değeri (OAV) hesaplamaları ve eğitimli tadım paneli sonuçlarına dayalı olarak yapılandırılmaktedır. Sauvignon Blanc örneklerinde, etil hekzanoat (OAV = 358) ve 2-metil-3-furantiyol (OAV = 151.6) gibi bileşiklerin "tropikal meyve" ve "kavrulmuş" aromalara önemli katkı sağladığı tespit edilmektedir. Arinto şarapları "çiçeksi" profil ile, Bical ise "bitkisel" özelliklerle öne çıkmaktadır. Kırmızı şarap grubunda yer alan Touriga Nacional örneklerinde yüksek terpen ve ester içeriklerinin meyvemsi aromaların yoğunluğunu artırdığı gözlemlenmektedir. Elde edilen

veriler, üreticilerin şarap stilizasyonuna bilimsel temelli yaklaşmalarını desteklemektedir (Rodrigues et al., 2022).

Gewürztraminer üzüm çeşidine özgü olan karakteristik “lychee” aroması, bu aroma profilinin kimyasal belirleyicilerini inceleyen karşılaştırmalı bir çalışmada analiz edilmektedir. Çalışmada, konserve edilmiş lychee meyvesi ile Gewürztraminer şarapları karşılaştırılmış ve aroma bileşenleri GC-O ve SPME teknikleriyle ayrıntılı şekilde değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, her iki üründe ortak olarak bulunan 12 aroma bileşiği tanımlanmıştır. Bunlar arasında öne çıkan cis-rose oxide, hem konserve lychee örneklerinde (OAV = 215) hem de Gewürztraminer şaraplarında (OAV = 105) en yüksek aromatik etkiye sahip bileşik olarak belirlenmektedir. Linalool ve β-damaskenon da bu karakteristik profile katkı sağlayan diğer önemli terpenlerdir. Coğrafi karşılaştırma sonuçları, Alsace bölgesi kökenli şaraplarda cis-rose oxide seviyesinin New York örneklerine göre yaklaşık %50 daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, bölgesel iklimsel farklılıklar ve bağcılık uygulamalarının aroma bileşiği oluşumu üzerinde belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır(Qian et al., 2020).

Bu çalışmada, İtalya’nın çeşitli bölgelerinden seçilen 18 beyaz şarap çeşidinde, varyetal tiyollerin (4-MSP, 3-SH, 3-SHA, E3SP) varlığı ve bu bileşiklerin şarabın duyusal özelliklerine katkısı araştırılmaktadır. 2019 üretimi toplam 246 monovarietal beyaz şarap örneği üzerinde gerçekleştirilen çalışmada, tiyollerin konsantrasyonları LC-MS/MS yöntemiyle ölçülmekte; duyusal değerlendirme ise 12 panelist ile yürütülmektedir. Kimyasal ve duyusal veriler PCA (Temel Bileşenler Analizi) kullanılarak analiz edilmektedir. Bulgular, Müller-Thurgau şaraplarının özellikle 4-MSP içeriği bakımından öne çıktığını ve "passionfruit" ile "kutu ağacı/kedi idrarı" gibi yoğun thiolik aromalar taşıdığını göstermektedir. Lugana ve Verdicchio şaraplarında ise yüksek seviyede 3-SH tespit edilmektedir. Diğer tiyollerin ise genellikle düşük konsantrasyonlarda bulunduğu ve duyusal etkilerinin sınırlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, varyetal tiyollerin özellikle bazı üzüm çeşitlerinde şarap aromasının karakteristiğini belirlemede büyük rol oynadığını ve düşük koku eşik değerleri nedeniyle iz miktarlarda bile güçlü etkiler yaratabildiğini ortaya koymaktadır. (Carlin ve ark., 2022).

Viognier ve Chardonnay şaraplarındaki "kayısı" ve "şeftali" gibi taş meyvesi aromalarının kimyasal bileşenlerini belirlemektir. Araştırmada, 6 Avustralya Chardonnay, 6 Avustralya Viognier ve 6 Fransa Viognier şarabı örneklenmektedir. Aroma bileşenleri HS-SPME-GC-MS ve LLE-GC-MS teknikleriyle analiz edilmiş, toplamda 104 uçucu bileşik belirlenmektedir. 10 kişilik panel tarafından yapılan duyusal analizde, 34 farklı aroma tanımlayıcı kullanılarak değerlendirme yapılmaktadır. Bulgulara göre "kayısı" aroması, özellikle γ-laktonlar (γ-nonalakton, γ-dekalakton), bazı monoterpenler (linalool, geraniol, nerol) ve aldehitler

(benzaldehit) ile güçlü şekilde ilişkilendirilmektedir. Yeniden yapılandırma deneylerinde, monoterpenlerin kayısı algısını artırdığı; aldehitlerin ise bu aromayı baskıladığı görülmektedir. Öte yandan, "şeftali" aroması daha çok esterler (etil dekanoat, 3-metilbütil asetat) ve benzaldehit ile ilişkilendirilmektedir. Bu çalışma, Viognier'de taş meyvesi karakterinin lakton ve monoterpen sinerjisi ile oluştuğunu, Chardonnay'de ise esterlere dayandığını göstermektedir. (Siebert ve ark., 2018).

SONUÇ

Beyaz şarapların aroma profili, üzüm çeşidi, fermantasyon koşulları, olgunlaşma süreci ve coğrafi faktörler gibi birçok parametreden etkilenmektedir. Bu etkenlerin birleşimi, her şarap çeşidine özgü kimyasal bir "parmak izi" oluşturmakta ve bu benzersiz profil, şarapların çeşitlerini ve kökenlerini ayırt etmede kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar, bu parmak izinin temelini esterler, terpenler, tiyoller, laktonlar ve norisoprenoidler gibi uçucu bileşiklerin oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

Özellikle, γ-laktonlar ve monoterpenlerin taş meyvesi aromalarına (kayısı, şeftali) katkı sağladığı, tiyollerin ise egzotik ve tropikal meyve notalarını belirginleştirdiği görülmektedir Gewürztraminer şaraplarında lychee aromasının cis-rose oxide, linalool ve β-damaskenon gibi bileşiklerle ilişkili olduğu, Viognier şaraplarında ise Chardonnay'e kıyasla daha yüksek γ-lakton seviyelerinin kayısı karakterini güçlendirdiği tespit edilmektedir.

Portekiz'in Sauvignon Blanc şaraplarında 2-metil-3-furantiolün kavrulmuş notaları artırdığı, Arinto ve Bical gibi çeşitlerin ise daha çiçeksi ve bitkisel profiller sergilediği belirlemektedir. İtalyan monovaryetal şaraplarda Müller-Thurgau'nun 4-MSP tiyol içeriğiyle passion fruit aroması verdiği, Lugana'nın ise 3-SH tiyol sayesinde taze ve nane notaları kazandığı gözlemlenmektedir.

Aromatik bileşiklerin tespitinde GC-MS, LC-MS, GC-Olfaktometri ve duyusal analiz gibi yöntemlerin kombinasyonu, şarapların kimyasal ve duyusal özelliklerinin anlaşılmasında büyük önem taşımaktadır. Elde edilen bulgular, üreticilerin hedefledikleri şarap stilini oluşturmak için üzüm seçimi, fermantasyon teknikleri ve olgunlaştırma süreçlerini optimize etmelerine yardımcı olabilmektedir. Ayrıca, bu kimyasal parmak izleri, şarap çeşitlerinin ve menşe bölgelerinin doğrulamasında da kullanılarak kalite kontrolüne katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak, beyaz şarapların aromatik çeşitliliği, karmaşık biyokimyasal süreçlerin ve çevresel etkileşimlerin bir sonucudur. Bu bileşiklerin anlaşılması ve karakteristik parmak izlerinin belirlenmesi, hem kaliteli şarap üretimine hem de şarap kültürünün gelişimine önemli katkılar sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Bartowsky, E. J., & Henschke, P. A. (2004). The 'buttery' attribute of wine–diacetyl–desirability, spoilage and beyond. *International Journal of Food Microbiology*, 96(3), 235-252. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.05.013

Botezatu, A., Kotseridis, Y., Inglis, D., & Pickering, G. J. (2021). Identification and Sensory Evaluation of (Z)-6-dodeceno-γ-lactone in White Wines. *Food Chemistry*, 345, 128757. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128757

Carlin, S., Piergiovanni, M., Pittari, E., Lisanti, M.T., Moio, L., Piombino, P., Marangon, M., Curioni, A., Rolle, L., Río Segade, S., Versari, A., Ricci, A., Parpinello, G.P., Luzzini, G., Ugliano, M., Perenzoni, D., Vrhovsek, U., Mattivi, F. (2022). "The contribution of varietal thiols in the diverse aroma of Italian monovarietal white wines". *Food Research International*, 157, 111404.

Coelho, E., Rocha, S. M., Delgadillo, I., & Coimbra, M. A. (2009). Headspace-SPME applied to varietal volatile components evolution during Vitis vinifera L. cv. "Baga" ripening. *Analytica Chimica Acta*, 635(1), 11–19. https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.01.042

Ebeler, S. E. (2001). Analytical Chemistry: Unlocking the Secrets of Wine Flavor. *Food Reviews International*, 17(1), 45–64. https://doi.org/10.1081/FRI-100000525

Fang, Y., & Qian, M. C. (2005). Quantification of Selected Aroma-Active Compounds in Pinot Noir Wines from Different Grape Maturities. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(24), 9779–9786. https://doi.org/10.1021/jf051451v

Ferreira, V., López, R., & Cacho, J. F. (2000). Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(11), 1659–1667. https://doi.org/10.1002/1097-0010(200008)80:11<1659::AID-JSFA693>3.0.CO;2-M

Guth, H. (1997). Quantitation and Sensory Studies of Character Impact Odorants of Different White Wine Varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(8), 3027–3032. https://doi.org/10.1021/jf970280a

Kennedy, J. A., Matthews, M. A., & Waterhouse, A. L. (2006). Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(4), 268–274.

Liu, S. Q. (2002). Malolactic fermentation in wine–beyond deacidification. *Journal of Applied Microbiology*, 92(4), 589–601. https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.2002.01561.x

Moreira, N., de Pinho, P. G., Santos, C., Vasconcelos, I., & Ferreira-Dias, S. (2012). Volatile sulfur compounds in wines: Influence of yeast strains and pre-fermentative maceration. *LWT - Food Science and Technology*, 49(1), 30–37. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.04.009

Noguerol-Pato, R., Sieiro-Sampedro, T., González-Barreiro, C., Cancho-Grande, B., & Simal-Gándara, J. (2013). Aroma profile of Garnacha Tintorera red wines by GC–MS and descriptive sensory analysis. *Food Chemistry*, 138(1), 531–543. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.100

Qian, M. C., Fang, Y., & Shellie, K. (2020). Characterization of Aroma Compounds in Gewürztraminer Wines from Different Terroirs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(16), 4566–4573. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c00121

Ribéreau-Gayon, P., Dubourdieu, D., Donèche, B., & Lonvaud, A. (2006). *Handbook of Enology Volume 1: The Microbiology of Wine and Vinifications*. Wiley.

Robinson, A. L., Boss, P. K., Solomon, P. S., Trengove, R. D., Heymann, H., & Ebeler, S. E. (2014). Origins of grape and wine aroma. Part 1. Chemical components and viticultural impacts. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65(1), 1–24. https://doi.org/10.5344/ajev.2013.12070

Rodrigues, H., Guedes de Pinho, P., & Câmara, J. S. (2022). Decoding the Aroma of Monovarietal Wines Using Volatile Fingerprint–Sensory Relationship Networks. *Analytica Chimica Acta*, 1203, 339594. https://doi.org/10.1016/j.aca.2022.339594

Siebert, T.E., Barker, A., Pearson, W., Barter, S.R., de Barros Lopes, M.A., Darriet, P., Herderich, M.J., Francis, I.L. (2018). "Volatile Compounds Related to 'Stone Fruit' Aroma Attributes in Viognier and Chardonnay Wines". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(12), 2838-2850. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05343

Sumby, K. M., Grbin, P. R., & Jiranek, V. (2010). Microbial modulation of aromatic esters in wine: Current knowledge and future prospects. *Food Chemistry*, 121(1), 1–16. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.070

Waterhouse, A. L., Sacks, G. L., & Jeffery, D. W. (2016). *Understanding Wine Chemistry*. Wiley.

ULTRASON TEKNOLOJISININ SIRKE ÜRETIMINDEKI UYGULAMALARI

Merve KAYA
Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir
ORCID: 0009-0000-0562-1162
Prof. Dr. Hatice KALKAN YILDIRIM
Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir
ORCID: 0000-0001-9698-9682

ÖZET

Sirke, hem geleneksel hem de endüstriyel üretimde önemli bir yere sahip bir fermantasyon ürünüdür. Üretim süreci alkol fermantasyonu ve asetik asit fermantasyonu olmak üzere iki temel aşamadan oluşmaktadır. Son yıllarda, üretim süreçlerini hızlandırmak, enerji tasarrufu sağlamak ve ürün kalitesini artırmak için yenilikçi teknolojilerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Ultrason teknolojisi, bu bağlamda dikkat çeken yöntemlerden biridir.

Ultrason teknolojisinin, mikroorganizmaların metabolik aktivitelerini destekleyerek fermantasyon sürecini hızlandırdığı ve biyoaktif bileşenlerin serbest kalmasını sağladığı belirtilmektedir. Alkol fermantasyonu sırasında, ultrasonun maya hücre zarlarını geçirgen hale getirerek fermantasyonu hızlandırdığı ve üretim maliyetlerini düşürdüğü belirlenmiştir. Asetik asit fermantasyonunda ise bakterilerin metabolik aktivitelerini teşvik ederek daha yüksek asetik asit konsantrasyonu elde edilmesini sağladığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, oksijen transferini artırarak fermantasyon süreçlerini iyileştirdiği sonucuna varılmıştır.

Hammadde hazırlık aşamalarında ultrasonun, hücre duvarlarını parçalayarak aroma ve fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunu artırdığı ve ürün kalitesine doğrudan katkı sağladığı gösterilmektedir. Bununla birlikte, ultrason uygulamasının süresi ve şiddeti gibi parametrelerin dikkatlice optimize edilmesi gerektiği, aksi takdirde mikroorganizmalar üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği vurgulanmaktadır. Örneğin en iyi ultrason parametreleri çilek sirkesinde 5.3 dakika ve %65.5 amplitüd; hünnap sirkesinde 6.2 dakika ve %60.6 amplitüd; yaban mersini sirkesinde %78.50 genlik ve 3.96 dakika; karpuz sirkesi: 6.7 dakika ve %69 amplitüd; alıç sirkesi: 14 dakika ve %61.4 amplitüd; Uruset elmasında 7.4 dakika ve %62.2 amplitüd olarak optimize edilmiştir. At kuyruğu bitkisi içeren elma sirkesinde ise 7.3 dakika süre ve %57.4 amplitüd belirlenmiştir. Zhenjiang sirkesinde, farklı güç seviyeleri 20–70 W/100 mL ve süreler 30–150 dakika arasında değişen ultrason uygulamaları test edilmiştir.

Sonuç olarak, ultrason teknolojisi, sirke üretiminde verimlilik ve kaliteyi artıran, çevre dostu ve yenilikçi bir alternatif olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: ultrason teknolojisi, sirke üretimi, fermantasyon

APPLICATION OF ULTRASOUND TECHNOLOGY IN VINEGAR PRODUCTION STAGES

ABSTRACT

Vinegar is a fermentation-based product that holds significant importance in both traditional and industrial production. The production process consists of two main stages: alcohol fermentation and acetic acid fermentation. In recent years, the use of innovative technologies to accelerate production processes, save energy, and enhance product quality has become increasingly widespread. Among these, ultrasound technology stands out as a prominent method.

Ultrasound technology has been reported to support the metabolic activities of microorganisms, accelerate the fermentation process, and facilitate the release of bioactive compounds. During alcohol fermentation, ultrasound increases the permeability of yeast cell membranes, thereby speeding up fermentation and reducing production costs. In the acetic acid fermentation stage, ultrasound has been observed to stimulate bacterial metabolic activity, leading to higher acetic acid concentrations. Additionally, it improves fermentation processes by enhancing oxygen transfer.

In the raw material preparation stages, ultrasound has been shown to break down cell walls, increasing the extraction of aroma and phenolic compounds, which directly contributes to product quality. However, it is emphasized that parameters such as the duration and intensity of ultrasound application must be carefully optimized; otherwise, it may have adverse effects on microorganisms. For instance, the optimal ultrasound parameters have been determined as 5.3 minutes and 65.5% amplitude for strawberry vinegar, 6.2 minutes and 60.6% amplitude for jujube vinegar, 78.50% amplitude and 3.96 minutes for blueberry vinegar, 6.7 minutes and 69% amplitude for watermelon vinegar, 14 minutes and 61.4% amplitude for hawthorn vinegar, and 7.4 minutes and 62.2% amplitude for Uruset apple vinegar. In apple vinegar containing horsetail extract, the optimized parameters were 7.3 minutes and 57.4% amplitude. For Zhenjiang vinegar, ultrasound applications with varying power levels of 20–70 W/100 mL and durations ranging from 30 to 150 minutes have been tested.

In conclusion, ultrasound technology is considered an environmentally friendly and innovative alternative that enhances efficiency and quality in vinegar production.

Keywords: Ultrasound technology, vinegar production, fermentation

GİRİŞ

Sirke, hem mutfakta hem de tıbbi amaçlarla yaygın olarak tüketilen fermente bir üründür. Temel bileşeni asetik asit olup, aynı zamanda çeşitli organik asitler, polifenoller, flavonoidler ve biyoaktif bileşikler içermesi nedeniyle fonksiyonel özelliklere sahiptir (Bruna-Maynou ve ark., 2020). Geleneksel olarak meyveler, tahıllar ve diğer karbonhidrat içeren hammaddelerden alkol ve asetik asit fermantasyonu yoluyla üretilen sirke, antimikrobiyal, antioksidan, antihipertansif ve antidiyabetik etkileriyle bilinmektedir (Erdal ve ark., 2022; Tokatlı Demirok & Yıkmış, 2024). Son yıllarda yapılan araştırmalar, sirkenin metabolik düzenleme, kardiyovasküler sağlık ve gastrointestinal fonksiyon üzerindeki potansiyel olumlu etkilerini de ortaya koymuştur (Padureanu ve ark., 2023).

Gıda işleme teknolojilerindeki gelişmeler, sirkenin biyoaktif özelliklerini artırırken duyusal ve fizikokimyasal özelliklerini korumayı hedefleyen yenilikçi yöntemlerin araştırılmasına yol açmıştır. Bu bağlamda, ultrason teknolojisi, ekstraksiyon verimliliğini artırma, yaşlandırma sürecini hızlandırma ve besin içeriğini koruma potansiyeli nedeniyle giderek daha fazla ilgi görmektedir (Siddeeg ve ark., 2019; Wang ve ark., 2017). Ultrason, sıvı ortamlarda yüksek frekansta ses dalgalarının uygulanmasıyla kavitasyon etkisi yaratarak hücre duvarlarının bozulmasına, kütle transferinin artmasına ve biyoaktif bileşenlerin daha fazla salınmasına neden olan bir işlem yöntemidir (Jiménez-Sánchez ve ark., 2020).

Son araştırmalar, ultrason destekli sirke işlemenin toplam fenolik bileşik içeriğini, flavonoid konsantrasyonunu ve antioksidan kapasitesini artırırken, aroma ve lezzetten sorumlu uçucu bileşikleri koruyabildiğini göstermektedir (Öğüt ve ark., 2025; Türkol ve ark., 2024). Ayrıca, ultrason uygulamasının sirkenin olgunlaşma sürecini hızlandırdığı ve yaşlandırma için gerekli süreyi önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir (Zhai ve ark., 2021). Bunun yanı sıra, ultrasonla işlenmiş sirkenin antimikrobiyal, antidiyabetik ve antihipertansif özelliklerini geliştirdiğine dair bulgular, bu yöntemin fonksiyonel gıdalar alanında umut vadeden bir teknoloji olduğunu göstermektedir (Karakçı ve ark., 2023).

Ultrasonun uygulanma süresi, frekansı ve yoğunluğu gibi parametreler, sirkenin biyoaktif bileşen profili, antioksidan kapasitesi ve mikrobiyal stabilitesi üzerinde doğrudan etkili olabilir. Bu çalışma, ultrason destekli sirke üretim süreçlerinin biyoaktif bileşenler, duyusal özellikler ve genel kalite üzerindeki etkilerini inceleyerek, bu teknolojinin gıda endüstrisindeki kullanım potansiyelini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Türkkol ve arkadaşları çalışmasında (2024), çilek sirkesinin ultrasonik işlemle iyileştirilmiş versiyonunun (UT-SV) duyusal ve biyokimyasal özelliklerini optimize etmeyi ve geleneksel yöntemlerle üretilmiş (C-SV) ile termal pastörize edilmiş (P-SV) çilek sirkesiyle karşılaştırmayı amaçlamıştır. Çilekler önce fermente edilerek sirke haline getirilmiş, ardından ultrasonik işlem uygulanmıştır. Çalışmada cevap yüzey metodolojisi (RSM) kullanılarak ultrasonik işlem parametreleri (zaman ve amplitüd) optimize edilmiş ve duyusal özelliklere etkileri modellenmiştir. Duyusal analizler, yarı-eğitimli 50 panelist tarafından 9 puanlık hedonik ölçek kullanılarak gerçekleştirilmiştir.UT-SV, keskinlik, aromatik yoğunluk, tat izlenimi ve genel beğeni açısından C-SV ve P-SV'ye kıyasla daha yüksek puan almıştır. Ultrasonik işlemin bu etkisi, kavitasyon olgusuna dayandırılmış; süreç, aroma ve tat bileşenlerinin serbest kalmasını sağlamıştır. UT-SV'de toplam fenolik içerik (TPC), toplam flavonoid içerik (TFC) ve antioksidan aktivite (DPPH) değerlerinde artışlar gözlenmiştir. Toplam fenolik içeriği diğer sirkelerden daha yüksek olarak 81.07 mg GAE/100 mL olarak ölçülmüştür. Ayrıca malik asit, laktik asit ve oksalik asit gibi organik asitlerin miktarları artış göstermiştir. Buna karşılık, termal pastörizasyonun biyolojik aktif bileşenler ve organik asitler üzerinde olumsuz etkileri olduğu gözlemlenmiştir.

UT-SV'de galik asit, p-kumarik asit ve trans-sinnamik asit gibi fenolik bileşenlerde de artışlar meydana gelmiştir; p-kumarik asit içeriği %15.5 oranında yükselmiştir. Bu durum, ultrasonik işlemin hücre duvarlarını parçalayarak fenolik bileşenlerin serbest kalmasını sağlamasıyla açıklanmıştır. Optimizasyon sonucunda, en iyi işlem parametreleri 5.3 dakika süre ve %65.5 amplitüd olarak belirlenmiştir (Türkkol ve ark., 2024).

Jiménez-Sánchez ve ekibi, şarap sirkesinin (Sherry Vinegar) geleneksel olarak uzun sürede gerçekleşen olgunlaşma sürecini hızlandırmak amacıyla ultrason, mikro-oksijenasyon ve farklı meşe türlerinden (Amerikan, Fransız ve İspanyol) ahşap talaşlarının birlikte kullanımını değerlendirmeyi amaçlamaktadır.Uygulanan yöntemle, olgunlaşma sürecinin süre ve maliyet açısından optimize edilmesi ve kalite parametrelerinin korunması hedeflenmiştir. Çalışmada, Jerez bölgesinden üretilen yaşlandırılmamış şarap sirkesi kullanılmıştır. 50 litrelik paslanmaz çelik tanklarda 28 kHz frekans ve 1 kW gücünde ultrason uygulanmıştır. Bu süreç, 5 dakika ultrason uygulaması ve 25 dakika duraksama ile döngüler halinde 21 gün boyunca sürdürülmüştür. Amerikan, Fransız ve İspanyol meşe talaşları (5 g/L dozunda) ve 60 mL O2/L-ay oranında mikro-oksijenasyon eklenmiştir. Ultrason, mikro-oksijenasyon ve ahşap talaşlarının birleşimi ile 4-21 gün arasında elde edilen sirkeler, geleneksel yöntemle 6-12 ayda yaşlandırılan sirkelerle benzer özellikler göstermiştir. Geleneksel yöntemle yaşlandırma,

Amerikan, Fransız ve İspanyol meşe fıçılarında 12 ay süresince gerçekleştirilmiş ve sonuçlar hızlandırılmış olgunlaştırma ile karşılaştırılmıştır. İspanyol meşesi, uçucu bileşiklerin daha yüksek konsantrasyonunu ve orta seviyede fenolik bileşen profilini sunarken, Amerikan meşesi daha düşük seviyede polifenol ve uçucu bileşen içeriklerine sahiptir. Fransız meşesi ise bu iki tür arasında bir profil sergilemiştir. Sirke numunelerinin fenolik, furanik, uçucu bileşikleri ve renk parametreleri spektrofotometri, UPLC-DAD ve SBSE-GC-MS yöntemleriyle analiz edilmiştir. Ultrasonik işlem, polifenol ve uçucu bileşiklerin ahşaptan sirkeye hızlı transferini sağlamış, bu da kısa sürede etkili bir olgunlaşma süreci sunmuştur. Hızlandırılmış olgunlaştırma, geleneksel yöntemle yaşlandırılan sirkelerin renk ve kimyasal özelliklerini başarılı bir şekilde taklit etmiştir. Ultrasonun, mikro-oksijenasyon ve ahşap talaşı kullanımıyla birleştirilmesi, geleneksel olgunlaştırma yöntemlerine kıyasla hem zamanı hem de maliyeti önemli ölçüde azaltarak yüksek kaliteli ürünler elde edilmesini sağlayacağı düşnülmektedir (Jiménez-Sánchez ve ark., 2020).

Başka bir çalışmada Padureanu ve diğer araştırmacılar, yaban mersini suyu içeren alkolik bir substrat kullanılarak yenilikçi bir yöntemle yaban mersini sirkesi üretmeyi ve ultrason teknolojisinin ürün üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Ultrason teknolojisi, toplam fenolik içerik (TPC) ve toplam antosiyanin içerik (TAC) değerlerini artırarak sirkenin antioksidan özelliklerini geliştirmiştir. Optimum ultrason parametreleri (%78.50 genlik ve 3.96 dakika), TPC'yi 628.01 mg GAE/L'ye, TAC'yi 22.79 mg C3G/L'ye yükseltirken, ABTS ve DPPH analizlerinde antioksidan aktivite değerlerini sırasıyla 391.7 µmol/100 mL ve 229.17 µmol/100 mL olarak optimize etmiştir. Ayrıca, ultrason uygulamasıyla fenolik bileşiklerin (gallik asit, ferulik asit) seviyeleri artmış, duyusal analizlerde ise renk, aromatik yoğunluk ve genel beğenilirlik açısından üstün özellikler elde edilmiştir. Yanıt yüzey metodolojisi (RSM), biyoaktif bileşenlerin kaybını en aza indirerek üretim sürecinin optimizasyonunda etkili bir araç olarak öne çıkmıştır. Çalışma, ultrason teknolojisinin, hızlı fermantasyon başlatımı ve ürün kalitesinin artırılmasında yenilikçi ve sürdürülebilir bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermektedir(Padureanu ve ark.,2023).

Bruna-Maynou, ve arkadaşlarının çalışmasında, portakal kabuklarının Sherry sirkesi içerisinde ultrason (US) yardımıyla hızlandırılmış maserasyonunun etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın amacı, portakal kabuklarının aromalarını sirkeye aktarmak için geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında daha kısa sürede ve etkili bir süreç geliştirmektir. Ultrasonik maserasyon işlemleri için optimal koşullar 550 W/L güç, 40 saniye ultrason, 20 saniye duraklama şeklinde belirlenmiştir. Bu süreçte elde edilen sirkelerin uçucu bileşik kompozisyonu, duyusal özellikleri ve koku analizleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, ultrasonla maserasyonun uçucu bileşik

içeriğini artırdığını ve alkol, aldehit ve terpen seviyelerini yükselttiğini göstermiştir. Duyusal analizde, ultrasonla 90 dakika işlenen sirkenin en yüksek beğeni puanını aldığı ve "çiçeksi" ile "asit" aromalarının optimize edildiği tespit edilmiştir. Geleneksel maserasyonda üç gün süren süreç, ultrasonik yöntemle 90 dakikada benzer sonuçlar vermiştir. Bulgular, ultrason teknolojisinin Sherry sirkesi üreticilerinin ürün yelpazesini genişletmek için kullanılabileceğini ve süreç verimliliğini artırabileceğini göstermektedir (Bruna-Maynou ve ark.,2020).

Yıkmış solo çalışmasında (2019), yüksek biyoaktif bileşen içeriğine sahip kırmızı Uruset elmalarından üretilen sirkede, ultrason işleminin fenolik ve flavonoid bileşenlerin ekstraksiyonuna etkisi optimize edilmiştir. Çeşitli süre (2-10 dakika) ve genlik (40%-80%) seviyelerinde uygulanan ultrason işlemine ek olarak ticari (CV), pastörize (PV) ve işlem görmemiş kontrol (C) sirke örnekleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, ultrason uygulamasının toplam fenolik içerik (124,25 mg GAE/L), toplam flavonoid içerik (46,95 mg CE/L) ve antioksidan kapasite (CUPRAC: 0,69 mg TEAC/mL, DPPH: 0,49 mg TEAC/mL) açısından en yüksek değerleri sağladığını göstermiştir. Optimum ultrason parametreleri 7,4 dakika süre ve %62,2 genlik olarak belirlenmiştir. Ayrıca, renk analizlerinde ultrasonun parlaklığı artırırken (L* değeri 26,11), kırmızı tonu (a* değeri 15,77) ve sarı tonu (b* değeri 6,51) etkilediği görülmüştür. Çalışma, ultrason teknolojisinin biyoaktif bileşenlerin korunmasını sağlayarak Uruset elma sirkesinin fonksiyonel gıda olarak kullanım potansiyelini artırdığını ve endüstriyel üretimde uygulanabilir olduğunu ortaya koymaktadır (Yıkmış,2019).

Ayrıca Yıkmış ve arkadaşları (2021), domates sirkesinin biyoaktif bileşenlerini zenginleştirmek için ultrason teknolojisinin etkisini değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı, ultrason işlemiyle toplam likopen, fenolik, flavonoid ve askorbik asit içeriklerinin yanı sıra antioksidan kapasiteyi optimize etmek ve bu işlemin sağlık üzerine etkilerini araştırmaktır. Domates sirkesi üç farklı yöntemle işlenmiştir: geleneksel yöntemle üretilmiş domates sirkesi (TTV), pastörize edilmiş domates sirkesi (PTV) ve ultrason uygulanan domates sirkesi (UTV). İşlemlerin etkilerini modellemek için Yanıt Yüzey Metodolojisi (RSM) ve Yapay Sinir Ağı (ANN) kullanılmıştır. Sonuçlar, ultrasonun biyoaktif bileşenlerin seviyelerini artırdığını göstermiştir. Özellikle, UTV örneğinde toplam fenolik içerik (12.22 mg GAE/mL), toplam flavonoid içerik (2.44 mg CE/mL), askorbik asit içeriği (2.53 mg/100 mL) ve toplam likopen miktarı (5.44 µg/mL) gibi parametreler optimize edilmiştir. Antioksidan kapasite (CUPRAC ve DPPH) UTV örneğinde önemli ölçüde iyileşme göstermiştir. Ek olarak, ACE inhibitörü ve antidiabetik etkiler açısından UTV örneğinin diğerlerine kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Sensörik analizlerde, ultrasonla işlenmiş sirkenin genel beğenilirlik açısından yüksek puan aldığı görülmüştür.Ultrason teknolojisinin domates sirkesi üretiminde yenilikçi ve etkili bir yöntem

olduğu ve biyoaktif bileşenlerin korunmasını sağlayarak sağlık açısından faydalı bir ürün elde edilmesini desteklediği vurgulanmıştır (Yıkmış ve ark., 2021).

Önemli bir diğer örnek çalışmasında Yıkmış ve arkadaşları (2022), gastronomi alanında sürdürülebilirliği desteklemek için mor soğan (*Allium cepa*) atıklarının değerlendirilmesini ve bu atıklardan ultrason teknolojisi kullanılarak zenginleştirilmiş sirke üretilmesini incelemektir. Çalışma, geleneksel yöntemle üretilen sirke ile termal pastörize edilmiş ve ultrason teknolojisiyle işlenmiş sirkelerin besin değerlerini, biyoaktif bileşenlerini ve antimikrobiyal/antikanser etkilerini karşılaştırmayı hedeflemiştir. Mor soğan atıkları gastronomi işletmelerinden toplanmış ve fermantasyon için hazırlanmıştır. İlk fermantasyonda *Saccharomyces cerevisiae* kullanılarak alkolik fermantasyon gerçekleştirilmiştir, ardından asetik asit bakterileriyle sirke oluşumu tamamlanmıştır. Sirke, ultrasonik işlemle farklı zaman ve amplitüdlerde işlenmiş ve Response Surface Methodology (RSM) ile optimize edilmiştir. Geleneksel, pastörize ve ultrasonik işlenmiş sirke örnekleri; fenolik bileşikler, organik asitler, mineraller, antimikrobiyal, antikanser ve antihipertansif etkiler gibi çeşitli parametreler açısından değerlendirilmiştir. Ultrason işlemi, fenolik bileşikler (galik asit ve kateşin) ve mineralleri (potasyum, çinko) artırmıştır. Sirke, özellikle ultrasonik işlenmiş haliyle, *Escherichia coli* ve *Candida albicans* gibi patojenlere karşı etkili antimikrobiyal özellikler göstermiştir. Ultrasonik işlem görmüş sirkenin mide ve kolon kanseri hücrelerinin çoğalmasını baskıladığı gözlemlenmiştir. Ultrason işlemi, sirkenin aroma bileşiklerini daha az etkilerken, asetik asit içeriğini artırmıştır. Çalışmanın sonucunda mor soğan atıklarının çevre dostu ve ekonomik bir şekilde yüksek değerli bir ürüne dönüştürülebileceği gösterilmiştir (Yıkmış ve ark., 2022).

Diğer bir taraftan Yıkmış ve ekibinin araştırmasında, geleneksel yöntemlerle üretilen koruk sirkesine ultrason işlemi uygulanarak biyoaktif bileşenlerin zenginleştirilmesi amaçlanmıştır. Farklı süre (2-10 dakika) ve amplitüd (60%-80%) değerlerinde ultrason işlemi uygulanmış ve yanıt yüzey yöntemi (RSM) ile genetik algoritma (GA) kullanılarak optimizasyon gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, ultrason uygulanan sirkenin toplam fenolik içeriği (12.22 mg GAE/mL), flavonoid içeriği (70.85 mg CE/mL) ve antioksidan kapasitesi (DPPH: 0.694 mg TEAC/mL, CUPRAC: 464.44 mg TEAC/mL) açısından geleneksel ve pastörize sirkelere kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, koruk sirkesinin antikanserojenik etkileri incelenmiş ve hücre canlılık testlerinde anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde ultrason uygulanmış sirkenin güvenli olduğu görülmüş, duyusal analizlerde ise beğeni düzeyinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ultrason işlemi ile koruk sirkesinin fonksiyonel özellikleri başarılı şekilde artırılmış olup, bu yöntemin

geleneksel sirke üretiminde alternatif bir iyileştirme yöntemi olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Yıkmış ve ark.,2020).

Fonksiyonel sirke üretimine dair literatürdeki bir başka çalışma da Tokatlı ve arkadaşları, coğrafi işaretli Amasya elmalarından geleneksel fermantasyon yöntemiyle elma sirkesi üretmiş ve fonksiyonel özelliklerini artırmak amacıyla atkuyruğu bitkisi (horsetail) eklemişlerdir. Ayrıca, ultrason uygulanarak sirkenin biyoaktif bileşenler açısından daha da zenginleştirilmesi hedefle0mişlerdir. Optimizasyon için Yanıt Yüzey Yöntemi (RSM) ve Uyarlamalı Sinirsel-Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) modelleri kullanılarak karşılaştırma yapmışlardır. Modelleme sonuçlarına göre en iyi sirke, %2.6 atkuyruğu bitki oranı, 7.3 dakika işlem süresi ve %57.4 ultrason amplitüdü ile elde edilmiştir. Elde edilen optimal sirkenin toplam fenolik içeriği 95.90 mg/L, DPPH radikal giderme kapasitesi ise 0.494 mg TEAC/mL olarak belirlenmiştir. Depolama sürecinde, 22 farklı fenolik bileşen tespit edilmiş olup, bazı fenolik asitlerin miktarında azalma, bazılarında ise artış gözlemlenmiştir. Sodyum, çinko, magnezyum ve manganez seviyelerinde değişiklikler saptanırken, sirkenin renk, pH, toplam asitlik ve Brix değerlerinde önemli bir değişim olmamıştır. Duyusal analizlerde ise depolamanın başlangıcında daha yüksek puanlar elde edilmiş, ancak 24 ay sonunda duyusal özelliklerde düşüş gözlenmiştir. Geleneksel elma sirkesinin fonksiyonel özellikleri başarılı bir şekilde arttırıldığı düşünülmektedir (Tokatlı ve ark.,2024).

Yıkmış ve diğer araştırmacılar çalışmasında organik karayemiş (*Prunus laurocerasus*) sirkesinin ultrason teknolojisi kullanılarak biyoaktif bileşenlerin artırılması ve yapay sinir ağı (ANN) ile yanıt yüzey yöntemi (RSM) kullanılarak elde edilen sonuçların optimizasyonu karşılaştırmıştır. Materyal olarak Karadeniz bölgesinden temin edilen organik karayemiş meyveleri kullanılmış ve sirke geleneksel fermantasyon yöntemiyle üretilmiştir. Ultrason işlemine tabi tutulan sirke (UT-CLV), termal pastörizasyon uygulanmış sirke (P-CLV) ve işlenmemiş sirke (CLV) ile karşılaştırılmıştır. Toplam fenolik içerik (TPC) UT-CLV için ,,5

Sonuçlar, ultrason işleminin sirkenin uçucu aroma bileşenlerini koruduğunu ve biyoaktif bileşenlerini artırarak antidiabetik ve antihipertansif etkileri iyileştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, UT-CLV'nin prostat kanseri hücrelerinde inhibe edici etki gösterdiği, ancak meme ve akciğer kanseri hücrelerinde anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Genel olarak, ultrason teknolojisinin termal pastörizasyona kıyasla biyoaktif bileşenlerin korunması ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerin artırılmasında daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Yıkmış ve ark.,2021).

Nazan Tokatlı Demirok ve Seydi Yıkmış tarafından yapılan başka bir çalışmada, karpuz sirkesinin ultrason teknolojisi kullanılarak optimizasyonu ve işlemin antidiabetik, antihipertansif etkiler, biyoaktif bileşenler ve mineral içeriği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, geleneksel yöntemlerle üretilen karpuz sirkesi farklı süre ve amplitütte ultrason işlemine tabi tutulmuş ve Cevap Yüzey Metodolojisi (RSM) ile en uygun parametreler belirlenmiştir. Sirkedeki toplam fenolik ve flavonoid içeriği, antioksidan aktivite (CUPRAC ve DPPH), mineral bileşimi ve α-amilaz, α-glukozidaz ve ACE inhibisyon oranları incelenmiştir. Optimum antidiabetik ve antihipertansif aktivitenin 6.7 dakika ve %69 amplitütte elde edildiği bulunmuştur. Depolama sürecinde biyoaktif bileşenlerde azalma gözlemlenmiş, özellikle likopen, fenolik bileşikler ve enzim inhibisyon oranlarında düşüşler kaydedilmiştir. Sonuç olarak, ultrason işlemi karpuz sirkesinin biyoaktif bileşen içeriğini ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerini artırabilirken, uzun süreli depolamanın bu etkileri azaltabileceği belirlenmiştir (Tokatlı ve Yıkmış,2024).

Seydi Yıkmış ve ekibi tarafından yapılan araştırmada, hünnap sirkesinin biyoaktif bileşenlerini artırmak amacıyla ultrason işleminin etkileri incelenmiş ve geleneksel (TJV), pastörize (PJV) ve ultrasonla işlenmiş (UJV) hünnap sirkesi örnekleri karşılaştırılmıştır. Optimum ultrason parametreleri 6,2 dakika ve %60,6 amplitüd olarak belirlenmiştir. Sonuçlar, UJV örneklerinde toplam fenolik içerik (TPC) 58,94 mg GAE/100 mL, toplam flavonoid içerik (TFC) 9,84 mg CE/100 mL, DPPH radikal giderme kapasitesi %47,45 ve CUPRAC antioksidan aktivitesi %52,52 olarak ölçülmüş, TJV'ye kıyasla sırasıyla %8,6, %7,3, %9,8 ve %3,5 oranında artış tespit edilmiştir. Mineral analizinde, UJV örneklerinde kalsiyum 67,04 mg/L, potasyum 233,40 mg/L, magnezyum 24,74 mg/L ve çinko 0,15 mg/L olarak bulunmuştur. Uçucu bileşik analizlerinde ise UJV örneklerinde toplam aldehit miktarı 34,56 µg/kg, toplam alkol miktarı 3,03 µg/kg ve toplam ester miktarı 1,28 µg/kg olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları, ultrason işleminin hünnap sirkesinin biyoaktif özelliklerini artırarak fonksiyonel bir ürün geliştirme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuştur (Yıkmış ve arkadaşları., 2022).

Öğüt ve arkadaşları çalışmasında, ultrason işleminin alıç sirkesinin (*Crataegus tanacetifolia*) biyoaktif bileşenlerini koruma ve artırma potansiyeli ile fonksiyonel özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen sirke (C-HV), termal pastörizasyon uygulanmış sirke (P-HV) ve ultrason ile işlenmiş sirke (U-HV) karşılaştırılarak fenolik ve flavonoid içeriği, antioksidan kapasite, antikanser ve antidiabetik aktiviteler değerlendirilmiştir. Yüzey yanıt yöntemi (RSM) ile optimizasyon yapılarak en uygun ultrason koşullarının 14 dakika süre ve %61,40 genlik olduğu belirlenmiş, bu parametrelerde toplam fenolik bileşikler (TPC), toplam flavonoid içeriği (TFC), askorbik asit (AA), DPPH serbest radikal süpürme

aktivitesi ve CUPRAC indirgeme kapasitesinde önemli artışlar sağlandığı görülmüştür. Ultrason işlemi, fenolik bileşenlerin parçalanmasını önleyerek klorojenik asit, kafeik asit, p-kumarik asit ve kuersetin gibi biyoaktif bileşenlerin miktarını artırmıştır. Kanser hücreleri (A549-akciğer, MCF-7-meme ve HT-29-kolon) üzerinde yapılan deneylerde, ultrason işlem görmüş sirkenin apoptotik etkiyi artırdığı, hücre göçünü baskıladığı ve anti-apoptotik genlerin (BCL-2, XIAP) ekspresyonunu azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, α-glukozidaz ve α-amilaz enzimleri üzerindeki inhibitör etkileri sayesinde glukoz metabolizmasını düzenleyerek antidiabetik aktivitenin arttığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, ultrason işlemi alıç sirkesinin biyoaktif özelliklerini koruyarak sağlık açısından faydalarını maksimize etmekte ve bu yöntemin fonksiyonel gıda üretiminde önemli bir alternatif olduğu gösterilmektedir (Öğüt ve arkadaşları,2025).

Wang ve arkadaşları çalışmasında, ultrasonik işlemin Zhenjiang sirkesinin olgunlaşma sürecine etkisini incelemişlerdir. Geleneksel yaşlandırma süreci uzun zaman alırken, ultrasonik işlem kullanılarak bu sürenin kısaltılması hedeflenmiştir. Deneylerde, farklı güç seviyeleri (20–70 W/100 mL), süreler (30–150 dakika) ve etanol ilavesi (%0,15–0,95) kullanılarak kimyasal değişimler incelenmiştir. Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC–MS) ve yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) analizleri sonucunda, ultrasonik işlem sonrası sirkenin toplam amino asit içeriğinin 1082,259 mg/100 mL'den 871,045 mg/100 mL'ye düştüğü, ancak glutamik asit miktarının arttığı belirlenmiştir. Esterler, aldehitler ve heterosiklik bileşiklerde önemli artışlar gözlemlenmiş, toplam ester içeriği %18,5 oranında yükselmiştir. Organik asitlerdeki artış ile sirkenin tat dengesi iyileşirken, duyusal değerlendirme sonuçları ultrasonik işlem uygulanmış sirkenin doğal olarak 2–3 yıl yaşlandırılmış sirkeye eşdeğer olduğunu göstermiştir. Ultrasonik işlem akustik kavitasyon etkisiyle esterleşme, oksidasyon ve Maillard reaksiyonlarını hızlandırarak sirkenin olgunlaşmasını sağlamış ve geleneksel yaşlandırma sürecine alternatif olabilecek ekonomik ve verimli bir yöntem olduğu ortaya konmuştur(Wang ve ark.,2017).

Bir diğer yenilikçi yaklaşım olan Siddeeg ve arkadaşlarının çalışmasında, ultrason (US), darbeli elektrik alan (PEF) ve bu iki yöntemin kombinasyonunun (PEF + US) hurma sirkesinin kalite özellikleri üzerindeki etkilerini incelenmiştir. Deneylerde, fizikokimyasal özellikler, serbest amino asitler (FAA), uçucu bileşenler, organik asitler, toplam fenolik ve flavonoid içerikleri ile duyusal analiz değerlendirilmiştir. Sukkari çeşidi hurmalar kullanılarak yapılan fermentasyon işlemleri sonucunda, PEF ve US işlemlerinin sirkenin kimyasal bileşimini önemli ölçüde değiştirdiği belirlenmiştir. Serbest amino asit miktarları artmış, özellikle glutamik asit, alanin ve glisin seviyelerinde belirgin yükselmeler görülmüştür. PEF + US işlemi toplam fenolik

madde miktarını 469,55 mg GAE/L'den 610,10 mg GAE/L'ye, flavonoid miktarını ise 43,11 mg CE/L'den 78,82 mg CE/L'ye çıkarmıştır. Uçucu bileşen analizlerinde, PEF + US işlemi 28 farklı bileşenle en yüksek çeşitliliği göstermiştir. Duyusal analiz sonuçları, PEF + US uygulanan sirkenin aroma ve tat açısından en yüksek kabul edilebilirlik puanına sahip olduğunu görülmüştür. PEF ve US işlemleri hurma sirkesi üretiminde hem fermantasyon sürecini hızlandırmış hem de fenolik bileşikler, uçucu bileşenler ve amino asit miktarlarını artırarak fonksiyonel ve duyusal kaliteyi iyileştirmiştir. Bu nedenle, PEF ve US işlemlerinin birlikte kullanımı, ticari ölçekte hurma sirkesi üretimi için etkili bir alternatif olabileceği düşünülmüştür (Siddeeg ve ark.,2019).

Deniz Karakçı ve ekibi tarafından yapılan çalışmada, alıç sirkesinin antioksidan aktivitesini artırmak ve sağlık üzerindeki hepatik antioksidan etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Çalışmada, alıç meyvesinden üretilen sirke, termal pastörizasyon ve ultrason teknikleri uygulanarak işlenmiş ve 56 adet dişi Wistar-Albino sıçan yedi gruba ayrılarak günlük oral gavaj yoluyla alıç sirkesi verilmiştir. ELISA yöntemiyle sıçanların plazma ve karaciğer dokularında SOD, MDA ve CAT seviyeleri ölçülmüş, ayrıca lipid profilleri ve karaciğer enzimleri analiz edilmiştir. Sonuçlar, ultrason yöntemiyle işlenen 1 mL/kg sirkenin (HVU1 grubu) karaciğerde en yüksek antioksidan kapasiteyi sağladığını ve LDL seviyelerini düşürdüğünü göstermiştir. İmmünohistokimyasal analizlerde de HVU gruplarında SOD ve CAT ekspresyonlarının daha yoğun olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, ultrasonla işlenmiş alıç sirkesinin antioksidan kapasitesinin artırılabileceğini ve sağlık açısından olumlu etkiler sağlayabileceğini göstermektedir (Karakçı ve ark.,2023).

Zhai ve ekibinin çalışmasında, taze crabapple (*Malus asiatica*) meyvesinden üretilen crabapple sirkesinin yaşlandırma sürecini hızlandırmak ve kaliteyi artırmak amacıyla ultrason teknolojisinin etkilerini araştırmayı hedeflemektedir. Karışık bakteri fermantasyonu yöntemiyle (alkol fermantasyonu sürecinde *Lactobacillus plantarum* B7 eklenerek) üretilen sirke, ultrason uygulaması ile yaşlandırılmıştır. Ultrason uygulaması, sirkenin toplam asit içeriğini %30.51 ve toplam ester içeriğini %22.67 oranında artırmış, GC-MS analizleri esterler, aldehitler ve heterosiklik bileşikler gibi uçucu bileşenlerde önemli artışlar olduğunu göstermiştir. Ultrasonik kavitasyon ve hidroksil radikalleri, kimyasal reaksiyonları hızlandırarak sirkenin daha yumuşak bir tat kazanmasına katkı sağlamış; ultrasonla işlenen sirkenin toplam ester içeriği 5.16 g/L, doğal olarak yaşlandırılan sirkenin ise 4.82 g/L olarak ölçülmüştür. Serbest amino asit içerikleri incelendiğinde, Glutamik asit (Glu) en yüksek oranda bulunmuş ve ultrason işlemiyle bu değer 1.45 mg/100 mL'den 1.95 mg/100 mL'ye yükselmiştir. En başarılı ultrason parametreleri 300 W güç, 35 µm amplitüd ve 45 dakika süre olarak

belirlenmiştir. Sonuçlar, ultrason teknolojisinin crabapple sirkesinin yaşlandırma süresini kısaltmada ve kaliteyi artırmada etkili bir yöntem olduğunu, aroma bileşenlerinin gelişmesini, esterleşme reaksiyonlarının hızlanmasını ve tat yumuşaklığının artmasını sağladığını ortaya koymaktadır. Özellikle ultrasonun doğal yaşlandırma sürecine benzer etkiler gösterdiği ve meyve sirkesi üretiminde umut vaat eden bir teknoloji olduğu sonucuna varılmıştır(Zhai ve ark.,2021).

Erdal ve diğer araştırmacıların çalışmasında da, organik kızılcık (*Cornus mas L.*) sirkesinin farklı üretim yöntemleriyle (geleneksel - CCV, termal pastörizasyon - P-CCV ve ultrason - UT-CCV) hazırlanarak biyolojik aktivitelerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Ultrason işleminin biyoaktif bileşenleri artırdığı belirlenmiş olup, toplam fenolik içeriğin %4,6 oranında yükseldiği, flavonoid ve antosiyanin miktarlarında da artış sağlandığı tespit edilmiştir. Antibakteriyel aktivite açısından tüm sirke örnekleri etkili bulunmuş, ancak UT-CCV yöntemi ile hazırlanan örneklerin *Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae, Bacillus cereus ve Staphylococcus aureus* gibi patojenlere karşı daha düşük minimum inhibitör konsantrasyon (MIC) değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Antikanser etkiler açısından, UT-CCV'nin kolon (HT-29) ve meme kanseri (MDA-MB-231) hücrelerinde apoptoz indüklediği görülmüş, ayrıca UT-CCV'nin antidiabetik ve antihipertansif etkiler gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, ultrason işlemiyle zenginleştirilmiş kızılcık sirkesinin, enfeksiyon hastalıkları, kanser, diyabet ve hipertansiyon gibi sağlık sorunlarına karşı tamamlayıcı/alternatif tedavi ajanı olarak potansiyel taşıdığı görülmüş, ancak klinik araştırmalarla desteklenmesi gerektiği vurgulanmıştır (Erdal ve ark.,2022).

SONUÇ

Son yıllarda gıda işleme teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, hem ürün kalitesini artırmak hem de üretim süreçlerini optimize etmek amacıyla alternatif yöntemlerin araştırılmasına zemin hazırlamıştır.

Bu bağlamda, ultrason teknolojisi sirke üretiminde dikkat çeken, çevre dostu ve verimliliği artıran yenilikçi bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır

Ultrason uygulamalarının alkol ve asetik asit fermantasyon süreçlerinde mikroorganizmaların metabolik aktivitelerini artırarak fermantasyonu hızlandırdığı, oksijen transferini iyileştirdiği ve bu sayede daha yüksek verimde asetik asit üretimi sağladığı bildirilmektedir

Hammadde ekstraksiyon sürecinde hücre duvarlarının parçalanmasıyla aroma, fenolik ve flavonoid bileşiklerin serbest kalmasını teşvik ederek ürünün fonksiyonel ve duyusal niteliklerini geliştirdiği gösterilmiştir.

Bununla birlikte, ultrason uygulamasının süresi, frekansı ve genliği gibi işlem parametrelerinin dikkatle optimize edilmesi gerektiği; aksi takdirde mikroorganizma aktivitesi üzerinde olumsuz etkilerin oluşabileceği vurgulanmaktadır

Tüm veriler değerlendirildiğinde, ultrason teknolojisi, sirke üretiminde hem biyoyararlılığı artırma hem de proses süresini ve maliyetlerini azaltma açısından umut vadeden bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Ancak, bu teknolojinin ticari ölçekte yaygınlaşabilmesi için pilot ve endüstriyel düzeyde daha fazla uygulama ve uzun dönemli kalite-stabilite analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı (Declaration of Competing Interest)

Yazarlar, bu çalışma ile ilgili olarak bilinen herhangi bir finansal çıkar çatışması ya da çalışmayı etkileyebilecek kişisel ilişkilerinin bulunmadığını beyan etmektedir.

**Bu çalışma, Merve KAYA tarafından yürütülen ve yüksek lisans tezinin bir parçası olan "Üzümsü Meyvelerden Sirke Üretiminde Farklı Teknolojik Uygulamaların Biyoaktif Bileşikler Üzerine Etkilerinin İncelenmesi" başlıklı araştırmadan elde edilen verileri içermektedir.*

KAYNAKÇA

1. Bruna-Maynou, F. J., Castro, R., Rodríguez-Dodero, M. C., Barroso, C. G., & Durán-Guerrero, E. (2020). Flavored Sherry vinegar with citric notes: Characterization and effect of ultrasound in the maceration of orange peels. *Food Research International, 133*, 109165.
2. Erdal, B., Akalın, R. B., Yılmaz, B., Bozgeyik, E., & Yıkmış, S. (2022). Application of ultrasound to the organic cornelian cherry (*Cornus mas* L.) vinegar: Changes in antibacterial, antidiabetic, antihypertensive, and anticancer activities. *Journal of Food Processing and Preservation, 46*(11), e16952.
3. Jiménez-Sánchez, M., Durán-Guerrero, E., Rodríguez-Dodero, M. C., Barroso, C. G., & Castro, R. (2020). Use of ultrasound at a pilot scale to accelerate the ageing of sherry vinegar. *Ultrasonics Sonochemistry, 69*, 105244.
4. Karakçı, D., Bakır, B., Seyidoglu, N., & Yıkmış, S. (2023). Ultrasound-Treated and Thermal-Pasteurized Hawthorn Vinegar: Antioxidant and Lipid Profiles in Rats. *Nutrients, 15*(18), 3933.
5. Öğüt, S., Türkol, M., Yıkmış, S., Bozgeyik, E., Abdi, G., Kocyigit, E., ... & Tokatlı, N. (2025). Ultrasound-assisted enhancement of bioactive compounds in hawthorn vinegar: A functional approach to anticancer and antidiabetic effects. *Ultrasonics Sonochemistry*, 107245.
6. Padureanu, C., Badarau, C. L., Maier, A., Padureanu, V., Lupu, M. I., Canja, C. M., ... & Nedelcu, A. (2023). Ultrasound treatment influence on antioxidant properties of blueberry vinegar. *Fermentation, 9*(7), 600.
7. Siddeeg, A., Zeng, X. A., Rahaman, A., Manzoor, M. F., Ahmed, Z., & Ammar, A. F. (2019). Quality characteristics of the processed dates vinegar under influence of ultrasound and pulsed electric field treatments. *Journal of Food Science and Technology, 56*, 4380-4389.
8. Tokatlı Demirok, N., & Yıkmış, S. (2024). Optimization of ultrasound treatment for watermelon vinegar using response surface methodology: Antidiabetic—Antihypertensive effects, bioactive compounds, and minerals. *Fermentation, 10*(3), 133.
9. Tokatlı Demirok, N., Yıkmış, S., Duman Altan, A., & Apaydın, H. (2024). Optimization of ultrasound-treated horsetail-fortified traditional apple vinegar using RSM and ANFIS modeling: Bioactive and sensory properties. *Journal of Food Measurement and Characterization, 18*(1), 256-271.

10. Türkol, M., Yıkmış, S., Ganimet, Ş., Gezer, G. E., Abdi, G., Hussain, S., & Aadil, R. M. (2024). Optimization of sensory properties of ultrasound-treated strawberry vinegar. *Ultrasonics Sonochemistry*, *105*, 106874.
11. Wang, Z., Li, T., Liu, F., Zhang, C., Ma, H., Wang, L., & Zhao, S. (2017). Effects of ultrasonic treatment on the maturation of Zhenjiang vinegar. *Ultrasonics Sonochemistry*, *39*, 272-280.
12. Yıkmış, S. (2019). Optimization of Uruset apple vinegar production using response surface methodology for the enhanced extraction of bioactive substances. *Foods*, *8*(3), 107.
13. Yıkmış, S., Aksu, F., Altunatmaz, S. S., & Çöl, B. G. (2021). Ultrasound processing of vinegar: Modelling the impact on bioactives and other quality factors. *Foods*, *10*(8), 1703.
14. Yıkmış, S., Altıner, D. D., Ozer, H., Levent, O., Celik, G., & Çöl, B. G. (2022). Modeling and optimization of bioactive compounds from jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) vinegar using response surface methodology and artificial neural network: Comparison of ultrasound processing and thermal pasteurization. *Journal of Food Processing and Preservation*, *46*(11), e17102.
15. Yıkmış, S., Bozgeyik, E., & Şimşek, M. A. (2020). Ultrasound processing of verjuice (unripe grape juice) vinegar: Effect on bioactive compounds, sensory properties, microbiological quality and anticarcinogenic activity. *Journal of Food Science and Technology*, *57*, 3445-3456.
16. Yıkmış, S., Bozgeyik, E., Levent, O., & Aksu, H. (2021). Organic cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) vinegar enriched with bioactive compounds with ultrasound technology using artificial neural network (ANN) and response surface methodology (RSM): Antidiabetic, antihypertensive, cytotoxic activities, volatile profile and optical microstructure. *Journal of Food Processing and Preservation*, *45*(10), e15883.
17. Yıkmış, S., Erdal, B., Bozgeyik, E., Levent, O., & Yinanç, A. (2022). Evaluation of purple onion waste from the perspective of sustainability in gastronomy: Ultrasound-treated vinegar. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *29*, 100574.
18. Zhai, X., Wang, X., Wang, X., Zhang, H., Ji, Y., Ren, D., & Lu, J. (2021). An efficient method using ultrasound to accelerate aging in crabapple (*Malus asiatica*) vinegar produced from fresh fruit and its influencing mechanism investigation. *Ultrasonics Sonochemistry*, *72*, 105464.

NUTRIGENOMICS

Fatmanur HAZAN
Bezmialem Vakıf University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics, Istanbul, Turkey
ORCID: 0009-0009-3684-0873
Ayça ÇAY
Bezmialem Vakıf University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics, Istanbul, Turkey
ORCID: 0009-0006-2459-9697
PhD. Ayşe Semra AKSOY
Bezmialem Vakıf University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics, Istanbul, Turkey
ORCID: 0000-0002-4708-3195

ABSTRACT

Nutrigenomics is a field of science that examines how individuals' genetic structures interact with nutrition. By studying the effects of nutrients on gene expression, it aims to develop personalized nutrition strategies. Genetic differences are directly related to nutrient metabolism and disease risks. For example, some individuals may metabolize certain nutrients more efficiently, while others may experience different effects from the same nutrients. Nutrigenetics examines how individuals' genetic variations affect their responses to foods, while nutrigenomics investigates the effects of foods on genetic expression. For example, conditions like lactose intolerance or gluten sensitivity are linked to genetic variations. These two fields work together to provide personalized nutrition recommendations. Unlike traditional nutrition approaches, personalized nutrition aims to create specialized diet plans based on an individual's genetic makeup, environmental factors, and lifestyle. Genetic makeup is closely related to obesity, diabetes, and cardiovascular diseases. Specifically, polymorphisms in genes like FTO and MC4R can determine individuals' tendencies to store fat and their risk of weight gain. Research highlights how specific diets can influence weight control and metabolism in individuals with genetic predispositions. Nutrigenomics helps to understand how functional foods can be effective based on an individual's genetic makeup. Nutrigenomics has great potential for optimizing individuals' health by utilizing their genetic information. Protecting genetic data, ensuring it is not misused for commercial purposes, and providing individuals with reliable nutritional recommendations are crucial. In the future, with the expansion of nutrigenomic research, more specific diet recommendations will be developed, allowing for more effective nutrition strategies tailored to individuals' genetic profiles.

This could lead to personalized approaches that better prevent or manage health conditions, offering more targeted and effective interventions.

Keywords: Nutrigenomics, Nutrigenetics, Genetic variation, Personalized nutrition, Nutritional genetics.

NUTRİGENOMİK

ÖZET

Nutrigenomik, bireylerin genetik yapılarının beslenme ile nasıl etkileşime girdiğini inceleyen bir bilim dalıdır. Besinlerin gen ekspresyonu üzerindeki etkilerini araştırarak, kişiye özel beslenme stratejileri oluşturulmasını amaçlar. Genetik farklılıklar, besin metabolizması ve hastalık riskleriyle doğrudan ilişkilidir. Örneğin, bazı bireyler belirli besinleri daha verimli metabolize edebilirken, diğerleri aynı besinlerden farklı etkiler görebilir. Nutrigenetik, bireylerin genetik varyasyonlarının besinlere verdiği tepkileri incelerken, nutrigenomik besinlerin genetik ekspresyon üzerindeki etkilerini araştırır. Örneğin, laktoz intoleransı veya gluten hassasiyeti gibi durumlar genetik varyasyonlarla ilişkilidir. Bu iki alan birlikte çalışarak, kişiye özel beslenme önerileri sunmayı hedefler. Geleneksel beslenme yaklaşımlarından farklı olarak, kişiselleştirilmiş beslenme bireyin genetik yapısını, çevresel faktörleri ve yaşam tarzını dikkate alarak özel diyet planları oluşturmayı hedefler. Genetik yapı, obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklarla yakından ilişkilidir. Özellikle FTO ve MC4R gibi genlerdeki polimorfizmler, bireylerin yağ depolama eğilimlerini ve kilo alma risklerini belirleyebilir. Araştırmalar, belirli diyetlerin genetik yatkınlığı olan bireylerde kilo kontrolünü ve metabolizmayı nasıl etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Nutrigenomik, bireylerin genetik yapısına göre fonksiyonel besinlerin nasıl etkili olabileceğini anlamaya yardımcı olur. Nutrigenomik, bireylerin sağlıklarını optimize etmek için genetik bilgilerini kullanmalarını sağlayan büyük bir potansiyele sahiptir. Genetik bilgilerin korunması, ticari amaçlarla kötüye kullanılmaması ve bireylere güvenilir beslenme önerileri sunulması büyük önem taşımaktadır. Gelecekte, nutrigenomik araştırmaların genişlemesiyle daha spesifik diyet önerileri geliştirilecek ve bireylerin genetik yapılarına göre daha etkili beslenme stratejileri uygulanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Nutrigenomik, Nutrigenetik, Genetik varyasyon, Kişiselleştirilmiş beslenme, Beslenme genetiği.

TEA, ITS CHEMICAL COMPOSITION AND HEALTH

Ayça ÇAY
Bezmialem Vakıf University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics, İstanbul, Turkey
ORCID: 0009-0006-2459-9697
Fatmanur HAZAN
Bezmialem Vakıf University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics, İstanbul, Turkey
ORCID: 0009-0009-3684-0873
PhD. Ayşe Semra AKSOY
Bezmialem Vakıf University, Faculty of Health Sciences, Nutrition and Dietetics, İstanbul, Turkey
ORCID: 0000-0002-4708-3195

ABSTRACT

Tea is one of the most widely consumed beverages globally and is recognized for its bioactive compounds, which have numerous positive effects on health. The bioactive compounds in tea, particularly polyphenols, antioxidants, and caffeine, make it valuable from a health perspective. The health benefits of tea primarily vary depending on the degree of fermentation: Green tea is made from unfermented tea leaves, while Oolong tea undergoes partial fermentation, and black tea is fully fermented. The polyphenols in tea, particularly catechins, have strong antioxidant properties and help prevent oxidative damage caused by free radicals, providing protective effects against various diseases. Additionally, the polyphenols in tea can accelerate metabolism, increase fat burning, and assist with weight management. The caffeine content in tea has a stimulating effect on the nervous system, improves cognitive functions, and alleviates fatigue. However, excessive caffeine intake can lead to sleep disturbances, anxiety, and heart rhythm issues, emphasizing the importance of moderation in tea consumption. Tea also provides benefits related to obesity and weight control. Particularly, green tea's thermogenic effect boosts fat burning, supporting weight loss. Oolong tea, which has a high polyphenol content, improves fat metabolism and helps reduce obesity-related complications. Tea's positive effects on gut microbiota are attributed to polyphenols, which promote the proliferation of beneficial bacteria while reducing the impact of harmful microorganisms. Black tea infusion powder helps increase the growth of probiotic bacteria, such as *Bifidobacterium* species, and reduces harmful compounds. Tea consumption has been found to benefit bone health, with daily tea intake reducing the risk of osteoporosis and increasing bone mineral density. While tea consumption offers many health benefits, determining the optimal dosage is crucial. In addition to the adverse effects of consuming excessively hot tea, overconsumption of certain tea components can have negative health impacts. It is emphasized that more clinical and epidemiological studies are needed to better understand the health effects of tea.

Keywords: tea, health, caffeine, catechin, polyphenol, antioxidant, disease

ÇAY, KİMYASAL BİLEŞİMİ VE SAĞLIK

ÖZET

Çay, dünyada en yaygın şekilde tüketilen içeceklerden biri olup, sağlık üzerine pek çok olumlu etkisi bulunan bileşenleriyle dikkat çekmektedir. Çayın içerdiği biyoaktif bileşikler; özellikle polifenoller, antioksidanlar ve kafein, onu sağlık açısından değerli kılmaktadır. Çayın sağlık üzerindeki faydaları, başlıca fermentasyon derecelerine bağlı olarak değişir: Yeşil çay, hiç fermentasyona uğramamış çay yapraklarından elde edilirken, Oolong çayı yarı-fermente, siyah çay ise tam fermentasyon işlemi görmüş çaylardır. Çaydaki polifenoller, özellikle kateşinler, güçlü antioksidan özelliklere sahiptir ve serbest radikallerin yol açtığı oksidatif hasarı engelleyerek birçok hastalığa karşı koruyucu etki gösterir. Ayrıca, çaydaki polifenoller, metabolizmayı hızlandırarak yağ yakımını artırabilir ve kilo kontrolüne yardımcı olabilir. Çayın içerdiği kafein, sinir sistemi üzerinde uyarıcı etki yapar, bilişsel fonksiyonları iyileştirir ve yorgunluğu giderir. Bununla birlikte, aşırı kafein tüketimi uyku bozukluklarına, anksiyeteye ve kalp ritim sorunlarına yol açabilir, bu nedenle çayın tüketiminde dozajın önemli olduğu vurgulanmaktadır. Çay ayrıca obezite ve kilo kontrolü konusunda da faydalar sağlar. Özellikle yeşil çayın termojenik etkisi, vücudun yağ yakımını artırarak kilo kaybını destekler. Polifenol içeriği yüksek olan Oolong çayı, yağ metabolizmasını iyileştirir ve obeziteye bağlı komplikasyonların azalmasına yardımcı olur. Çayın bağırsak mikrobiyotasına olan olumlu etkileri, içeriğinde bulundurduğu ve yararlı bakterilerin proliferasyonunu teşvik eden, zararlı mikroorganizmaların etkisini azaltan polifenoller sayesindedir. Siyah çay infüzyon tozu, probiyotik bakteriler olan *Bifidobacterium* türlerinin artmasına ve zararlı bileşiklerin azalmasına yardımcı olur. Çay tüketiminin kemik sağlığına da faydalı olduğu, günlük çay tüketiminin osteoporoz riskini azalttığı ve kemik mineral yoğunluğunu artırdığı belirlenmiştir. Çay tüketimi birçok sağlık yararı sunmaktadır, ancak optimal dozajın belirlenmesi büyük önem taşır. Aşırı sıcak çay tüketiminin olumsuz etkilerinin yanı sıra, çayın bazı bileşenlerinin aşırı tüketimi sağlık üzerinde ters etkilere yol açabilir. Çayın sağlık üzerindeki etkilerini daha iyi anlayabilmek için daha fazla klinik ve epidemiyolojik çalışma yapılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çay, sağlık, kafein, kateşin, polifenol, antioksidan, hastalık

GASTRONOMİDE ÖZEL GEREKSİNİMLER: ÇÖLYAK VE VEGAN OLMAK

Özlem ÖZER ALTUNDAĞ
Karabuk University, Safranbolu Tourism Faculty Gastronomy and Culinary Arts Department, 78600, Safranbolu, Karabuk
ORCID: 0000-0001-7117-6335
Fatih KOCABAŞ
Karabuk University, Safranbolu Tourism Faculty Gastronomy and Culinary Arts Department, 78600 Safranbolu, Karabuk
ORCID: 0009-0008-8288-3033

ÖZET

Vejetaryen beslenme, hayvansal gıdaların alımını kısıtlayarak bitkisel temelli bir diyet tarzını benimser. Buna karşın veganlık, hayvan kökenli tüm gıdaları ve ürünleri tamamen dışlayarak çevre duyarlılığına ve hayvan haklarına büyük önem veren bir yaşam tarzıdır. Vegan beslenme, karbonhidrat, diyet lifi, vitaminler ve mineraller açısından oldukça zengin bir seçenektir. Ancak, protein ve bazı hayati besin maddeleri bakımından dikkatli bir planlama gerektirir. Özellikle B_{12} vitamini ve kalsiyum eksikliklerini önlemek amacıyla takviye alımı veya zenginleştirilmiş gıdaların tüketilmesi büyük önem taşımaktadır. Vegan diyetinin giderek popülarite kazanmasıyla birlikte, dünyanın dört bir yanında vegan festivalleri düzenlenmekte ve bitkisel bazlı sütler, peynirler, yoğurtlar gibi yenilikçi ürünler büyük bir ilgiyle karşılanmaktadır. Gluten, buğday, arpa ve çavdar gibi tahıllarda bulunan bir protein türüdür. Özellikle çölyak hastalığına sahip kişiler ve gluten hassasiyeti olan bireyler için sağlık sorunlarına neden olabileceği bilinmektedir. Çölyak hastalığı, genetik ve çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu gelişir ve genellikle sindirim problemleri, anemi ve yorgunluk gibi belirtilerle kendini gösterir. Glutensiz beslenme, bu bireyler için bir zorunluluk olsa da aynı zamanda besleyici değeri yüksek alternatiflerin tüketilmesi büyük önem taşımaktadır. Glutensiz ürünlerin çoğu genellikle nişasta bazlı olduğu için, bu durum bazı besin öğelerinin eksik kalmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle, glutensiz ürünlerin daha dengeli içeriklerle geliştirilmesi gerekmektedir. Vegan ve glutensiz beslenme, bireyler tarafından sağlık, çevre ve etik kaygılarla giderek daha fazla tercih edilmektedir. Ancak, bu beslenme tarzlarının dengeli ve bilinçli bir şekilde uygulanması, potansiyel besin eksikliklerinin önlenmesi açısından son derece önemlidir. Bu çalışma kapsamında çölyak ve vegan bireylerin ortak karşılaştıkları beslenme ve sağlık sorunları derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gastronomi, Çölyak, Vegan, Gluten, Bitkisel Protein

SPECIAL NEEDS IN GASTRONOMY: BEING CELIAC AND VEGAN

ABSTRACT

A vegetarian diet restricts the intake of animal products and adopts a plant-based diet. In contrast, veganism is a lifestyle that completely excludes all foods and products of animal origin and places great emphasis on environmental awareness and animal rights. A vegan diet is a rich option in carbohydrates, dietary fiber, vitamins, and minerals, but it requires careful planning in terms of protein and some vital nutrients. It is especially important to take supplements or consume enriched foods to prevent vitamin B_{12} and calcium deficiencies. As the vegan diet becomes increasingly popular, vegan festivals are held around the world and innovative products such as plant-based milk, cheeses and yogurts are met with great interest. Gluten is a type of protein found in grains such as wheat, barley and rye. It is known that it can cause health problems, especially for people with celiac disease and gluten sensitivity. Celiac disease develops because of the interaction of genetic and environmental factors and usually manifests itself with symptoms such as digestive problems, anemia and fatigue. Although a gluten-free diet is a must for these individuals, it is also very important to consume alternatives with high nutritional value. Since most gluten-free products are usually starch-based, this can lead to some nutritional deficiencies. Therefore, gluten-free products need to be developed with more balanced ingredients. Vegan and gluten-free diets are increasingly preferred due to health, environmental and ethical concerns. However, it is extremely important to implement these diets in a balanced and conscious manner to prevent potential nutritional deficiencies. In this study, the common nutritional and health problems faced by individuals with celiac disease and those following a vegan diet have been compiled.

Keywords: Gastronomy, Celiac, Vegan, Gluten, Vegetable Protein

GİRİŞ

Veganlık, kırmızı et, balık, kümes hayvanı, bal, süt ve bu ürünlerin türevleri gibi hayvansal kökenli hiçbir besini tüketmeyen, yaşamını yalnızca bitkisel kaynaklı gıda ürünleriyle sürdüren ve ayrıca hayvanlardan elde edilen tüm ticari ürünlerin kullanımını reddeden bir yaşam biçimidir (Ilgaz ark., 2016:45). Tüm hayvansal ürünlerden uzak bir diyet olarak tanımlanan vegan beslenme, çevre, hayvan refahı ve insan sağlığına ilişkin bu çok boyutlu krize etkili bir çözüm olarak karşımıza çıkmaktadır (Carrero, ark., 2020). Vegan diyeti, genel olarak zengin bir karbonhidrat, yağ asitleri, diyet lifleri, karotenoidler, folik asit, C vitamini, E vitamini ve magnezyum kaynağıdır; ancak protein alımı nispeten düşüktür (Craig, 2009; Bakaloudi, Ark.,

2021). Ayrıca kaynağı hayvansal besinler olan B_{12} alımı da düşüktür. Veganların B_{12} eksikliğinden korunmak için zenginleştirilmiş bitkisel ürünleri düzenli olarak tüketmeleri veya günlük B_{12} vitamini takviyesi almaları önemlidir. Ayrıca diyetlerinde yeterli kalsiyum alımını sağlamak için, geleneksel kalsiyum kaynaklarına ek olarak kalsiyum ile güçlendirilmiş bitkisel gıdaları da düzenli bir şekilde tüketmeleri önerilmektedir (Craig, 2009).

İnsanların beslenme alışkanlıkları her geçen gün hem dünyada hem de ülkemizde değişim göstermektedir. Ancak, insanlığın ilk zamanlarından bu yana tahıl ürünleri ve bu ürünlerden yapılan ekmekler, en önemli besin kaynakları olmaya devam etmektedir. Gluten, kaliteli ekmek üretimi için hamurun elastikiyetini ve uzaya bilirliğini sağlamakla görevli, görünümüne ve iç yapısına önemli katkılar sunan başlıca bir proteindir. Tahıllardan nişasta parçacıklarıyla birlikte suda çözülen bileşenlerin ayrıştırılmasıyla elde edilen gluten, suda çözünmeyen bir protein türüdür. Buğday, çavdar ve arpanın temel protein bileşenidir (Rajpoot & Makharia, 2013; Özuğur & Hayta, 2011; Wieser, 2007). Çölyak hastalığının kökeni tam olarak belirlenememekle birlikte, genetik faktörlerin yanı sıra gluten içeren tahılların tüketimi, bebeklik döneminde yaşanan enfeksiyonlar, düşük ekonomik durumlar ve sağlıksız yaşam koşulları gibi bazı çevresel etmenler de etkili olabilir (Lindfors et al., 2019). Çölyak hastalığının üç temel belirtisi arasında demir eksikliğine bağlı anemi, ishal ve kabızlık gibi sindirim sorunları ile yorgunluk ve halsizlik bulunmaktadır. Yetişkin çölyak hastalarında ise kusma, kilo kaybı, ishal, güçsüzlük ve şişkin karın gibi ortak fizyolojik belirtiler sıklıkla görülmektedir (Kumar et al., 2017).

Bu çalışmanın temel amacı, özel beslenme gereksinimleri çerçevesinde değerlendirilen çölyak hastalığı ve vegan beslenme tarzını benimseyen bireylerin karşılaştıkları beslenme ve sağlık sorunlarını ortaya koymak, bu doğrultuda da çözüm önerileri sunmaktır. Veganlık ve çölyak hastalığı hem bireysel sağlık hem de toplumsal farkındalık açısından önemli olan, farklı ancak benzer yönleri barındıran iki beslenme biçimidir.

Günümüzde, sağlık, etik ve çevresel kaygılarla giderek yaygınlaşan vegan beslenme ile kalıtsal ve otoimmün bir hastalık olan çölyak nedeniyle zorunlu olarak glutensiz diyet uygulayan bireylerin yeterli ve dengeli beslenme konusundaki zorlukları değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

VEGAN DIYET

Vejetaryenlik, son dönemlerde farklı çeşitleriyle oldukça popüler hale gelmiştir. Bu çeşitler arasındaki en önemli farklılık, belirli yiyecek gruplarının diyetten çıkarılmasıdır. Veganlık, bu diyet türleri arasında en katı olanıdır; zira veganlar, diyetlerinden hayvansal kaynaklı tüm gıdaları ve bu ürünlerin yan ürünlerini tamamen çıkarırlar (Chen &Chaudhary, 2019; Tonstad

et al., 2013). Vegan diyeti "sağlıklı bir model" temsil etse de yine de doğru besin alımını sağlamalıdır. Aslında, vegan diyetinin potansiyel "sınırlarından" biri, tüm hayvansal kökenli gıdaların kısıtlanması nedeniyle ortaya çıkabilecek olası besin eksiklikleriyle temsil edilmektedir (Craig, 2009). Vegan diyeti genellikle karbonhidratlar, ω-6 yağ asitleri, diyet lifleri, karotenoidler, folik asit, C vitamini, E vitamini ve magnezyum açısından zengindir ve protein, ω-3 yağ asitleri, B_{12} vitamini, D vitamini ve kalsiyum, demir, çinko ve iyot açısından nispeten düşüktür (Bakaloudi et al., 2021). Almanya'da yapılan "Vegan Diyetin Riskleri ve Faydaları" başlıklı kesitsel bir çalışmada yazarlar, veganların daha düşük miktarda B_{12} vitamini almalarına rağmen, veganlar ve omnivorlarda B_{12} vitamini durumunun benzer olduğunu belirtmişlerdir (Marrone et al., 2021). Vejetaryenler ve özellikle veganlar, hepçillerden daha düşük vücut ağırlıklarına sahip olma eğilimindedir. Sebzelerin, baklagillerin ve tam tahılların yüksek lif ve su içeriği ve düşük enerji yoğunluğu bu etkiyi kısmen açıklayabilir. Diyet lifi açısından zengin diyetlerin tüketimi mide gerginliğine neden olur, mide boşalmasını geciktirir ve yemek sonrası kan şekerinde büyük dalgalanmaları önler (Wang et al., 2023). Ayrıca, bitkisel kökenli yemeklerin, bitkiler tarafından sekonder metabolitler olarak üretilen doğal biyoaktif kimyasallar olan polifenoller açısından zengin olduğunu bilinmektedir. Polifenoller ayrıca trombosit agregasyonunu inhibe ederek, damar duvarlarının iltihabını azaltarak, apoptotik süreçleri düzenleyerek, LDL oksidasyonunu düşürerek ve lipit profilini iyileştirerek kardiyovasküler sağlığa fayda sağlayabilir (Pandey et al., 2009; Habauzit v& Morand, 2012). Bunlarla bilirlikte vegan diyet uygulayan bireylerde yaşanabilecek bazı sağlık sorunları da bulunmaktadır, hayvansal gıdalardan kaçınmanın neden olduğu B_{12} vitamini eksikliği, makrositozdaki işlevi aracılığıyla kardiyak rahatsızlıkların riskini de artırabilir (Koutentakis et al., 2023). Vegan bir diyet benimsemek, yetersiz besin alımı konusunda endişelere yol açabilir ve bu da sonunda daha düşük kemik mineral yoğunluğuna (BMD) yol açabilir. Menzel ve arkadaşları tarafından yürütülen ve 36 vegan ve 36 omnivorun yanı sıra yetişkinlerin de yer aldığı kesitsel bir çalışmaya göre veganların kalça, femur boynu ve lomber omurga dahil olmak üzere çeşitli kemik bölgelerinde omnivorlardan daha düşük kemik mineral yoğunluğa sahip oldukları bildirilmiştir (Łuszczki et al., 2023; Menzel et al., 2021).

ÇÖLYAK VE GLUTEN İLİŞKİSİ

Çölyak hastalığı, buğday, arpa ve çavdarda bulunan gluten, tahıllardan nişasta parçacıklarıyla birlikte suda çözünen bileşenlerin çıkarılmasıyla elde edilen ve suda çözünmeyen bir protein çeşididir ve gluten alerjeninin uyutulması sonucu oluşan kalıtsal bir otoimmün bozukluktur ve ince bağırsakta hasara ve sonuç olarak besin emiliminde bozulmaya yol açar (Rajpoot & Makharia, 2013; Caio et al., 2019; Scherf et al., 2020). Çölyak hastalığının tedavisi, hastanın

glutensiz diyete sıkı bir şekilde uymasını gerektirir. Glutensiz diyete sıkı bir şekilde uyulmasına rağmen, önemli sayıda hastada yalnızca kısmi semptomlarda iyileşme bildirilmektedir (Stasi et al., 2016). Kalıcı semptomların en yaygın nedeni gluten içeren yiyeceklerin farkında olmadan tüketilmesidir. Diğer olası nedenler arasında ince bağırsakta bakteriyel aşırı büyüme, geçici laktoz intoleransı, pankreas yetersizliği, zayıf emilen kısa zincirli karbonhidratlar ve gastrointestinal komorbiditeler bulunur (Harnett & Myers, 2020). Çölyak Hastalarının beslenmelerine dikkat etmemeleri durumunda klasik bulgular arasında kronik ishal, büyüme geriliği, karın şişkinliği ve bağırsak malabsorbsiyonuna bağlı yetersiz beslenme yer alır. Klasik olmayan bulgular arasında şişkinlik, kabızlık, kronik yorgunluk, baş ağrısı, karın ağrısı ve osteoporoz gibi gastrointestinal ve intestinal dışı semptomlar yer alır. Literatürde çölyak hastalığındaki mikrositer veya makrositer anemi, trombositoz, koagülopati, tromboembolizm veya trombositopeni gibi hematolojik anormalliklerin açıklamaları yer almaktadır (Mędza & Szlagatys, 2023). Çölyak hastalığında hastalık, besin emilimi için mevcut yüzey alanını ve sindirim enzimlerini azaltır ve demir, folik asit, B_{12} ve B_6 dahil olmak üzere besin eksikliklerinin gelişmesine yol açar (Lev et al., 2024). Ohlund ve arkadaşları yaptıkları çalışmada glutensiz diyet uygulayan çocuk ve ergenlerde enerji ve besin maddelerinin diyet alımlarını değerlendirmeyi amaçlamış olup sonuç olarak da glutensiz diyetteki çocukların, yüksek sakaroz ve doymuş yağ alımı ve düşük diyet lifi, D vitamini ve magnezyum alımı ile ortak bir diyet uygulayan sağlıklı çocuklarla aynı eğilimleri takip ettiği bildirilmiştir (Öhlund et al., 2010). Hastaların çoğunda bağırsak, diyetten glutenin çıkarılmasıyla iyileşmekte ve böylece biyokimyasal değişikliklerin normalleşmesi ve semptomların iyileşmesi desteklenmektedir. Ancak, folat, B_{12} vitamini ve D vitamininin düşük seviyeleri gibi besin eksiklikleri, tedavi edilen çölyak hastalarının bazı alt gruplarında devam edebilmektedir (Caruso et al., 2013).

VEGAN VE ÇÖLYAK BİREYLERE YÖNELİK GASTRONOMİK ÜRÜNLER

Günümüzde özel beslenme gereksinimlerine sahip bireylerin sayısında bir artış gözlemlenmektedir. Bu durum, gastronomi sektöründe bu gruplara yönelik ürün geliştirme ihtiyacını giderek daha da önemli hale getirmektedir. Özellikle vegan ve çölyak bireylerin takip ettikleri diyetlerin sonucunda bazı makro ve mikro besin öğeleri açısından eksiklik yaşayabildiği bilinmektedir. Bu sebeple, vegan ve çölyak bireylerin ihtiyaçlarını karşılayan gastronomik ürünlerin tasarımında hem sağlık odaklı hem de duyusal açıdan tatmin edici çözümler geliştirilmesi elzemdir (Bakaloudi et al., 2021; Craig, 2009).

Literatür incelendiğinde, vegan ve glutensiz diyet için birçok gastronomik inovasyon bulunmaktadır. Paranagama ve arkadaşları yaptıkları çalışmada, genç yeşil jackfruıt, istiridye

mantarı ve hindistancevizi unu kullanarak vegan sosis geliştirerek besin öğesi analizi yapmışlardır (Paranagama et al., 2022). Başka bir çalışmada kaşıklanabilir vegan atıştırmalık ürünlerinin geliştirilmesi kapsamında kinoa kullanılarak protein değeri yüksek reçel geliştirmiştir (Väkeväinen et al., 2020). Puangwerakul ve Soithongsuk ise çalışmalarında pirinç maltı ve türevleri kullanarak vegan et ve yumurta üretiminde bulunmuşlardır. Sonuçları ise vegan etin ticari vegan ete kıyasla 16 kat daha az yağ ve 3 kat daha fazla diyet lifi ile benzer protein ve mineral içeriğine sahip olduğunu belirtmektedir (Puangwerakul, & Soithongsuk, 2022).

Literatürde yer alan başka bir çalışma da ise fastfood ürünü olan burgerin ana bileşeni deniz yosunu ve bezelye kullanılarak vegan diyete uygun bir burger geliştirilmiştir (Fernandes et al., 2023). Glutensiz diyet için ise Bento ve arkadaşları siyah ve carioca fasulyesi kullanarak makarna geliştirerek, beğeni düzeyini ölçmüşler ve sonuç olarak 6,1 puanı ile ortalama üzerinde bir beğeni puanı elde etmişlerdir (Bento et al., 2021). Bir diğer çalışmada ise Taze Okara, jackfruit tohumları kullanılarak 5 farklı vegan bisküvi formülasyonu geliştirmiş ve sonuç olarak ise buğday undan yapılan bisküvilere göre daha yüksek protein, kül ve nem oranlarına sahip ürünler elde edilmiştir (Goh et al., 2024). Literatürde yer alan başka bir çalışmada, çeşitli manyok nişastaları kullanılarak ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir (Dufour et al., 2022). Başka bir glutensiz ekmek çalışmasını ise Utarova ve arkadaşları gerçekleştirmiş, çalışmada mısır, yeşil karabuğday ve muz kullanarak ekmek üretmişlerdir (Utarova et al., 2024).

SONUÇ

Gastronomi alanında özel beslenme gereksinimleri olan bireylerin sayısının artması, veganlık ve çölyak hastalığı gibi farklı beslenme biçimlerinin hem bireyler hem de toplum düzeyinde daha fazla dikkate alınmasını zorunlu hale getirmektedir. Vegan beslenme ve çölyak hastalığı, bireylerin diyetlerinde önemli kısıtlamalara yol açarak beslenme yetersizlikleri riskini artıran iki farklı durumu temsil etmektedir. Vegan bireyler, etik, çevresel ve sağlık odaklı tercihleri nedeniyle tüm hayvansal kaynaklı gıdalardan uzak durmayı tercih etmekte, bu da onları yüksek biyoyararlılığa sahip hayvansal protein kaynakları, omega-3 yağ asitleri ve bazı temel mikro besin ögelerinden mahrum bırakabilmektedir. Öte yandan, çölyak hastalığında gluten tüketimi, ince bağırsaktaki villus yapısının hasar görmesine yol açarak makro ve mikro besin ögelerinin emiliminde ciddi bozulmalara neden olmaktadır (Malhotra, & Lakade, 2025; Lev et al., 2024; Dawczynski et al., 2022;)

Vegan bireylerde sıklıkla gözlemlenen besin ögeleri yetersizlikleri arasında, yüksek biyolojik değere sahip proteinler ve omega-3 yağ asitleri öne çıkmaktadır. Mikro besin ögeleri açısından

ise B_{12} vitamini, D vitamini, kalsiyum, demir, çinko ve iyot eksiklikleri dikkat çekmektedir. Çölyak hastalarında ise bağırsak hasarı nedeniyle protein ve yağ emilimi bozulmakta; bunun yanı sıra demir, folat, B_{12} vitamini, D vitamini ve magnezyum gibi mikro besin ögelerine yönelik yetersizlikler de yaygın olarak gözlemlenmektedir (Gibbs& Cappuccio, 2024; Jeitler et al. 2022; Caruso et al., 2013; Scherf et al., 2020).

Bu bağlamda, gastronomi alanında sürdürülebilir ve kapsayıcı bir hizmet sunabilmek için özel gruplara yönelik beslenme stratejilerinin bilimsel temellere dayalı olarak oluşturulması kaçınılmazdır. Menü planlama sürecinde, fonksiyonel ve zenginleştirilmiş gıda ürünlerinin tercih edilmesi, besin ögesi kayıplarını önlemek açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, gıda güvenliği açısından çapraz bulaşma risklerinin en aza indirilmesi ve etiketleme politikalarının titizlikle uygulanması, bu bireylerin sağlıklı ve dengeli bir diyet sürdürebilmesi için gereklidir. Sonuç olarak, çölyak ve vegan bireylerin ihtiyaçlarına yanıt verebilecek nitelikte, bilimsel temellere dayanan gastronomik uygulamalar hem bireysel hem de toplumsal düzeyde beslenme sağlığının güçlendirilmesine önemli katkılarda bulunacaktır.

KAYNAKÇA

Bakaloudi, D. R., Halloran, A., Rippin, H. L., Oikonomidou, A. C., Dardavesis, T. I., Williams, J., ... & Chourdakis, M. (2021). Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clinical nutrition*, *40*(5), 3503-3521.

Bento, J. A. C., Bassinello, P. Z., Morais, D. K., de Souza Neto, M. A., Bataus, L. A. M., Carvalho, R. N., ... & Júnior, M. S. S. (2021). Pre-gelatinized flours of black and carioca bean by-products: Development of gluten-free instant pasta and baked snacks. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, *25*, 100383.

Caio, G., Volta, U., Sapone, A., Leffler, D. A., De Giorgio, R., Catassi, C., & Fasano, A. (2019). Celiac disease: a comprehensive current review. *BMC medicine*, *17*, 1-20.

Carrero, J. J., González-Ortiz, A., Avesani, C. M., Bakker, S. J. L., Bellizzi, V., Chauveau, P., Clase, C. M., Cupisti, A., Espinosa-Cuevas, A., Molina, P., Moreau, K., Piccoli, G. B., Post, A., Sezer, S., & Fouque, D. (2020). Plant-based diets to manage the risks and complications of chronic kidney disease. Nature Reviews Nephrology, 16(9), 525–542

Caruso, R., Pallone, F., Stasi, E., Romeo, S., & Monteleone, G. (2013). Appropriate nutrient supplementation in celiac disease. *Annals of medicine*, *45*(8), 522-531.

Chen, C., Chaudhary, A., & Mathys, A. (2019). Dietary change scenarios and implications for environmental, nutrition, human health and economic dimensions of food sustainability. Nutrients, 11(4), 856.

Craig, W. J. (2009). Health effects of vegan diets. *The American journal of clinical nutrition*, *89*(5), 1627S-1633S.

Dawczynski, C., Weidauer, T., Richert, C., Schlattmann, P., Dawczynski, K., & Kiehntopf, M. (2022). Nutrient intake and nutrition status in vegetarians and vegans in comparison to omnivores-the Nutritional Evaluation (NuEva) Study. *Frontiers in nutrition*, *9*, 819106.

Fernandes, W. D., Pinto, F. R., Barroso, S., & Gil, M. M. (2023). Development, Characterisation, and Consumer Acceptance of an Innovative Vegan Burger with Seaweed. *Sustainability*, *15*(14), 10869.

Gibbs, J., & Cappuccio, F. P. (2024). Common nutritional shortcomings in vegetarians and vegans. *Dietetics*, *3*(2), 114-128.

Goh, S. X., Mamat, H., & Aziz, A. H. A. (2024). Valorization of agriculture by-product: Development of gluten-free biscuit made from blends of okara and jackfruit seed flour. *Waste Management Bulletin*, *2*(2), 59-65.

Habauzit, V., & Morand, C. (2012). Evidence for a protective effect of polyphenols-containing foods on cardiovascular health: an update for clinicians. *Therapeutic advances in chronic disease*, *3*(2), 87-106.

Harnett, J. E., & Myers, S. P. (2020). Quality of life in people with ongoing symptoms of coeliac disease despite adherence to a strict gluten-free diet. *Scientific Reports*, *10*(1), 1144.

Ilgaz, A., Pınar, E., Özdemir, S.Y. (2016). Bir Tahakkük Biçimi Olarak Türcülük: Etin Cinsel Politikası Üzerine, ONTO Online Psikoloji Dergisi, Sayı 9, 44-48 http://www.ontodergisi.com/birtahakkuk-bicimi-olarak-turculuk-etin-cinsel-politikasi-uzerine/ Erişim Tarihi: 4.12.2024

Jeitler, M., Storz, M. A., Steckhan, N., Matthiae, D., Dressler, J., Hanslian, E., ... & Kessler, C. S. (2022). Knowledge, attitudes and application of critical nutrient supplementation in vegan diets among healthcare professionals—survey results from a medical congress on plant-based nutrition. *Foods*, *11*(24), 4033.

Koutentakis, M., Surma, S., Rogula, S., Filipiak, K. J., & Gąsecka, A. (2023). The effect of a vegan diet on the cardiovascular system. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, *10*(3), 94.

Kumar, J.; Kumar, M.; Pandey, R.; Chauhan, N. S. Physiopathology and Management of Gluten-induced Celiac Disease. J. Food Sci. 2017, 82(2), 270–277. DOI: 10.1111/1750-3841.13612

Lev, L., Petersen, K., Roberts, JL, Kupferer, K. ve Werder, S. (2024). Çölyak Hastalığı Olan Gebe Kadınlarda Folik Asit Takviyesinin ve B12 Vitamini Eksikliğinin Maternal ve Fetal Sonuçlar Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. *Besinler* , *16* (18), 3194.

Lindfors, K.; Ciacci, C.; Kurppa, K.; Lundin, K.E.A.; Makharia, G.K.; Mearin, M.L.; Murray, J.A.; Verdu, E.F.; Kaukinen, K. Coeliac disease. Nat. Rev. Dis. Prim. 2019, 5, 3

Łuszczki, E., Boakye, F., Zielińska, M., Dereń, K., Bartosiewicz, A., Oleksy, Ł. ve Stolarczyk, A. (2023). Vegan diyeti: besin bileşenleri, uygulanması ve yetişkin sağlığına etkileri. *Beslenmede Sınırlar* , *10* , 1294497.

Malhotra, A., & Lakade, A. (2025). Analytical Review on Nutritional Deficiencies in Vegan Diets: Risks, Prevention, and Optimal Strategies. *Journal of the American Nutrition Association*, 1-11.

Marrone, G., Guerriero, C., Palazzetti, D., Lido, P., Marolla, A., Di Daniele, F., & Noce, A. (2021). Vegan diet health benefits in metabolic syndrome. *Nutrients*, *13*(3), 817.

Mędza, A. ve Szlagatys-Sidorkiewicz, A. (2023). Çölyak hastalığında beslenme durumu ve metabolizma: Anlatı incelemesi. *Klinik Tıp Dergisi* , *12* (15), 5107.

Menzel, J., Abraham, K., Stangl, G. I., Ueland, P. M., Obeid, R., Schulze, M. B., ... & Weikert, C. (2021). Vegan diet and bone health—results from the cross-sectional RBVD study. *Nutrients*, *13*(2), 685.

Öhlund, K., Olsson, C., Hernell, O., & Öhlund, I. (2010). Dietary shortcomings in children on a gluten-free diet. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, *23*(3), 294-300.

Özuğur, G., & Hayta, M. (2011). Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. Gıda, 36(5), 287-294.

Pandey, K. B., & Rizvi, S. I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2*(5), 270-278.

Paranagama, I., Wickramasinghe, I., Somendrika, D., & Benaragama, K. (2022). Development of a vegan sausage with young green jackfruit, oyster mushroom, and coconut flour as an environmentally friendly product with cleaner production approach. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, *11*(4), e4029-e4029.

Puangwerakul, Y., & Soithongsuk, S. (2022). Innovation for plant-based foods: Allergen-free vegan meat and egg products from rice processing by-products. *Journal of Current Science and Technology*, *12*(2), 358-371.

Rajpoot, P., & Makharia, G. K. (2013). Problems and challenges to adaptation of gluten free diet by Indian patients with celiac disease. Nutrients, 5(12), 4869-4879.

Rajpoot, P., & Makharia, G. K. (2013). Problems and challenges to adaptation of gluten free diet by Indian patients with celiac disease. Nutrients, 5(12), 4869-4879.

Scherf, K. A., Catassi, C., Chirdo, F., Ciclitira, P. J., Feighery, C., Gianfrani, C., ... & Koehler, P. (2020). Recent progress and recommendations on celiac disease from the working group on prolamin analysis and toxicity. *Frontiers in nutrition*, *7*, 29.

Stasi, E., Marafini, I., Caruso, R., Soderino, F., Angelucci, E., Blanco, G. D. V., ... & Monteleone, G. (2016). Frequency and cause of persistent symptoms in celiac disease patients on a long-term gluten-free diet. *Journal of clinical gastroenterology*, *50*(3), 239-243.

Tonstad, S., Nathan, E., Oda, K., & Fraser, G. (2013). Vegan diets and hypothyroidism. Nutrients, 5(11), 4642-4652.

Utarova, N., Kakimov, M., Gajdzik, B., Wolniak, R., Nurtayeva, A., Yeraliyeva, S., & Bembenek, M. (2024). Development of gluten-free bread production technology with enhanced nutritional value in the context of Kazakhstan. *Foods*, *13*(2), 271.

Väkeväinen, K., Ludena-Urquizo, F., Korkala, E., Lapveteläinen, A., Peräniemi, S., von Wright, A., & Plumed-Ferrer, C. (2020). Potential of quinoa in the development of fermented spoonable vegan products. *Lwt*, *120*, 108912.

Wang, T., Masedunskas, A., Willett, W. C., & Fontana, L. (2023). Vegetarian and vegan diets: benefits and drawbacks. *European heart journal*, *44*(36), 3423-3439.

Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. Food microbiology, 24(2), 115-119.

ULUSLARARASI ÖĞRENCİLERİN KÜLTÜREL UYUM SÜRECİNDE BESLENME ALIŞKANLIKLARININ ROLÜ

Özlem ÖZER ALTUNDAĞ
Karabuk University, Safranbolu Tourism Faculty Gastronomy and Culinary Arts Department, 78600, Safranbolu, Karabuk
ORCID: 0000-0001-7117-6335
Muhammed HASAN
Karabuk University, Safranbolu Tourism Faculty Gastronomy and Culinary Arts Department, 78600 Safranbolu, Karabuk
ORCID: 0009-0008-0478-0661

ÖZET

Küreselleşme, teknolojik gelişmeler ve uluslararası eğitim olanaklarının artmasıyla birlikte, farklı coğrafyalardan bireylerin eğitim amacıyla başka ülkelere göç etme eğiliminde artış gözlemlenmektedir. Türkiye de bu hareketliliğin yoğun yaşandığı ülkelerden biri haline gelmiştir. Özellikle yükseköğrenim görmek üzere gelen yabancı uyruklu öğrenciler, yeni bir eğitim sistemi ve sosyal çevreye uyum sağlama sürecinde birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Bu zorlukların başında ise bireylerin beslenme kültürüne adaptasyon süreçleri gelmektedir. Öğrencilerin geldikleri kültürel altyapı, dini inançlar, alışkanlıklar ve damak zevki; Türkiye'nin beslenme düzeniyle örtüşmeyebilmektedir. Bu durum, öğrencilerin hem fiziksel sağlıklarını hem de genel uyum süreçlerini etkileyebilmektedir. Yemek yemek insan için beslenme yalnızca biyolojik bir gereksinim olmanın ötesinde, kültürel, toplumsal ve ritüel anlamlar da taşıyan çok yönlü bir olgudur. Yiyeceklerin üretiminden tüketimine kadar olan süreç; taşıma, depolama ve sunum gibi aşamalarda toplumsal ilişkiler ve kültürel kodlarla şekillenmektedir. Dünya mutfakları arasında ilk üç sırada yer alan Türk Mutfağı, köklü geçmişi ve zengin kültürel mirasıyla dikkat çeken bir gastronomik yapıya sahiptir. Orta Asya'nın göçebe yaşam tarzından miras kalan et ve süt ürünlerine dayalı beslenme alışkanlıkları, zaman içinde çeşitli medeniyetlerin etkisiyle dönüşüme uğrayarak günümüz Türk Mutfağı'nın çeşitliliğini oluşturmuştur. Türkiye'ye eğitim amacıyla gelen farklı kültürel arka plana sahip öğrenciler, bir yandan kendi beslenme pratiklerini sürdürmeye çalışırken, diğer yandan Türk beslenme kültürüne uyum sağlama sürecinde çeşitli deneyimler yaşamaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'ye gelen yabancı uyruklu bireylerin beslenme kültürüne uyum süreçlerini ele alan, bu süreçte karşılaştıkları güçlükleri, besin tercihlerini ve çözüm yollarını inceleyen çalışmalar derlenmiştir.

Çalışmalar bu bireylerin Türk beslenme kültürüne ve alışkanlıklarına uyum sağlamada güçlükler yaşadıklarını bildirmektedir. Bu bireylerin uyum sürecini kolaylaştırmak adına, kültürel farklılıklara duyarlı beslenme modellerinin geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kültürel Uyum, Beslenme Alışkanlığı, Uluslararası Öğrenciler, Türk Mutfağı

THE ROLE OF NUTRITION HABITS IN THE CULTURAL ADAPTATION PROCESS OF INTERNATIONAL STUDENTS

ABSTRACT

With globalization, technological developments and the increase in international education opportunities, there has been an increase in the tendency of individuals from different geographies to migrate to other countries for educational purposes. Turkey has become one of the countries where this mobility is intense. Especially foreign students who come to Turkey for higher education face many difficulties in the process of adapting to a new education system and social environment. One of the most important of these difficulties is the adaptation process of individuals to the nutrition culture. The cultural background, religious beliefs, habits and palates of the students may not coincide with the dietary patterns of Turkey. This can affect both the physical health and general adaptation processes of students. Eating is a multifaceted phenomenon that carries not only a biological need but also cultural, social and ritual meanings. The process from food production to consumption is shaped by social relations and cultural codes at stages such as transportation, storage and presentation. Turkish cuisine, which ranks among the top three cuisines in the world, has a gastronomic structure that attracts attention with its deep-rooted history and rich cultural heritage. The eating habits based on meat and dairy products inherited from the nomadic lifestyle of Central Asia have transformed over time with the influence of various civilizations and formed the diversity of today's Turkish Cuisine. Students from different cultural backgrounds who come to Turkey for educational purposes try to maintain their own dietary practices while having various experiences in the process of adapting to the Turkish dietary culture. In this study, studies on the adaptation process of foreign nationals coming to Turkey to the Turkish dietary culture, the difficulties they face in this process, their food preferences and solutions were reviewed. Studies report that these individuals have difficulties in adapting to Turkish dietary culture and habits. In order to facilitate the adaptation process of these individuals, it is recommended to develop nutrition models that are sensitive to cultural differences.

Keywords: Cultural Adaptation, Eating Habits, International Students, Turkish Cuisine

GİRİŞ

Üniversite dönemi, genç bireylerin biyolojik, psikolojik ve sosyal yönden yoğun değişimlere maruz kaldığı, aynı zamanda yaşam biçimlerinin yeniden şekillendiği dinamik bir süreçtir. Bu süreçte bireylerin yaşam tarzlarında köklü dönüşümler gözlemlenmekte; özellikle beslenme tercihleri üzerinde etkili olan özerklik artışı, kısıtlı ekonomik kaynaklar, yeni sosyal çevreler ve farklı kültürel beslenme alışkanlıkları gibi unsurlar, bireyin beslenme davranışlarını belirgin şekilde değiştirebilmektedir. Söz konusu değişim, genç yetişkinlik döneminde sağlıksız beslenme eğilimlerinin artmasına ve dolayısıyla kronik hastalıkların görülme riskinin yükselmesine neden olabilmektedir (Baysal, 2011). Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO), uluslararası öğrencileri, eğitim amacıyla kendi ülkesinin dışına çıkarak başka bir ülkede yükseköğretime kayıt yaptıran bireyler olarak tanımlamaktadır. Yükseköğretimin küresel ölçekte yaygınlaşması, çok sayıda öğrencinin üniversite eğitimi için farklı ülkelerde geçici olarak ikamet etmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda uluslararası öğrenciler; dil bariyerleri, akademik beklentilerin yarattığı baskı, ekonomik yetersizlikler ile aile, arkadaş ve sosyal destek sistemlerinden uzak kalma gibi çeşitli uyum sorunlarıyla karşı karşıya kalabilmektedir (Çakır, 2014).

Uluslararası öğrenciler, yeni bir kültürel ve çevresel ortama adapte olmaya çalışırken beslenme alışkanlıklarında ve genel sağlık durumlarında önemli değişiklikler yaşayabilmektedir. Ev sahibi ülkenin beslenme kültürüne maruz kalmak, öğrencilere hem fiziksel hem de psikolojik açıdan çeşitli zorluklar getirmektedir. Bu süreçte öğrenciler, alışık olmadıkları gıdalara uyum sağlama, mevcut besinlerin yerine alternatif ürünler bulma ve kendilerine uygun yeni bir beslenme düzeni oluşturma çabası içerisine girmektedirler (Brown, 2009). Tüketilen gıdaların türü, porsiyon miktarları ve ekonomik erişilebilirliğindeki değişiklikler, sağlıksız beslenme davranışlarının ortaya çıkmasına neden olabilmekte; bu durum ise çeşitli sağlık problemleri açısından risk teşkil etmektedir (Soylu, 2018). Aynı zamanda üniversite yaşamı boyunca öğrencilerin ev dışında geçirdikleri sürenin artması, öğün atlama eğilimlerinin yükselmesine ve beslenme çeşitliliğinde azalmaya yol açmaktadır. Bu tür tek yönlü ve dengesiz beslenme alışkanlıklarının ise yetersiz besin alımına, vücut ağırlığında dengesizliklere ve kronik hastalık riskinde artışa neden olabileceği bildirilmektedir (Cena & Calder, 2020; Plichta & Jezewska-Zychowicz, 2019).

2020-2021 eğitim-öğretim yılı itibarıyla Türkiye'deki 208 yükseköğretim kurumunda yaklaşık 223.000 uluslararası öğrencinin öğrenim görmekte olduğu bildirilmektedir (Yükseköğretim Kurulu, 2021). Ancak bu öğrencilerin yalnızca %24,7'sinin, kendi ülkelerinde alışık oldukları besinlere erişim sağlayabildikleri ve mevcut beslenme alışkanlıklarını sürdürebildikleri ifade

edilmektedir (Demir & Aydın, 2021). Avrupa ve Çin'de yürütülen çeşitli araştırmalarda, uluslararası öğrenciler arasında öğün atlama sıklığının arttığı, yemek tüketim hızının yükseldiği ve fast food ürünlerine yönelimin belirgin şekilde arttığı bulgulanmıştır (Li et al., 2019; Müller & Schubert, 2020). Bununla birlikte, meyve ve sebze tüketiminde azalma yaşandığı ve bu durumun beden kütle indeksi (BKİ) üzerinde artışa yol açtığı belirlenmiştir (Li et al., 2019; Müller & Schubert, 2020). Beslenme alışkanlıklarındaki bu değişimlerin, bireylerin protein, yağ, kolesterol, sodyum ve fosfor alım düzeylerini artırdığı; buna karşın karbonhidrat, diyet lifi, kalsiyum, E vitamini ve C vitamini alımlarını azalttığı rapor edilmiştir (Kaya & Erdem, 2020; Zhang & Liu, 2018).

Avrupa ve Çin'de gerçekleştirilen araştırmalar, uluslararası öğrencilerin beslenme alışkanlıklarında olumsuz yönde değişimlerin yaşandığını ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda, öğrencilerin daha sık öğün atladıkları, yemek yeme hızlarının arttığı, fast food tüketiminde artış gözlemlendiği ve buna karşılık meyve ile sebze tüketiminde azalma olduğu belirlenmiştir. Bu değişimlerin, öğrencilerin beden kitle indeksi (BKİ) üzerinde olumsuz etkiler yarattığı da raporlanmıştır. Bu uluslararası öğrencilerin sayısal artışı ve literatürün sınırlı olması, değişim programına katılan öğrencilerin mevcut ve gelecekte karşılaşabilecekleri sorunlara farklı bir bakış açısıyla yaklaşılmasını zorunlu kılmaktadır. Türkiye'ye her yıl artan sayıda öğrenci eğitim almak ve iş deneyimi kazanmak amacıyla gelmektedir (Bektaş, 2008) Türkiye'de uluslararası öğrenci kabulü süreci, 1981 yılında yükseköğrenim görmek isteyen yabancı uyruklu bireyler için düzenlenen Yabancı Uyruklu Öğrenci Sınavı (YÖS) ile başlamış; 1992 yılında ise bu uygulama, Türk ve Akraba Toplulukları Sınavı (TCS) ile sürdürülmüştür (Kavak & Başkan, 2001). Bununla birlikte, İslam Kalkınma Bankası, Türkiye Diyanet Vakfı gibi çeşitli ulusal ve uluslararası kuruluşlar aracılığıyla da birçok öğrenci Türkiye'de eğitim alma imkânı bulmaktadır (Kıroğlu, Kesten & Elma, 2010). Bu çalışma Türkiye'ye gelen uluslarası öğrencilerin kültürel uyum süreci içindeki beslenme uygulamalarını ele almakta olup bu alanda yapılmış olan çalışmaları derlemektedir.

KÜRESELLEŞME VE ULUSLARARASI ÖĞRENCİ HAREKETLİLİĞİ

Küreselleşmenin etkisiyle, birçok alanda olduğu gibi eğitim sektöründe de hızlı ve kapsamlı dönüşümler yaşanmaktadır. Bu dönüşüm süreci, çeşitli alanlarda ortaya çıkan ortak pazar anlayışının yükseköğretim başta olmak üzere eğitim alanına da yansımasına neden olmuştur. Bu bağlamda uluslararası öğrenci dolaşımı, küresel eğitim pazarının önemli bir unsurunu oluşturmaktadır. Kıroğlu, Kesten ve Elma (2010) tarafından da belirtildiği üzere, yükseköğretim kurumları bu dönüşümün önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Son yirmi yılda üniversiteler, küresel ekonomik yapının hem bir "oyun alanı" hem de aktif bir "oyuncusu"

konumuna gelmiştir (de Wit, 2002). Bu yapısal değişim, üniversitelerin toplumsal politika aracı olma işlevinden uzaklaşarak, giderek ekonomik politikaların bir unsuru haline gelmesine neden olmuştur (Currie, De Angelis, De Boer, Huisman & Lacotte, 2003).

Uluslararası öğrenciler bu yapının en stratejik figürlerinden biridir. 2006 yılında yaklaşık üç milyon olan uluslararası öğrenci sayısının 2025 yılında sekiz milyona ulaşacağı öngörülmektedir (Bohm, Davis, Meares & Pearce, 2002; OECD, 2008). 2012 yılında ise yaklaşık 4,5 milyon öğrencinin kendi ülkeleri dışındaki yükseköğretim kurumlarına kayıtlı olduğu bildirilmiştir (OECD, 2014). Uluslararası öğrenci oranı açısından Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin yanı sıra Avustralya, Avusturya, Birleşik Krallık, Lüksemburg, İsviçre ve Yeni Zelanda da öne çıkan ülkeler arasındadır. Uluslararası öğrenci hareketliliği sadece niceliksel bir artışı değil, aynı zamanda sosyal, kültürel, ekonomik ve politik katkılarıyla da yükseköğretimde stratejik bir önem arz etmektedir (Günay & Günay, 2011; Özoğlu, 2011; Özer, Gür & Küçükcan, 2011). Nitelikli uluslararası öğrenciler, yükseköğretim sistemlerine ekonomik ve beşerî sermaye açısından ciddi katkılar sağlamaktadır. Bu nedenle birçok ülke uluslararası öğrenci çekme konusunda kıyasıya bir rekabet içerisindedir. Örneğin, Kanada'da uluslararası öğrencilerin ülke ekonomisine yaptığı katkı, bazı ihracat sektörlerinden elde edilen gelirleri dahi aşmaktadır Roslyn Kunin and Associates, Inc. (2009). Benzer şekilde Avustralya'da da uluslararası eğitim faaliyetleri, hizmet sektöründe ihracat kalemleri arasında birinci sıradadır. Bu bağlamda uluslararası öğrencilerin yalnızca ekonomik değil, akademik, sosyal ve kültürel anlamda da üniversitelere ve ev sahibi ülkeye katkı sağladığı görülmektedir. Uluslararası nitelikli lisansüstü öğrenciler, yükseköğretim kurumlarının bilimsel araştırma kapasitesini artırmakta ve bu kurumların küresel ölçekte rekabet gücünü güçlendirmektedir. Uluslararası eğitim, yalnızca ekonomik katkılar ya da belirli meslek alanları için insan kaynağı yetiştirme açısından değil; aynı zamanda eğitim ortamlarının niteliğini ve çeşitliliğini zenginleştirmesi bakımından da önem arz etmektedir. Farklı ülkelerden gelen öğrenciler ve öğretim elemanlarının bir arada bulunması, eğitim süreçlerinin şekillenmesinde doğrudan etkili olmakta; bununla birlikte kültürler arası etkileşimi ve diyaloğu da destekliyor Roslyn Kunin and Associates, Inc. (2009).

Türkiye'deki uluslararası öğrenciler, tıpkı diğer ülkelerde öğrenim gören akranları gibi; dil ve eğitim süreçlerine ilişkin zorlukların yanı sıra, psikolojik, sosyal ve ekonomik temelli sorunlar da yaşayabilmektedir. Yeni bir ülkede öğrenim görmek, beraberinde akademik baskıların yanı sıra maddi güçlükler, sağlık sorunları, yalnızlık hissi ve kişiler arası iletişim problemleri gibi çeşitli stres kaynaklarını da getirebilmektedir. Bu öğrencilerin, kendi kültürel çevrelerinden ayrılarak farklı bir kültürel bağlama uyum sağlamaları sürecinde zorlandıkları; zaman zaman

ayrımcılığa maruz kaldıkları ve bu durumun akademik başarılarını, sosyal ilişkilerini ve dil gelişimlerini olumsuz yönde etkileyebildiği görülmektedir (Çakır, 2014; Hechanova-Alampay, Beehr, Christiansen & Van Horn, 2002).

Küresel ölçekte yaşanan öğrenci hareketliliği, yalnızca dil ve eğitimle sınırlı kalmayıp, çeşitli uluslararası öğrenciler, gittikleri ülkelerde yalnızca eğitimle ilgili değil; aynı zamanda sosyo-kültürel ve ekonomik düzeyde çeşitli zorluklarla da karşı karşıya kalmaktadır. Bu öğrencilere yönelik yapılan araştırmalar, çoğunlukla yalnızlık hissi, kültürel adaptasyon güçlükleri, içe dönüklük, kültür şoku ve psikolojik uyum problemleri yaşandığını ortaya koymaktadır (Biggs, 1999; Furnham, 1997; Lewins, 1990; Tomich, McWhirter & King, 2000; Kashima, Emiko & Evelyn Loh, 2006; Kılıçlar, Sarı & Seçilmiş, 2012; Kıroğlu, Kesten & Elma, 2010). Örneğin, Yang (2006) tarafından İngiltere'de öğrenim gören 12 Çinli öğrenciyle gerçekleştirilen nitel araştırmada, öğrencilerin en çok zorlandıkları konunun sosyo-kültürel uyum olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte barınma, beslenme, sağlık hizmetlerine erişim, iklim koşulları, ulaşım sorunları ve memleket özlemi gibi faktörler de bu öğrenciler için önemli uyum zorlukları arasında yer almaktadır. Güçlü (1996) ile Sandhu ve Asrabadi'nin (1994) çalışmaları, uluslararası öğrencilerin yaşadıkları kültürel adaptasyon sürecinde çeşitli psikolojik zorluklarla karşılaştıklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca mevcut literatürde, yabancı uyruklu öğrencilerin maruz kaldıkları önyargıların, hem psikolojik iyi oluşlarını hem de kültürel uyum süreçlerini olumsuz yönde etkilediğine işaret eden çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Hayes & Lin, 1994; Manyika, 2001; Mori, 2000; Nebedum-Ezeh, 1997; Sandhu, 1995; Yoon & Portman, 2004; Winkelman, 1994).

KÜLTÜR ŞOKU VE KÜLTÜREL UYUM

Kültür, bir toplumun etkinliklerini, değerlerini, normlarını ve yaşam biçimini şekillendiren temel bir yapıdır (Dunkley, 2009). Öğrenciler, öğrenim amacıyla gittikleri yeni ortamlara kendi kültürel geçmişlerini ve alışkanlıklarını da beraberinde getirirler. Farklı bir kültürel çevrede yaşamaya başlamak, özellikle kısa süreli öğrenimlerde dahi bireyin yaşamında önemli değişimlere yol açabilmektedir. Bu bağlamda, kültür şoku kavramı, bireylerin alışık olmadıkları bir kültürle karşılaştıklarında yaşadıkları stres, kaygı ve uyum güçlüklerini ifade etmektedir (Dunkley, 2009). Öğrenciler uyum sürecinde ev sahibi kültüre ilişkin bilgileri genellikle sosyal etkileşimler aracılığıyla edinmektedir. Yabancı öğrenciler için en etkili bilgi kaynağı, ev sahibi ülkede edindikleri arkadaş çevreleridir. Brown (2009) tarafından vurgulandığı üzere, kültürlerarası etkileşim bireylerin uyum süreçlerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Kültürlerarası farkındalık ise, farklı kültürel geçmişe sahip bireylerle kurulan iletişim ve etkileşim aracılığıyla gelişim göstermektedir (Erişti, 2009). Ancak bu farkındalığın sağlıklı bir

şekilde oluşabilmesi ve sürdürülebilir olması, taraflar arasında ortak bir dilin etkili ve doğru biçimde kullanılmasına bağlıdır.

ADAPTASYON SÜRECİ VE DİL KAVRAMI

Uluslararası öğrenciler, farklı bir ülkede yaşamaya başladıkları bu noktadan itibaren bireyler, kültürlerarası uyum sürecine dâhil olmaya başlarlar. Kültürlerarası adaptasyon, bireyin farklı bir kültürel ortamda yaşamını sürdürebilme ve bu ortama uyum sağlama sürecini ifade etmektedir ve oradaki bireylerle etkili iletişim kurma becerisi olarak tanımlanmaktadır (Karamanoğulları, Doğan & Bozkurt, 2009). Bireyin içinde bulunduğu topluma uyum sağlaması, sosyal kabul görmesi ve başarılı bir akademik süreç geçirebilmesi açısından büyük önem taşır.

Başarılı bir adaptasyon sürecine sahip bireyler; esnek, sabırlı, empatik, açık fikirli, meraklı, saygılı ve belirsizliğe tolerans gösterebilen özellikler göstermektedir (Brewster, 2005, akt. Karamanoğulları, Doğan & Bozkurt, 2009). Ayrıca adaptasyon sürecinde iletişim, bireyler arasında temel bir işlev üstlenmektedir. Kendi kültürel yapısından farklı bir toplum içine giren bireylerin, özellikle dil olmak üzere; beslenme alışkanlıkları, giyim tarzı ve alışveriş pratikleri gibi gündelik yaşam unsurlarına uyum sağlayabilmeleri açısından iletişim hayati bir araçtır. Bu noktada bireyler, günlük yaşamlarını sürdürebilmek ve yeni sosyal çevrelerine entegre olabilmek için etkili iletişim kurma becerilerine ihtiyaç duymaktadır. Nitekim her toplum, kendine özgü kültürel değerler ve sosyal normlar barındırmaktadır. Bu bağlamda, farklı ülkelerden Türkiye'ye gelen uluslararası öğrencilerin sosyo-kültürel uyum sürecinde çeşitli zorluklarla karşı karşıya kaldıkları açıktır. Bu süreçte iletişim, bireyin sosyal çevreye katılımı ve günlük yaşamını sürdürebilmesi açısından en temel araçlardan biridir. Özellikle dil yeterliliği, alışveriş, ulaşım, sağlık hizmetlerinden yararlanma gibi temel alanlarda doğrudan belirleyici rol oynamaktadır. Her toplum, kendine özgü kültürel normlar, değerler ve yaşam biçimleriyle karakterize edilmektedir. Bu nedenle, farklı bir kültürel çevreyle karşılaşan bireylerin çeşitli uyum problemleri yaşaması olasıdır. Türkiye'ye farklı ülkelerden gelen uluslararası öğrencilerin de sosyo-kültürel bağlamda çeşitli zorluklarla karşılaştıkları bilinmektedir. Bunun yanında, öğrencilerin aile özlemi, barınma koşulları, yurt yaşamına adaptasyon ve sosyal ilişkiler gibi alanlarda da çeşitli uyumsuzluklar yaşadıkları gözlemlenmektedir. Tüm bu sorunların üstesinden gelebilmek ve yeni çevreye tam anlamıyla uyum sağlayabilmek için belirli bir zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Sinan Zavalsız ve Emine Gündağ'ın 2017 yılında yayımladıkları yabancı uyruklu Öğrencilerin Sosyo-Kültürel Entegrasyonu (Karabük Üniversitesi örneği) başlıklı makalede geçmektedir.

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, uluslararası öğrencilerin karşılaştıkları sorunların farklı perspektiflerden ele alındığında belirli temalar etrafında gruplanabildiği görülmektedir. Wu ve arkadaşları (2015: 5) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre bu temalar; yabancı dil yetersizliğinden kaynaklanan iletişimsel engeller, uluslararası öğrencilerin akademik beklentileri ile öğretim elemanlarının bu öğrencilere yönelik beklentileri arasındaki uyumsuzluktan doğan akademik engeller, öğrencilerin yeni bir ülkede karşılaştıkları sosyal sorunlardan kaynaklanan sosyal engeller ve kültürel farklılıklar ile kültürel çatışmaların yol açtığı kültürel engeller şeklinde dört ana başlıkta toplanmaktadır.

KÜLTÜR VE BESLENME

Kültür, kuşaktan kuşağa aktarılan gelenek, görenek ve yaşam tarzı gibi öğelerin bütünüdür. Aynı zamanda çok boyutlu bir yapıya sahiptir ve bu yapının önemli bileşenlerinden biri de mutfak kültürüdür. Yemeklerin hazırlanma biçimi, pişirme teknikleri, tüketim alışkanlıkları ve kullanılan malzemeler, bir toplumun kültürel yapısını yansıtan göstergeler arasında yer almaktadır (Beşirli, 2010). Göç, turizm, savaş, sağlık ve eğitim gibi etkenler toplumların kültürel yapılarında değişimlere neden olmaktadır. Türk toplumunda göç olgusu, kültürel yapıyı zenginleştiren önemli bir faktör olmuştur. Bu çerçevede, göçmenler, turistler ve mülteciler gibi çeşitli gruplar, bulundukları bölgedeki mutfak kültürünü etkileme potansiyeline sahiptir (Arı, 2010).

Beslenme, temel olarak insanın yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan biyolojik bir süreçtir. Ancak bu sürece dahil olan yiyeceklerin temini, hazırlanışı ve tüketimi yalnızca biyolojik değil, aynı zamanda kültürel bir davranış örüntüsü olarak değerlendirilmektedir (McIntosh, 1996). Beslenme, bireyin hangi yiyeceği ne zaman, nasıl ve kimlerle birlikte tüketeceğine ilişkin normlar üzerinden toplumsal boyut kazanır. Bu bağlamda, beslenme kültürü bireyin sosyal kimliğini yansıtan önemli bir göstergedir. Tezcan'a (2000) göre kültür; ne yiyeceğimizin belirleyicisi, küçük yaşlarda öğrenilen ve kolay kolay değişmeyen bir yapı ve yiyeceklerin bütünlüğünün bir parçası olması açısından belirleyicidir. Her mutfağın kendine özgü pişirme teknikleri, besin tercihleri ve dini ya da bölgesel kısıtlamaları bulunmaktadır (Şavkay, 2000).

TÜRK MUTFAK KÜLTÜRÜ

Toplumların sahip oldukları kültürel değerler, yaşam biçimlerini ve özellikle yeme-içme alışkanlıklarını şekillendirmede önemli bir rol oynamaktadır. Farklı toplumların kendilerine özgü kültürel yapılar barındırdığı bilinmektedir. Bu bağlamda, Türk kültürü de yemek çeşitliliği, lezzet profili ve karakteristik özellikleri açısından diğer kültürlerden ayrışmaktadır (Turkish Cuisine, 2008). Türkler, tarih sahnesine çıktıkları ilk Tarihsel süreç incelendiğinde, toplumların erken dönemlerinden itibaren beslenmeye büyük önem atfettikleri görülmektedir.

Yeme-içme olgusu, sosyal yaşamın her döneminde temel belirleyici unsurlardan biri olarak yerini almıştır. Özellikle Türk yönetim anlayışında, halkın açlık ve yoksullukla karşı karşıya bırakılmaması, yönetimsel bir sorumluluk ve temel ilke olarak benimsenmiştir (Talas, 2005).

Türk mutfağının tarihsel gelişiminde, Orta Asya Türk toplulukları ile Selçuklu ve Osmanlı İmparatorluğu dönemlerinin belirleyici bir rolü bulunmaktadır. Bununla birlikte, günümüz Türk mutfağının biçimlenmesinde ve çeşitlenmesinde, tarih boyunca Anadolu coğrafyasında yaşamış farklı uygarlıkların da önemli katkıları olmuştur (Güler & Olgaç, 2010).

Türk mutfak kültürü incelendiğinde, kökenlerinin 10. ve 11. yüzyıllara dayandığı ve Orta Asya'dan başlayarak günümüze kadar uzanan köklü, dinamik bir tarihsel gelişim sürecine sahip olduğu görülmektedir. Asya ve Anadolu coğrafyalarının sunduğu zengin tarımsal çeşitlilik, farklı medeniyetlerle tarihsel süreçte kurulan kültürel etkileşimler ve özellikle Selçuklu ile Osmanlı saray mutfaklarında geliştirilen ileri düzeydeki gastronomik uygulamalar, bu zenginliğin oluşmasında belirleyici rol oynamıştır. Özgün tatlar ile Mezopotamya kaynaklı Anadolu mutfak birikimi, Türk mutfağının zenginliğini ve çeşitliliğini besleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Göçebe yaşam tarzından başlayarak, Anadolu yerleşik yaşamına, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerine uzanan bu kültürel gelişim süreci, Türk mutfak kültürünü günümüzde oldukça gelişmiş ve olgun bir seviyeye taşımıştır (Gurme Guide, 2007). Gastronomi alanında uzmanlaşmış birçok araştırmacıya göre, Türk mutfağı dünyadaki önde gelen mutfaklar arasında sayılmaktadır. (www.gurmeguide.com.tr, 2007).

Aynı zananda Türk mutfağı çorbalar, tahıl ve et bazlı sulu yemekler, sebze yemekleri, zeytinyağlılar, hamur işleri, kızartmalar, tatlılar ve geleneksel içeceklerden oluşan geniş bir yelpazeye sahiptir. Bunun yanı sıra pekmez, bulgur, yoğurt ve tarhana gibi kültürel açıdan özgün gıdalar da mutfağın temel yapı taşları arasında yer alır. Bu çeşitlilik, Türk mutfağını hem sağlıklı ve dengeli beslenme açısından zengin kılmakta hem de vejetaryen beslenme biçimleri için uygun bir temel oluşturmaktadır. Türkiye'nin farklı bölgelerinde görülen beslenme alışkanlıkları, özellikle düğün, sünnet gibi kutlamalar ile dini törenlerde sembolik ve ritüel bir nitelik kazanmaktadır (Sürücüoğlu & Özçelik, 2008).

Türk mutfağının karakteristik özellikleri oldukça geniş kapsamlıdır. Genel başlıklar altında öne çıkan unsurlar şu şekilde özetlenebilir (Sürücüoğlu & Özçelik, 2008; Anonim, 2018):

- ✓ Ekmek, temel bir besin maddesi olup, toplumsal hafızada kutsal bir değer taşımaktadır.
- ✓ Kebap çeşitleri, sulu et yemekleri ve hamur işleri mutfağın ana unsurları arasındadır.
- ✓ Sebzelerin, et ile birlikte soğan ve salça eşliğinde pişirilmesi yaygın bir tekniktir.
- ✓ Zeytinyağı, özellikle Batı Anadolu mutfağında sıkça tercih edilmektedir.

- ✓ Bulgur, çorba, sebze yemekleri ve köfte gibi tariflerde yaygın şekilde kullanılan yerel bir tahıldır.
- ✓ Bazı yemekler, meyve ve kurutulmuş meyvelerle tatlandırılmaktadır.
- ✓ Baharat kullanımı oldukça yaygındır; en sık tercih edilenler kırmızı biber ve tuzdur.
- ✓ Yoğurt, Türk sofrasının vazgeçilmez bir parçasıdır; pek çok yemek yoğurtla birlikte tüketilmektedir.
- ✓ Tatlılarda, şekerin yanı sıra pekmez de doğal tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır.
- ✓ Yemeklerde soslar sonradan eklenmemekte, tabaklarda ise minimal süslemeler yapılmaktadır.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN BESLENME DURUMLARI

Beslenme, yaşam tarzı ve davranışlarla yakından ilişkili olup, bireyin fiziksel ve zihinsel sağlığı açısından temel bir etkendir. Sağlıklı beslenme, büyüme ve gelişmenin yanı sıra hastalıkların önlenmesinde de belirleyici rol oynamaktadır (Baysal, 2011). Uygun bir diyet modeli, bireyleri dengeli ve sağlıklı beslenme biçimlerinin, kanser, tip 2 diyabet, obezite ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların önlenmesinde koruyucu bir rol üstlendiği belirtilmektedir (Cena & Calder, 2020; Plichta & Jezewska-Zychowicz, 2019).

Türkiye'de eğitim görmek amacıyla farklı ülkelerden gelen öğrenciler, yeni bir kültürel ve sosyal çevreye uyum sağlamakta çeşitli zorluklar yaşayabilmektedir. Bu süreçte beslenme, öğrencilerin en temel ihtiyaçlarından biri olarak ön plana çıkmaktadır. Alışkın olunan besinlere ulaşamama, yeni tatlara adaptasyon süreci ve ekonomik yetersizlikler öğrencilerin sağlıklı beslenme düzenini olumsuz etkileyebilmektedir (Soylu, 2018; Aysin, 2019).

Araştırmalar, uluslararası öğrenciler arasında obezite ve fazla kiloluluk oranlarının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Gelashvili et al., 2020; Mohammed et al., 2021). Türkiye'de yapılan bir çalışmada, yabancı uyruklu öğrencilerin %22,5'inin Türkiye'ye geldikten sonra vücut ağırlığında artış yaşadığı bildirmiştir (Soylu, 2018). Bu durum, öğrencilerin beslenme alışkanlıklarında meydana gelen değişimlerin sağlık üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir. Öte yandan, yeme bozuklukları da üniversite öğrencileri arasında yaygın olarak görülen psikolojik ve davranışsal sorunlar arasında yer almaktadır. Yeme davranışlarına ilişkin düşünceler, tutumlar ve duyguların bozulmasıyla ortaya çıkan bu durum, tüm yaş, sosyoekonomik ve etnik gruplarda artan bir tehdit olarak değerlendirilmektedir (Jahrami et al., 2019). Yeme bozukluğu tanısı konan bireylerde ölüm oranlarının yüksek olduğu belirlenmiştir (Arcelus et al., 2011). Üniversite öğrencileri bu bağlamda risk grubunda yer almaktadır (Ünalan & Öztop, 2009).

SONUÇ

Küreselleşme olgusu ve uluslararasılaşma politikalarının etkisiyle birlikte, yükseköğretim sistemlerinde uluslararası öğrenci hareketliliği hızla artış göstermektedir. Türkiye, son yıllarda bu hareketliliğin önemli merkezlerinden biri hâline gelmiş ve birçok farklı kültürel arka plandan gelen öğrenciyi ağırlamaya başlamıştır (Altbach & Knight, 2007). Ancak, uluslararası öğrenciler açısından yeni bir sosyo-kültürel çevreye entegre olma süreci, pek çok uyum sorununu da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların başında ise, öğrencilerin yerel beslenme sistemine adaptasyon süreci gelmektedir (Satia-Abouta, 2003).

Uluslararası öğrenciler, geldikleri ülkelere özgü beslenme alışkanlıklarını, dini inançlarını ve damak tatlarını beraberlerinde getirirken; Türkiye'deki yaygın beslenme alışkanlıklarıyla örtüşmeyen birçok unsurla karşı karşıya kalabilmektedirler. Uyum sürecinde yaşanan dil engelleri, ekonomik yetersizlikler ve belirli gıdalara ulaşım zorlukları; bireylerin sadece fiziksel sağlıklarını değil, aynı zamanda psikolojik iyi oluş düzeylerini de olumsuz etkileyebilmektedir (Alakaam et al., 2015; Kwan et al., 2010).

Literatürde yer alan bulgulara göre, birçok uluslararası öğrenci Türkiye'de öğrenim gördükleri süre boyunca öğün atlama, fast-food tüketiminde artış, meyve ve sebze tüketiminde azalma gibi davranış değişiklikleri göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin beden kütle indekslerinde artışa ve genel sağlık düzeylerinde olumsuz gelişmelere yol açabilmektedir (Brown et al., 2010; Papadaki et al., 2007).

Bu tür beslenme davranışları, yalnızca sağlıkla sınırlı etkiler yaratmamakta; aynı zamanda bireyin içinde bulunduğu kültüre entegrasyon sürecini de zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, üniversitelerin uluslararası öğrenciler için kültürel farklılıklara duyarlı beslenme destek programları geliştirmesi büyük önem taşımaktadır (Mihalopoulos et al., 2008). Üniversite yemek hizmetlerinin çeşitlendirilmesi, dini ve kültürel hassasiyetleri gözeten menü seçeneklerinin sunulması, öğrencilerin uyum sürecini destekleyen önemli stratejiler arasında yer alabilir.

Sonuç olarak, uluslararası öğrencilerin sağlıklı, dengeli ve sürdürülebilir bir yaşam tarzı geliştirmelerine katkı sağlayacak şekilde, çok boyutlu ve kapsayıcı politikaların hayata geçirilmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Anonim. (2018). Türk mutfağının temel özellikleri. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.

Arcelus, J., Mitchell, A. J., Wales, J., & Nielsen, S. (2011). Mortality rates in patients with anorexia nervosa and other eating disorders: A meta-analysis of 36 studies. Archives of General Psychiatry, 68(7), 724–731. https://doi.org/10.1001/archgenpsychiatry.2011.74

Arı, Y. (2010). Türkiye'de mutfak kültürü üzerine bir değerlendirme. Sosyoloji Dergisi, 3(21), 45–58.

Aysin, A. (2019). Uluslararası öğrencilerin Türkiye'deki beslenme alışkanlıkları: Nitel bir araştırma. Beslenme ve Diyetetik Dergisi, 47(2), 101–112.

Baysal, A. (2011). Beslenme. Hatiboğlu Yayınları.

Bektaş, Y. (2008). Türkiye'de yabancı uyruklu öğrencilerin sorunları. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 5(1), 1–15.

Beşirli, N. (2010). Türk mutfak kültürü ve yemek sosyolojisi. Gastronomi ve Mutfak Sanatları Dergisi, 1(1), 23–35.

Biggs, J. (1999). Teaching across cultures. In S. Hood (Ed.), Teaching and learning in higher education: New trends and innovations (pp. 16–27). University of Aveiro

Bohm, A., Davis, T., Meares, D., & Pearce, D. (2002). Global student mobility 2025: Forecasts of the global demand for international higher education. IDP Education Australia.

Brown, L. (2009). International students in England: Finding belonging through food. Anthropology of Food, (6). https://doi.org/10.4000/aof.6405

Cena, H., & Calder, P. C. (2020). Defining a healthy diet: Evidence for the role of contemporary dietary patterns in health and disease. Nutrients, 12(2), 334. https://doi.org/10.3390/nu12020334

Currie, J., De Angelis, R., De Boer, H., Huisman, J., & Lacotte, C. (2003). Globalizing practices and university responses: European and Anglo-American differences. Greenwood Publishing Group.

Çakır, O. (2014). Yabancı uyruklu üniversite öğrencilerinin uyum süreci. Eğitim ve Bilim, 39(176), 333–343.

Demir, N., & Aydın, B. (2021). Yabancı uyruklu öğrencilerin Türkiye'deki beslenme alışkanlıkları. Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 6(2), 123–138.

De Wit, H. (2002). Internationalization of higher education in the United States of America and Europe: A historical, comparative, and conceptual analysis. Greenwood Press.

Dunkley, J. (2009). Culture shock and adaptation. Intercultural Studies Journal, 4(2), 12–20.

Erişti, S. D. (2009). Kültürlerarası iletişimde farkındalık. İletişim Kuram ve Araştırma Dergisi, (28), 1–18.

Furnham, A. (1997). The experience of being an overseas student. In D. McNamara & R. Harris (Eds.), Overseas students in higher education (pp. 13–29). Routledge.

Gelashvili, L., Wang, W., & Tang, C. (2020). Dietary habits among international students: A cross-cultural study. Nutrition Research and Practice, 14(4), 289–295.

Güçlü, M. (1996). Kültür şoku ve uyum süreci. Türk Psikoloji Dergisi, 11(38), 1–13.

Güler, S., & Olgaç, T. (2010). Türk mutfağında tarihsel süreç. Gıda Yayıncılık.

Günay, D., & Günay, A. (2011). Uluslararası öğrencilerin yükseköğretime katkısı. Yükseköğretim ve Bilim Dergisi, 1(3), 126–134.

Gurme Guide. (2007). Gurme rehberi: Türkiye mutfakları. Gurme Yayıncılık.

Hayes, R. L., & Lin, H. R. (1994). Coming to America: Developing social support systems for international students. Journal of Multicultural Counseling and Development, 22(1), 7–16.

Jahrami, H. A., Saif, Z. Q., Faris, M. A. I. E., & Hammad, L. N. (2019). Eating disorders risk among university students in the Middle East: A meta-analysis. Eating and Weight Disorders – Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity, 24(1), 1–14.

Karamanoğulları, A., Doğan, A., & Bozkurt, H. (2009). Uluslararası öğrencilerin kültürel adaptasyon süreçleri. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2(9), 245–253.

Kashima, E. S., & Loh, E. (2006). International students' acculturation: Effects of international, conational, and local ties and need for closure. International Journal of Intercultural Relations, 30(4), 471–485.

Kaya, Y., & Erdem, E. (2020). Uluslararası öğrencilerde beslenme durumu. Gıda ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(1), 22–30.

Kavak, Y., & Başkan, G. A. (2001). Türkiye'de yabancı uyruklu öğrencilerin eğitimi. Milli Eğitim Dergisi, 150, 52–65.
Kıroğlu, K., Kesten, A., & Elma, C. (2010). Türkiye'de uluslararası öğrenciler: Uyum ve sorunlar. Yükseköğretim ve Bilim Dergisi, 1(1), 1–9.
Li, L., Wang, X., & Zhang, Y. (2019). International students' dietary acculturation and health behaviors in China. Health Promotion International, 34(4), 697–706.
Manyika, S. (2001). The impact of globalization on education in Africa. Africa Insight, 31(3), 75–80.
McIntosh, W. A. (1996). Sociology of food and nutrition. Plenum Press.
Mohammed, H., Smith, R., & Li, Y. (2021). Cross-cultural dietary practices and health risks of international students. Global Journal of Health Science, 13(3), 45–55.
Mori, S. C. (2000). Addressing the mental health concerns of international students. Journal of Counseling & Development, 78(2), 137–144.
Müller, L., & Schubert, H. (2020). Dietary habits of international students in Germany. Nutrition & Food Science, 50(3), 521–533.
Nebedum-Ezeh, C. (1997). The psychological well-being of international students. Journal of International Students, 2(1), 50–61.
OECD. (2008). Education at a glance 2008: OECD indicators. OECD Publishing.
OECD. (2014). Education at a glance 2014: OECD indicators. OECD Publishing.
Özoğlu, M. (2011). Türkiye'de uluslararası öğrenciler. SETA Yayınları.
Özer, M., Gür, B. S., & Küçükcan, T. (2011). Türkiye'nin uluslararası öğrenciler açısından cazibesi. Yükseköğretim ve Bilim Dergisi, 1(2), 72–81.
Plichta, M., & Jezewska-Zychowicz, M. (2019). Dietary patterns and health among university students. Nutrients, 11(11), 2757. https://doi.org/10.3390/nu11112757
Roslyn Kunin and Associates Inc. (2009). Economic impact of international education in Canada. https://www.international.gc.ca
Sandhu, D. S., & Asrabadi, B. R. (1994). Development of an acculturative stress scale for international students: Preliminary findings. Psychological Reports, 75(1), 435–448.
Soylu, A. (2018). Yabancı uyruklu öğrencilerin Türkiye'deki beslenme alışkanlıkları ve sağlık üzerine etkileri [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi].
Sürücüoğlu, M. S., & Özçelik, A. Ö. (2008). Türk mutfağı. Ankara Üniversitesi Yayınları.
Talas, M. (2005). Türklerde sosyal devlet anlayışı. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14, 273–288.
Tezcan, M. (2000). Kültürün beslenmeye etkisi. Toplum ve Hekim Dergisi, 15(1), 33–38.
Turkish Cuisine. (2008). A selection of Turkish cuisine. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.
Ünalan, D., & Öztop, D. B. (2009). Üniversite öğrencilerinde yeme bozukluğu riski. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 12(3), 59–66.
Winkelman, M. (1994). Cultural shock and adaptation. Journal of Counseling & Development, 73(2), 121–126.
Wu, H., Garza, E., & Guzman, N. (2015). International students' challenge and adjustment to college. Education Research International, 2015, Article ID 202753. https://doi.org/10.1155/2015/202753
Yang, M. (2006). Understanding Chinese international students' lived experiences in UK higher education: A qualitative study. Journal of Higher Education Policy and Management, 28(3), 337–344.
Yoon, E., & Portman, T. A. A. (2004). Critical issues of Asian students' adjustment: Implications for college counselors. Journal of Counseling & Development, 82(1), 10–17.
Yükseköğretim Kurulu. (2021). Yükseköğretim istatistikleri. https://istatistik.yok.gov.tr/
Zhang, Y., & Liu, Y. (2018). Nutritional transition among international students in China. Journal of Nutrition and Health, 7(4), 192–200.

SAĞLIK STATÜSÜ AÇISINDAN CHEMTRAIL: KOMPLO MU GERÇEK Mİ?

Doç. Dr. Fatih BUDAK
Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences,
Department of Healthcare Management, Karaman
ORCID: 0000-0002-6873-6204
Sehernur UZUN
Karamanoğlu Mehmetbey University, Institute of Health Sciences,
Department of Healthcare Management, Karaman
ORCID: 0009-0002-0434-5324

ÖZET

Bireyin ve toplumun; fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden mevcut iyilik hâli durumunu, sağlık statüsü olarak tanımlamak mümkündür. Bu iyilik hâlini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Sağlık statüsü belirleyicileri olarak ifade edilen bu faktörler arasında yer alan çevresel şartlar; sağlık statüsünü doğrudan belirleyen faktörlerin başında gelmektedir. Bir çevresel teori olarak dikkat çeken Chemtrail kavramı; uçakların arkasındaki yoğunlaşmadan kaynaklı oluşan ve contrail olarak ifade edilen beyaz izlerin, esasında zehirli gazlardan oluşan bir karışım olduğu ve bu gaz püskürtmesiyle, yeryüzündeki tüm canlılara, doğaya ve özellikle insan sağlığına zarar verme amacı güdüldüğü inancına dayanmaktadır. Yine bu teoriye göre; Dünya üzerindeki Siyonizm benzeri hâkim güçlerin, nüfusu azaltma çabalarından dolayı; erkek veya kadınların üreme sağlığını bozup zorunlu olarak nüfus azaltma politikalarını dayatmak veya insanları zehirli gazlar sayesinde hasta edip erken ölümlere sebebiyet vermenin amaçlandığı düşünülmektedir. Buna ek olarak; uçaklardan püskürtüldüğüne inanılan bu kimyasalların; atmosferde tutulup yağmur yoluyla insanlara teması sonucu oluşabilecek enfeksiyon hastalıkları, Covid-19 benzeri pandemik hastalıklar, demans, alzheimer ve kanser gibi hastalıkları arttırıp, bu hastalıkların tedavi süreçleri için geliştirdikleri yeni ilaçları piyasaya sürme amaçları olduğu görüşler de bulunmaktadır Sonuç olarak; Sonuç olarak, Siyonizm merkezli mevcut dünya düzeninin; doğanın, insanın, toplumun ve fıtratın ifsadı doğrultusunda çalışmalar yaptığı bilinmektedir. Chemtrail teorileri de siyonizmin bu ifsat çalışmalarının merkezinde yer alabilecek ve gerek Dünya gerekse insan sağlığını doğrudan etkileyebilecek ciddi iddialardır. Bu bağlamda; bağımsız bilimsel kuruluşlara veya komisyonlara, insan sağlığını doğrudan etkilediği düşünülen bu teori hakkında gerekli araştırmaları yapmaları için yer, finansman ve imkân sağlanması ve bu süreçte de devlet bazında hassas bir sürecin takip edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Chemtrail, Sağlık Statüsü, Sağlık Yönetimi

CHEMTRAIL IN TERMS OF HEALTH STATUS: CONSPIRACY OR REALITY?

ABSTRACT

It is possible to define an individual's and society's current state of well-being in physical, mental, and social aspects as health status. Numerous factors influence this well-being. Among these factors, known as health status determinants, environmental conditions are among the primary elements directly affecting health status. The concept of Chemtrail, which stands out as an environmental theory, is based on the belief that the white trails, known as contrails, formed due to aircraft condensation, are actually a mixture of toxic gases. According to this theory, these gas sprays are intended to harm all living beings, nature, and especially human health. Furthermore, it is believed that dominant powers in the world, similar to Zionism, aim to reduce the population by disrupting male and female reproductive health, thereby imposing compulsory population reduction policies, or by poisoning people with toxic gases, leading to early deaths. Additionally, some theories suggest that these chemicals, allegedly sprayed from airplanes, are retained in the atmosphere and reach humans through rainfall, potentially causing infectious diseases, pandemic outbreaks like COVID-19, dementia, Alzheimer's, and cancer. It is also claimed that these illnesses are being used to introduce newly developed pharmaceutical treatments into the market. In conclusion, it is well known that the current world order, allegedly centered around Zionism, engages in efforts to corrupt nature, humanity, society, and human nature. Chemtrail theories are serious allegations that could be at the core of these corruption efforts and could directly impact both the world and human health. In this regard, it is considered necessary to provide independent scientific organizations or commissions with the resources, funding, and opportunities to conduct essential research on this theory, which is believed to directly affect human health. Additionally, it is suggested that a sensitive process should be monitored at the state level.

Keywords: Chemtrail, Health Status, Health Management

GİRİŞ

Günümüzde komplo teorileri, doğru veya yanlış olabilecek bir durum, olay ya da konu hakkında henüz kanıtlanmamış önerilerden oluşan düşünceler topluluğu olarak tanımlanabilmektedir (Olmsted, 2009; Nefes ve Romero-Reche, 2020). Komplo teorilerinin insanların algıları üzerinden yürütülmesi, dijitalleşmeyle birlikte, bilgi kirliliğinin yüksek oranda olduğu kitle iletişim araçları aracılığıyla yaygınlaşmaktadır. Bu yaygınlaşma sonucunda, sınırsız bilgi erişiminin bir özgürlük olduğu yanılsaması ise belli zaman sonra insanların algısını felce uğratmaktadır (Parim ve Altay, 2024; Han, 2017; Sever, 2024;). Felce uğrayan bu algılar

sonucunda ise komplo teorisine konu olan durumun, olayın ya da konunun insanlar tarafından kolayca kabul edilebilir bir hale geldiği söylenebilmektedir. Bu komplo teorilerine göre, dünyaya hâkim olan güçler çeşitli bağlantılar ve planlamalar ile kamuoyu tarafından gözlemlenemeyecek biçimde, arzu ettikleri amaç ve sonuçlara ulaşmaktadırlar (Yukaruç, 2022). Kamuoyu tarafından gözlemlenemeyecek, komplo teorilerine konu olan örneklerden birisi; açık semalar anlaşması gerekçe gösterilerek denetim yapılması mümkün olmayan uçaklardan, dünyaya salınan kimyasallar yani chemtraillerdir.

Chemtrailler her ne kadar hava sahası ile ilgili bir konu gibi görünse de püskürtülen kimyasalların yeryüzünde yer alan canlıların hayatını olumsuz etkileyebilme ihtimalinden dolayı, sağlık sektörünü de ilgilendiren bir konu olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte uçakların ardından oluşan bu bulutsu yapıların içeriğinin veya uçak yakıtlarının içeriğinde bulunan maddelerin tespiti için yapılan araştırmaların yeterli olmadığı ve konuya dair bulunan bulguların açık bir biçimde aktarılmamasından dolayı komplo teorisi olarak adlandırıldığı düşülmektedir. Bu çalışmada chemtraillerin; insan sağlığı üzerindeki etkisine odaklanılarak, bir komplo teorisi olup olmadığı hususunda literatür taraması yapılması amaçlanmıştır.

1. SAĞLIK VE SAĞLIK STATÜSÜ

Sağlık, tanımlanması zor ve karmaşık olmakla beraber bulunulan döneme ve yaşanılan kültüre bağlı olarak değişiklik göstermektedir. (Somunoğlu, 1999) Buna karşın günümüzde evrensel olarak DSÖ'nün "Yalnızca hastalık ve engellilik hâlinin olmayışı değil; fiziksel, ruhsal ve sosyal açıdan tam bir iyilik hâli." şeklindeki sağlık tanımı kabul görmüştür (WHO, 2020). DSÖ'nün bu tanımının kabul edilmiş olması ise, sağlık tanımı konusunda tamamen ortak bir karara varıldığı anlamına gelmemektedir. Bu tanımın kabul edilmesindeki en güçlü etken, sağlığın fiziksel yönüyle birlikte psikolojik ve sosyal boyutlarının da ele alınmasıdır (Robinson ve Elkan, 1996). Bunun yanında tanımda yer alan üç boyutun -fiziksel, ruhsal ve sosyal- ne şekilde ölçüleceği konusundaki fikir birliği oldukça azdır (Larson 1991). Bu azlık, iyilik halini her bireyin kendi değer ve inanışlarına göre tanımlamasından kaynaklanmaktadır. Bireylerin iyilik hâlinin bir diğer ifadesi ise sağlık statüsüdür. Mevcut sağlık durumunu ifade eden sağlık statüsünün, bireyler tarafından algılanma seviyeleri ise aile, çevre, yaşam tarzı, dünya görüşü ve kültür gibi faktörlerden etkilenmektedir (Bolsoy ve Sevil, 2006). Aynı durum hastalık kavramı için de geçerli olmakla birlikte, hastalık denildiğinde bütün insanların aynı şeyi anladıkları düşünülmektedir (Cirhinlioğlu 2001). Oysa bir toplumda hastalık olarak görülen bir durum, farklı bir toplumda hastalık olarak görülmüyor olabilmektedir. Çünkü sağlık ve hastalık kavramları sosyal ve kültürel olgulardır (Bolsoy ve Sevil, 2006).

Tüm bunlara rağmen çağlardan beri insanlar herhangi bir hastalık haliyle karşılaştıklarında ya kendi başlarına ya da bir başkasından yardım isteyerek halletmek durumundadırlar. Özellikle ülkemizde sağlıklı yaşam; her birey için anayasal bir hak iken, bu konuda gerekli hizmetleri sunmak ve tedbirleri almak da devletin görevleri arasındadır. Bu sebeple ihtiyaç duyulan sağlık hizmetlerinin devamlı olabilmesi, hizmetlerin sunulmasına bağlıdır. Bu hizmetlerin temel amacı; önce toplum sağlığının koruyarak sağlıklı bir yaşam imkânı sağlanmak, daha sonra da hastalıkların tedavi ve rehabilitasyonu için gereken uygulamaları sunabilmektir (Erer, 2010). Her ne kadar amaç kapsayıcı olsa da önemli olan hastalık gelmeden korunabilmekken, günümüzde açıklanarak veya açıklanmayarak yapılan birçok proje sağlığın korunmasını oldukça güçleştirmektedir. Bunlardan birisi olan chemtrail yalnızca kimyasal püskürtme ile değil, yapılmaya çalışılan iklim değişikliğiyle de insan sağlığını etkilemektedir (Öztürk 2002; Sunay 2000; Türkeş 1998). Örneğin atmosferde havanın çok soğuk, çok sıcak, çok nemli ya da çok kuru olması insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Erdoğan, Zeydan ve Sert, 2008).

2. CONTRAIL VE CHEMTRAIL

Uçaklar yaklaşık olarak 25.000 ile 30.000 feet'de yol almaktadırlar. Bu seviyelerdeki sıcaklık; mevsimlere göre değişiklik gösterse de -50 °C civarında seyretmektedir. Bu şartlarda uçmakta olan uçaklardan çıkan sıcak yakıt, çevresindeki düşük basınçlı ve daha soğuk olan havayla karşılaştığında yoğunlaşma meydana gelmektedir. İşte bu yoğunlaşma bulutlarına kuyruk izi anlamına gelen contrail denilmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2025; EPA, 2020). Contraillerin oluşumu iki şekilde açıklanabilmektedir (Anadolu Ajansı, 2024);

1. Uçağın motorundan çıkan nemli hava yüksek irtifada soğukla karşılaşır ve eriyip tamamen dağılana kadar havada asılı kalan minik buz kristalleri oluşturur.

2. Diğeri ise acil yakıt tahliyesidir. Örneğin; 23 Mart 2018'de Şangay-New York seferini yapan uçağın içindeki bir yolcunun rahatsızlanması nedeniyle; acil iniş yapması ve bu inişin gerçekleşebilmesi için uçağın uygun iniş ağırlığında olması gerektiğinden pilot uçaktan 30 tonluk yakıt boşaltmıştır. Bu gibi durumlarda yapılan yakıt tahliyeleri de contrailler oluşturabilmektedir.

Uçakların arkasında oluşan bu contraillerin zehirli gaz olduğu inancına ise İngilizce'de kimyasal anlamına gelen 'chemical' ve iz anlamına gelen 'trail' kelimelerinin birleştirilmesiyle oluşan chemtrail denilmektedir. Aynı zamanda bu kavram Türkçe'de "Kimyasal püskürtme" olarak da kullanılmaktadır (Anadolu Ajansı, 2024; Anadolu Ajansı, 2025). Türkiye Adli Bilimciler Derneği Başkanı Prof. Dr. Hamit Hancı katıldığı bir televizyon programında chemtraillerin, doğal bir oluşum olan contrailler ile aynı olduğu algısı oluşturularak insanların

manipüle edilmeye çalışılmasından bahsetmektedir. Ardından chemtrailler ile contraillerin arasındaki farkın, oluşan bulutsu yapıların genişliğine ve gökyüzünde kalma süresine bakarak anlaşılabileceğini belirmektedir (Youtube, 2025).

Gökyüzünde geniş ve uzun süreli oluşan chemtrailler ile ilgili teorileri Harvard Üniversitesi Uygulamalı Fizik Profesörü David Keith katılmış olduğu bir yayında şu şekilde açıklamıştır (Youtube, 2022):

- Dünyadaki hâkim güçlerin (Siyonizm'in) nüfusu azaltma çabalarından dolayı erkek veya kadınların üreme sağlığını bozup zorunlu olarak nüfus azaltma politikalarını dayatmak veya insanları zehirli gazlar sayesinde hasta edip erken ölümlere sebebiyet vermenin amaçlandığı düşünülmektedir.
- Yaşadığımız gezegenin dengesi bozulmuş olan iklimini tekrar düzeltmek veya küresel ısınmayı azaltmak amacıyla kamuoyundan gizli ilaçlama yapıldığı düşünülmektedir. Bu ilaçlamanın da insanlar üzerinde bazı sağlık problemleri oluşturabileceğinden ve riskli olmasından dolayı gizli bir şekilde yapıldığı savunulmaktadır. Bu teoriyi savunanlar; "birkaç milyon kişi ölecek ama günün sonunda dünya kurtulmuş olacak" görüşüne sahiptirler.
- Bir başka teoride ise yine dünyadaki hâkim güçlerin; uçaklardan atılan kimyasalların atmosferde tutulup yağmur yoluyla insanlara teması sonucu oluşabilecek enfeksiyon hastalıkları, pandemik hastalıklar, demans, Alzheimer ve kanser gibi hastalıkları arttırıp, bu hastalıkların tedavi süreçleri için geliştirdikleri yeni ilaçları piyasaya sürme amaçları olduğu görüşü bulunmaktadır (Youtube, 2025).

Tüm bu teoriler 1990'lar itibariyle pek çok sebeple gündeme gelmesine rağmen, Covid-19 salgınının sebebinin, uçaklardan püskürtülen chemtrailler olduğu iddiaları ile artık göz ardı edilemeyecek bir boyuta ulaşmıştır (Anadolu Ajansı, 2024; Anadolu Ajansı, 2025)

Covid-19 döneminde yaşanan pandemi gibi küresel hastalıkların yayılmasının, püskürtülen kimyasalların yeryüzüne inmesi ve canlılar ile teması sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Aynı şekilde püskürtülen kimyasalların gökyüzünü kaplayabilmesi üzerine, hava sahasında gerçekleştirilmekte olan HAARP projesi ve bu proje doğrultusunda yapılmaya çalışılan iklim değişikliklerinin kamufle edilebileceği ihtimalleri doğmaktadır. Bu kamuflajların gerçekleştirilebilmesi için gereken şey devletler arası yapılan anlaşmalardır. Bu tür anlaşmalara ikili havayolu taşımacılığı anlaşmaları denilmekle beraber, Türkiye'de bu anlaşmaların müzakereleri SHGM (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü) tarafından yapılmaktadır. Chemtrail açısından bu anlaşmaların en önemlisi ABD'nin öncülüğünü yaptığı "Açık Semalar"

anlaşmasıdır. Amacı havayolu şirketlerinin daha fazla ülkeye daha çok sayıda sefer yapmalarına imkân sağlanmak iken; anlaşmaya yolcu uçakları, kargo uçakları veya posta servislerinin hepsi dahil edilmektedir. Bu anlaşmaya göre ülkeler arasındaki taşımacılıkta; hatlardaki haklar, kapasite, uçuş sıklığı, kod paylaşımı ve tarifeler üzerinde hiçbir kısıtlama olmadan; uçuşu gerçekleştiren tarafın varışından itibaren 96 saat içinde uçuşunu tamamlaması gerekmektedir (Cosmas, Belobaba ve Swelbar, 2011; Armscontrol, 2021; SHGM, 2019). Anlaşmada bulunan saat şartına rağmen; karşı tarafın bu süre içerisinde ne yapacağına veya hangi yakıtı hangi bileşenler ile kullanacağına dair herhangi bir denetleme maddesi bulunmamaktadır. Bu da chemtrail konusunda uçaklara yeterli denetim yapılamadığından, bazı güç odaklarına gizli bir biçimde kimyasal püskürtme yapabilme ihtimalini doğurmaktadır.

Yapılan bu anlaşmaların ve projelerin ortak amacı; iklim şartlarıyla oynayarak, bunu askeri bir araç olarak kullanmaktır. Bunların henüz askeri amaçla kullanılmış olduğunun kesin bir ispatı bulunamamış olsa da ABD hava kuvvetleri raporunda yer alan; hava sahası kontrolünün özellikle askeri strateji açısından oldukça önemli olduğu, bu projeler sayesinde belirli hava olaylarını değiştirme ve savaş alanını avantajlı kullanılacak şekilde biçimlendirme yeteneğine sahip olunabileceğine yönelik ifadesi bu projelerin gelecek tarihlerde hava sahasını askeri bir alan haline getirmede önemli bir rolü olduğunu göstermektedir (Bertell, 2015; DTIC, 1997).

Chemtrailler, hava sahasında bir savaş taktiği olarak da kullanılabilmesinin haricinde; zararlı maddelerin ve ağır metallerin belirli bölgelere püskürtülmesine, toprağın ve tarım ürünlerinin zehirlenmesine, iklimi kontrol edip hava koşullarını değiştirmeye, yapay bulutlar oluşturmaya veya taşımaya, evrenin dengesini bozmaya ve insan sağlığı ile oynamaya kadar birçok sahada etkili olabilmektedir.

3. SAĞLIK AÇISINDAN CHEMTRAIL

Chemtrail, yapısı ve etkileri dolayısıyla önemli bir halk sağlığı sorunudur. Chemtraillerin halk sağlığı sorunu olması ise yeryüzüne atılan kimyasalların; toprağa, suya ve canlılara temas ediyor olmasından kaynaklanmaktadır. Yeryüzünde toprağa ve suya karışmış olan bu kimyasal maddeler; doğrudan veya dolaylı olarak canlıları enfekte edebilmekle beraber hastalıkların bulaş yollarını da arttırmaktadır. Covid-19 pandemisi dönemine kadar yeterince dikkate alınmayan bu durum; her geçen yıl daha da artış gösteren kitlesel ölümler, solunum ve dolaşım sistemi hastalıkları, enfeksiyon hastalıkları, salgın hastalıklar, demans, alzheimer ve kanser gibi hastalıkların çoğalmasıyla dikkatleri üzerine çekmiştir (Gökdayı, 2019). Çünkü iklim değişikliği sonucunda görülebilen en önemli sağlık sorunlarını bunlar oluştururken, sağlık üzerine en belirgin etkilerin hava olaylarındaki keskin değişimler sonucu olduğu görülmektedir (Öztürk 2002; Sunay 2000; Türkeş 1998).

İklim üzerindeki bu keskin değişimleri oluşturabilmek için hayat geçirilen projelerin, zamanla canlıların yaşam alanı olan atmosferi de tahrip etmesi üzerine Uluslararası Halk Sağlığı Enstitüsü başkanı Rosalie Bertell; gezegenimizi koruyan tabakalarda ciddi yaralar açıbileceğini belirtmektedir (Bertell, 2001; Mepanews, 2018; Erdoğan, Zeydan ve Sert, 2008). Atmosferde bulunan tabakaların aldıkları yaralarla, delinmeleri veya açılmaları gibi durumlarda dünyanın artık canlılar için uygun koşullara sahip olamaması ve hayatlarını sürdürebilecekleri bir yaşam alanı kalmaması anlamlarına gelmektedir. Çünkü gerçekleştirilmeye çalışılan iklim değişikliği, insan sağlığını doğrudan ve dolaylı olarak etkilemektedir. Sıcaklık artışından dolayı oluşan hastalık ve ani ölümlerin görülmesi veya hava olaylarının şiddetindeki değişimler doğrudan etkileri oluşturmaktadır. Ekosistemde meydana gelen değişimler ise, vektörlerin yaşam alanlarında artışa ve değişime yol açarak sıtma, dengue, lyme, chagas (Afrika uyku hastalığı) ve ensefalit gibi vektör kaynaklı hastalıklara, hastalık faktörlerinin virülansındaki değişim ve çoğalma ise tüberküloz, frengi, AIDS gibi enfeksiyonların insidansında artışa sebep olarak dolaylı etkileri oluşturmaktadır (Erdoğan, Zeydan ve Sert, 2008). Fakat her şeyde olduğu gibi iklim değişikliğinin sebep olduğu sorunlar da görmezden gelinebilmektedir. Örneğin ABD'deki bazı cumhuriyetçi senatörler, yıllardır iklim bulgularını yanıltıcı bir bilim olarak ilan etmekte, emisyonların kirleten ya da iklimi değiştiren bir etkisinin olmadığını iddia etmekte, bilim insanlarının da yazdıkları eserlerini satmak maksadıyla abartılı değerlendirmeler yaptıklarını öne sürmektedirler (Gökdayı, 2019). Bilimin açıkça ortaya koyduğu sorunları dahi inkâr edebilen Siyonizm gibi bazı güç odakları elbette ki chemtrail gibi projeleri de inkâr edebilirler. Aynı zamanda insanları manipüle ederek bunların birer komplo teorisi olduğuna ikna edebilirler. Üstelik sadece inkâr ve ikna ile de kalmayıp, bu projelerle insan nüfusunu azaltarak insanların yaşama haklarını ellerinden alabilmektedirler.

Ayrıca atılan kimyasalların içeriği tam olarak bilinemediğinden, insanlara etki etmeyeceği düşünülen her ilacın etki edebilme potansiyeli bulunmaktadır. Bu ihtimal bütün etkilerinin bilindiği düşünülen bir ilacın uygulamasında bile, bazen ilaçtan kaynaklı bazen de uygulayan insandan kaynaklı olarak görülebilmekteyken; toplu bir biçimde yapılmakta olan bu kimyasal püskürtmelerden kaynaklı oluşabilecek tahribatın, hesaba katılmamış olma ihtimali oldukça düşüktür. Bu durum etik açıdan değerlendirildiğinde insani olmamakla beraber kabul edilebilir bir durum değildir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak contrailler bilimsel olarak açıklanırken chemtrail iddiaları ise, halihazırda komplo teorisi olarak değerlendirilmektedir. Ortada böylesine güçlü iddialar varken Chemtrail'e bakıldığında; uzun yıllar süregelen bir tartışma olduğundan, konu hakkında oldukça fazla teori

olmasına rağmen aksini iddia edebilecek yeterince bilimsel çalışma olmadığı görülmektedir. Henüz bilimsel bir çalışma yapılmamış olsa da sadece Türkiye'de değil dünyanın pek çok yerinde Chemtrail teorisiyle ilgilenen kişiler ve gruplar mevcuttur (Anadolu Ajansı,2024). Bu kişi ve gruplara konu hakkında araştırma yapmaları için gerekli imkân ve izin verilmezken; karşıt görüşte olanlara bu imkanların verilebiliyor olması apaçık bir hak ihlali olduğunu göstermektedir. Buna rağmen tartışmalar devam ederken özellikle gücü ellerinde bulunduranların bu durumu görmezden gelmesi sebebiyle, her insanın bu iddiaların yalnızca birer komplo teorisinden ibaret olmadığını anlaması, şüphe etmesi ve gerçeklik payını da değerlendirmesi gerekmektedir. Yapılan değerlendirme esnasında odaklanılması gereken nokta, bu etkilerin söz konusu unsurlardan mı yoksa bunları kullanma yetkisi olan insanlardan mı kaynaklandığını ayırt edebilmektir. Zira bu konuda açıklama yaptığı düşünülen bilimin ve kullanılan teknolojinin sağladığı gücün kim tarafından, hangi amaçla kullanılacağı en önemli noktalardan birisidir (Sever, 2024). Bu ifadelerden hareketle chemtraillerin gerçek olma olasılığının imkânsız bir durum olmadığı düşünülmektedir.

Bu projelerle yapılması amaçlanan, yapay iklim koşullarını (aşırı sıcaklar veya aşırı soğuklar, mevsim dışı aşırı yağışlar vb.), doğa olaylarını (depremler, tsunamiler, orman yangınları, kuş göç yollarının değiştirilmesi, vb.) ve daha önceleri görülmeyen salgın hastalıklarla (ebola, COVID-19, vb.) dünya nüfusunun azaltılması gibi insanlığın geleceğini tehdit eden hususlarda insanlardaki karamsarlığa son verilmeli ve somut adımlar atılmalıdır (Gökdayı, 2019). Bu duruma uzaydaki değişikliklerin günümüz iklimine etkisinin ölçülememesi konusu örnek olarak verilebilir. Bu sebeple Paris anlaşması imzalanmış olduğundan dolayı şu aşamada, diplomatik olarak TBMM'nin gündeminde olan İklim yasasının bu hali ile yürürlükte olmasının kabul edilmemesi önerilmektedir.

Ayrıca günümüzde hastalıkların laboratuvar ortamında da üretilebiliyor olmasından dolayı bu tür hastalıkların (solunum sistemi hastalıkları, enfeksiyon hastalıkları gibi) her türlüsü halk sağlığı sorunu olarak görülüp, politikaların bu doğrultuda geliştirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Chemtraillerin halk sağlığı sorunu olmasının haricinde; ABD Hava Kuvvetleri raporuna göre, hava sahası geleceğin askeri sahası olacaktır. ABD'nin bu doğrultuda ortaya çıkabilecek küresel bir savaşta iklimleri gizlice değiştirilebilecek, iletişim ve elektrik sistemlerini etkileyebilecek projeleri geliştiriyor olması; birçok yöreye zarar verebilmesini ve egemenlik kurmasını sağlayacaktır (Gökdayı, 2019). Bu sebeple bağımsız bilimsel kuruluşlara veya komisyonlara gerekli araştırmaları yapmaları için yer, finansman ve imkân verilmesi sağlanarak konuya ilişkin çalışmaların arttırılması ve bütün çalışmaların sonuçlarının da halk ile şeffaf bir biçimde paylaşılması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

Anadolu Ajansı. (2024). *Uçakların bıraktığı iz kimyasal gazlardan mı kaynaklanıyor?.* (Erişim Linki: https://www.aa.com.tr/tr/teyithatti/bilim-teknoloji/ucaklarin-biraktigi-iz-kimyasal-gazlardan-mi-kaynaklaniyor/1817220, Erişim Tarihi: 17.02.2025)

Anadolu Ajansı. (2025). *"Gökyüzünden kimyasal madde salıp insanları hasta ediyorlar" iddiası.* (Erişim Linki: https://www.aa.com.tr/tr/teyithatti/blog/gokyuzunden-kimyasal-madde-salip-insanlari-hasta-ediyorlar-iddiasi/1818711, Erişim Tarihi: 17.02.2025)

Armscontrol. (2021). *Açık Semalar Anlaşması'na Genel Bakış*. (Erişim Linki: https://www.armscontrol.org/factsheets/openskies, Erişim Tarihi: 22.02.2025)

Bertell, R. (2001). The Latest Weapon of War, Planet Earth. *Caduceus Magazine*. 51.

Bertell, H. (2015). *"New World Order Mind Control and Weather Warfare Weapon"*. (Erişim Linki: http://chemtrailsmuststop.com/2015/10/sr-rosalie-bertell-haarp-atmospheric-nucleardetonations-chemtrails/, Erişim Tarihi: 19.02.2025)

Bolsoy, N., ve Sevil, Ü. (2006). Sağlık-Hastalık ve Kültür Etkileşimi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi, 9*(3), 78-87.

Cirhinlioğlu, Z. (2001). *Sağlık Sosyolojisi*, 1. Basım, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti., Ankara.

Cosmas, A., Belobaba, P. ve Swelbar, W. (2011). Framing the Discussion on Regulatory Liberalisation: a Stakeholder Analysis of Open Skies, Ownership and Control. *International Journal of Aviation Management, 1*(1–2), 17–39.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2025). *Kuyruk izi (Chemtrail).* (Erişim Linki: https://www.mgm.gov.tr/genel/sss.aspx?s=kuyrukizi, Erişim Tarihi: 17.02.2025)

DTIC. (1997). *Kuvvet Çarpanı Olarak Hava Durumu: 2025'te Hava Durumuna Sahip Olmak.* (Erişim Linki: https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA333462, Erişim Tarihi: 17.02.2025)

EPA (United States Environmental Protection Agency). (2020). *Aircraft contrails factsheet*. (Erişim Linki: https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/00000LVU.PDF?Dockey=00000LVU.PDF, Erişim Tarihi: 18.02.2025)

Erdoğan, Z., Zeydan, Ö. ve Sert, H. (2008). İklim Değişikliği ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Florence Nightingale Journal of Nursing, 16*(61), 71-76.

Erer, S. (2010). Sağlık Hizmetlerinde Sorumluluğun Paylaşılması. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 36*(1), 33-38.

Gökdayı, İ. (2019). İklim savaşları: iklim mülteciliğinin arka planında süper güçlerin yeni oyun alanı. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 95, 232-252.

Han, B. C. (2017). Şeffaflık Toplumu. (H. Barışçan, Çev.) İstanbul: Metis Yayınları.

Larson, J. L. (1991). The Measurement of health. Concepts and Indicators. *Greenvvood Press*, New York.

Mepanews. (2018). *İklim savaşları*. (Erişim Linki: https://www.mepanews.com/iklim-savaslari-13385yy.htm, Erişim Tarihi: 19.02.2025)

Nefes, T.S. ve Romero-Reche, A. (2020). Sociology, social theory and conspiracy theory. In M. Butter and P. Knight (Eds.), *Routledge handbook of conspiracy theories*. New York: Routledge.

Olmsted, K.S. (2009). *Real enemies: Conspiracy theories and American democracy, World War I to* 9/11. New York: Oxford University Press.

Öztürk, K. (2002). Küresel iklim değişikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22*(1), 47- 65.

Parim, A., & Altay, R. (2024). 'En Hakikati Ben Söylerim': Doğruluk Payı Platformunda Yer Alan İsveç ile İlgili Teyitler Üzerine Eleştirel Bir Analiz. *Yeni Medya*, (17), 305-324.

Robinson J. ve Elkan R. (1996) Health Needs Assessment. *Pearson Professional Limited*. New York.

Sever, O. (2024). Bilim ve Teknoloji Karşıtlığında Reaksiyoner Tutum. *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, *14*(2), 35-55.

SHGM. (2019). *Uluslararası İlişkiler*. (Erişim Linki: http://web.shgm.gov.tr/tr/uluslararasi-iliskiler/2188-uluslararasi-iliskiler, Erişim Tarihi: 22.02.2025).

Somunoğlu, S. (1999). Kavramsal Açıdan Sağlık. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi. 4*(1).

Sunay, Ç. (2000). İnsanlık geleceğiyle mi oynuyor? iklim değişiyor. *Bilim ve Teknik*, 392, 36-46.

Türkeş, M. (1998). Küresel ısınma rekor kırıyor. *Bilim ve Teknik*, 370, 20-21.

WHO. (2020). *Basic Documents: Forty-Ninth Edition*. World Health Organization.

Yukaruç, U. (2022). Aşırı sağ terör, Komplo teorileri ve yeni medya üzerine inceleme. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, *7*(2), 527-546.

Youtube. (2022). *Chemtrail hakkında her şey.* (Erişim Linki: https://www.youtube.com/watch?v=cCK3p8JbGng, Erişim Tarihi: 17.02.2025)

Youtube. (2025). *Devletler de ne olduğunu bilmiyor! bu uçaklar kimin? chemtrail tehlikesi durdurulamıyor mu?*. (Erişim Linki: https://www.youtube.com/watch?v=9tf2KBOayZk&list=TLPQMTMwMjIwMjV4SC8AFSMjIQ&index=11, Erişim Tarihi: 17.02.2025)

SAĞLIK STATÜSÜ AÇISINDAN, YAPAY ET ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Doç. Dr. Fatih BUDAK
Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences,
Department of Healthcare Management, Karaman
ORCID: 0000-0002-6873-6204
Sehernur UZUN
Karamanoğlu Mehmetbey University, Institute of Health Sciences,
Department of Healthcare Management, Karaman
ORCID: 0009-0002-0434-5324

ÖZET

Fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik hâli olarak tanımlanan sağlık kavramının, birey ve toplum bazında sürekliliği açısından, yaşam tarzı ve bu yaşam tarzı içerisindeki beslenme alışkanlıkları, son derece büyük bir öneme sahiptir. Bireylerin sağlıklı ve güçlü olarak yaşamını sürdürmesi hususunda temel koşullardan birisi olarak görülen yeterli ve dengeli beslenme açısından yüksek öneme sahip kırmızı et; vitamin, mineral (özellikle fosfor ve demir bakımından) ve protein içeriği yüksek, lezzetli ve besleyici bir gıda maddesidir

Bireyin ve toplumun; fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden mevcut iyilik hâli durumunu, etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Sağlık statüsü belirleyicileri olarak ifade edilen bu faktörler arasında yer alan çevresel şartlar; sağlık statüsünü doğrudan belirleyen faktörlerin başında gelmektedir. Bir çevresel teori olarak dikkat çeken Chemtrail kavramı; uçakların arkasındaki yoğunlaşmadan kaynaklı oluşan ve contrail olarak ifade edilen beyaz izlerin, esasında zehirli gazlardan oluşan bir karışım olduğu ve bu gaz püskürtmesiyle, yeryüzündeki tüm canlılara, doğaya ve özellikle insan sağlığına zarar verme amacı güdüldüğü inancına dayanmaktadır. Yine bu teoriye göre; Dünya üzerindeki Siyonizm benzeri hâkim güçlerin, nüfusu azaltma çabalarından dolayı; erkek veya kadınların üreme sağlığını bozup zorunlu olarak nüfus azaltma politikalarını dayatmak veya insanları zehirli gazlar sayesinde hasta edip erken ölümlere sebebiyet vermenin amaçlandığı düşünülmektedir. Buna ek olarak; uçaklardan püskürtüldüğüne inanılan bu kimyasalların; atmosferde tutulup yağmur yoluyla insanlara teması sonucu oluşabilecek enfeksiyon hastalıkları, Covid-19 benzeri pandemik hastalıklar, demans, alzheimer ve kanser gibi hastalıkları arttırıp, bu hastalıkların tedavi süreçleri için geliştirdikleri yeni ilaçları piyasaya sürme amaçları olduğu görüşler de bulunmaktadır Sonuç olarak; Sonuç olarak, Siyonizm merkezli mevcut dünya düzeninin; doğanın, insanın, toplumun ve fıtratın ifsadı doğrultusunda çalışmalar yaptığı bilinmektedir. Chemtrail teorileri de siyonizmin bu ifsat çalışmalarının merkezinde yer alabilecek ve gerek Dünya gerekse insan sağlığını doğrudan etkileyebilecek ciddi iddialardır. Bu bağlamda; bağımsız bilimsel

kuruluşlara veya komisyonlara, insan sağlığını doğrudan etkilediği düşünülen bu teori hakkında gerekli araştırmaları yapmaları için yer, finansman ve imkân sağlanması ve bu süreçte de devlet bazında hassas bir sürecin takip edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Chemtrail, Sağlık Statüsü, Sağlık Yönetimi

AN EVALUATION OF LAB-GROWN MEAT IN THE CONTEXT OF WELL-BEING

ABSTRACT

It is possible to define an individual's and society's current state of well-being in physical, mental, and social aspects as health status. Numerous factors influence this well-being. Among these factors, known as health status determinants, environmental conditions are among the primary elements directly affecting health status. The concept of Chemtrail, which stands out as an environmental theory, is based on the belief that the white trails, known as contrails, formed due to aircraft condensation, are actually a mixture of toxic gases. According to this theory, these gas sprays are intended to harm all living beings, nature, and especially human health. Furthermore, it is believed that dominant powers in the world, similar to Zionism, aim to reduce the population by disrupting male and female reproductive health, thereby imposing compulsory population reduction policies, or by poisoning people with toxic gases, leading to early deaths. Additionally, some theories suggest that these chemicals, allegedly sprayed from airplanes, are retained in the atmosphere and reach humans through rainfall, potentially causing infectious diseases, pandemic outbreaks like COVID-19, dementia, Alzheimer's, and cancer. It is also claimed that these illnesses are being used to introduce newly developed pharmaceutical treatments into the market. In conclusion, it is well known that the current world order, allegedly centered around Zionism, engages in efforts to corrupt nature, humanity, society, and human nature. Chemtrail theories are serious allegations that could be at the core of these corruption efforts and could directly impact both the world and human health. In this regard, it is considered necessary to provide independent scientific organizations or commissions with the resources, funding, and opportunities to conduct essential research on this theory, which is believed to directly affect human health. Additionally, it is suggested that a sensitive process should be monitored at the state level.

Keywords: Chemtrail, Health Status, Health Management

GİRİŞ

Çağımızda küresel biçimde yaşanmakta olan iklim değişikliğine bağlı olarak; dünya nüfusunun giderek artması, değişen tüketici alışkanlıkları ve kişi başına düşen gelirin büyümesi sebebiyle

Birleşmiş Milletler (BM); yeterli miktar ve kalitede gıdaya ve özellikle protein kaynaklarına ulaşmada sorunlar yaşanabileceğini öngörmektedir (FAO, 2017; Akçay, 2022). Bu nedenle de alternatif protein kaynaklarına ihtiyaç duyulacağı düşünülmektedir (Weindl ve ark., 2020). Bu düşünceler doğrultusunda ihtiyaç duyulan yeni protein kaynaklarında, besleyici değerlerinin yüksek olduğuna inanılan yapay et, böcek proteini ve bitkisel kaynaklı et ön plana çıkmaktadır (Van der Spiegel, Noordam ve Van der Fels-Klerx, 2013; Candoğan ve Özdemir, 2021).

Bununla birlikte bilim insanları, insanların beslenme alışkanlıklarından vazgeçmeden et ihtiyacını karşılayabileceklerini düşündükleri için yirminci yüzyıl başlarından itibaren gündemin içinde yer alan, yapay et çalışmalarına yönelmişlerdir (Sürek ve Uzun, 2020). Bu çalışmalar neticesinde de dünyada çok sayıda yapay et şirketi kurulmuş ve 2020 yılına gelindiğinde Singapur Gıda Kurumu tarafından yasal olarak onaylanmış şekilde Singapur'daki bir restoranda, imal edilen yapay et halka sunulmuştur (Baran, 2020; Kusmer, 2020).

Dünyada yaşanan gelişmelere rağmen, sağlığa etkileri üzerine oluşan tedirginlik ve elde edilen bu yapay etin -ülkemizde yaşayan insanların çoğunluğunun İslam dinine mensup olmasından dolayı- helal olup olmadığı konusunda kesin bir sonuca ulaşılamamasından kaynaklı ülkemiz açısından henüz çok yeni sayılabilecek bir gündemdir (Sürek ve Uzun 2020; Akçay, 2022). Bu sebepten çalışmamızda yapay et; nedir, nasıl yapılır ve sağlık üzerine etkileri nelerdir konularına yer verilmiştir.

1. İKLİMSEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Günümüze kadar yapılmış tüm bilimsel çalışmalar, iklim sisteminde değişiklik olduğunu göstermektedir. Yaşanılan iklim değişiklikleri nedeniyle 1950'lerin sonuna kadar ekonomistler ve politikacılar, bu durumu kontrol altına almayı amaçlayan birtakım politikalar oluşturmuşlardır. Örneğin karbon piyasaları bunlardan yalnızca birisidir ve sera gazı emisyonlarına belirli bir sınır getirilmesi düşüncesi sonucunda ortaya çıkarılmıştır (Çelikkol ve Özkan, 2015). Herhangi bir konuda sınır getirmek demek, kısaca kontrol etmek anlamına gelmektedir.

Oluşturulan kontrolcü politikalara rağmen, 1980'li yıllardan itibaren tüm dünyada küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin gözle görülür hale gelmesi, insanlarda ciddi endişeleri beraberinde getirmiştir. Yıllarca yaşanan bu durumlara çözüm arayan insanlar, 1997 yılında Kyoto Protokolü'nün kabulü sonrasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına daha fazla önem vermeye başlamışlardır (Batmaz, Bayraç ve Güllü, 2019). Bu duruma sürdürülebilirlik de denilmektedir.

"Yaşadığımız çağdaki kaynakları kullanarak hayata devam ederken, gelecek nesillerin de aynı olanaklara sahip olabilme ihtimalini koruyabilmek" şeklinde tanımlanan sürdürülebilirlik

kavramı, 1987 yılında Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'na arz edilen "Ortak Geleceğimiz" adlı raporla birlikte hayatımıza dahil olmuştur (Anonymous, 1987). Ardından ise bu konuda politikalar geliştirilmeye başlanmıştır. Bununla birlikte, çevre kirliliğindeki artışlar, iklim değişiklikleri, köyden kente göçler neticesinde tarım ve hayvancılıkta üretim ve kaynak azalmaları gibi faktörler de yeni politikaların oluşturulmasının gerekli olduğunu göstermiştir (Özertan, 2020). Planlanan yeni politikalardan birisi; sağlıklı ve dengeli beslenme için hayvansal kaynaklar arasında yüksek öneme sahip olan kırmızı etin, laboratuvar ortamında geliştirilmiş türü olan yapay ettir (Yıbar ve Çetin, 2014).

2. YAPAY ET

Laboratuvar ortamında üretilen yapay et, son zamanlarda gündeme gelmiş olsa da bu kavramın ortaya çıkışı 1912 yılına kadar dayanmakta ve "in vitro et", "kültür eti" veya "temiz et" olarak da adlandırılmaktadır (Bryant ve Barnett, 2018; Broad, 2020; Akçay, 2022). Bununla birlikte 2002 yılında Benjaminson'un uzayda fazla kalacak olan astronotlar için bir akvaryum balığından kas dokusu elde etmesi çalışması, NASA tarafından desteklenmiş bir araştırma olup aynı zamanda yapay et araştırmaları için de önemli bir adımdır (Benjaminson, Gilchriest ve Lorenz, 2002; Bhat, Kumar ve Bhat, 2017).

Yapay et, hayvanlardan alınan kök hücrelerin, sıcaklık ve nem kontrollü bir biyoreaktör içerisinde çeşitli yöntemlerle geliştirilerek önce kas hücrelerine ardından da kas dokularına dönüştürülmesi sonucu elde edilmektedir (Yetim ve Tekiner, 2020; Post, 2012; Fernandes, Teixeira, Revillion ve Souza, 2019; Zhang, Shi ve Sheng, 2020). Diğer bir ifadeyle yapay et; hayvan yetiştiriciliğine gerek olmadan, doku mühendisliği teknolojileri ile et üretilmesi işlemidir (Haagsman, Hellingwerf, & Roelen, 2009).

Yapay et, böcek proteini, bitkisel bazlı et alternatifleri ve kültür eti olmak üzere 3 grupta sınıflandırılmıştır (Mc Clements, 2020; Candoğan ve Özdemir, 2021; Mateti, Laha ve Shenoy, 2022). Bu sınıflandırmalara kısaca bakılırsa;

1. **Böcek Proteini:** Avrupa Gıda Parlamentosu ve Konseyi'nin kararı doğrultusunda 1 Ocak 2018 tarihinden itibaren tüketilebilir bir gıda haline gelen böceklerin; yüksek protein içeriği ve üretim maliyetlerinin düşüklüğü sebebiyle birçok ülkede, altı adet yenilebilir böcek türünün (cırcır böceği, bal arısı, ipek böceği, tırtıl, Afrika hurma kurdu ve un kurdu) üretimini gerçekleştirebilmek amacıyla böcek yetiştirme tesisleri kurulmaktadır (Ademek ve ark., 2018; Tang ve ark., 2019). Bu tesislerde üretilen böceklere, fiziksel temizlemeden sonra dondurarak kurutma ile ötenazi işlemi uygulanır. Dondurularak kurutulmuş böcekler; bu işlemden sonra paketlenebilir ya da kavurma, öğütme gibi ileri işlemlere de tabii tutulabilirler (Venne, Pinckaers, Loon ve

Loon, 2017). Bununla birlikte birçok böcek türünün, 100 g kurutulmuş halinin kırmızı et veya morina balığından daha yüksek oranda protein içerdiği bildirilmiştir (Gahukar, 2011). Ayrıca böceklerin hızlı üreme yeteneği sayesinde kısa sürede büyük miktarlarda protein tedariği sağlanarak, hayvansal protein kaynaklarına olan ihtiyacın bir miktar karşılanmasının mümkün olabileceği düşünülmektedir (Candoğan ve Özdemir, 2021).

2. **Bitkisel Bazlı Et Alternatifleri:** Et analogları veya et ikameleri olarak da adlandırılan bitkisel bazlı et alternatifleri, estetik açıdan ve besin değeri açısından et ürünlerine oldukça benzer özelliklerde üretilen mantar, buğday, bakliyatlar, kolza tohumu ve kanola gibi bitkisel ürünlerden elde edilen çeşitlerdir (Kumar ve ark., 2017; Broad, 2020). Elde edilen bitkisel bazlı etin, geleneksel etin yerini tutması pek mümkün görünmediğinden, çoğunlukla hamburger, sosis gibi işlenmiş et ürünlerinde kullanılmaktadır (Çakmak, Ergene, Acaröz ve Aldemir, 2023).

3. **Kültür Eti:** Kültür etinin üretimi için uygulanan süreç iki aşamalıdır. İlk aşama çoğalma süreci, ikinci aşama ise farklılaşma ve olgunlaşma sürecidir (Stephens ve ark., 2018). Kültür etleri laboratuvar ortamında oluşturulan etlerden olmaktadır ve laboratuvar ortamlarında oluşturulan yapay etler de iki farklı kategoride sınıflandırılmaktadır. Birincisi üretilen doku ve hücrelerden oluşturulan kültür et veya in vitro ettir. İkincisi ise, genetiği değiştirilmiş organizmalarla veya klonlama yöntemi ile elde edilen yapay (sentetik) ettir (Bonny, Gardner, Pethick ve Hocquette, 2015).

Bu çeşitler sonucunda oluşturulan etlerin yapılması için laboratuvarlarda farklı üretim yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler; hücre kültürü esaslı teknik, doku kültürü esaslı teknik ve biyofotonik gibi tekniklerdir (Akkemik ve Güner, 2020). Bu teknikler kısaca;

- **Hücre Kültürü Esaslı Teknik:** Hücrelerin kontrollü şartlar altında yetiştirilmesi sürecidir (Esmer-Duruel, Çağan, Işık ve Kayhan, 2021).
- **Doku Kültürü Esaslı Teknik:** Küçük doku parçalarının laboratuvarda steril ve uygun besin ortamlarında yetiştirilmesidir (Ben-Arye ve Levenberg, 2019).
- **Biyofotonik yöntem:** Geleneksel tekniklerin yerine hücreleri tutmak amacıyla kullanılabilecek alternatif bir yöntemdir. Bugüne kadar biyofotonik yöntem kullanılarak kırmızı kan hücreleri ve hamster yumurtalıkları oluşturulmuştur (Hopkins ve Dacey, 2008).

Hücre kültürü ve doku kültürü teknikleriyle, öğütülmüş yumuşak et üretilmektedir. Fakat bu teknikler kıvam, damarlanma, yağlanma ve diğer et bileşenlerini sağlamada başarısız olabilmektedir (Kumar vd., 2017). Bu yüzden diğer tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır.

Tüm bu üretim sonuçları neticesinde gerçekleştirilen yapay etin güvenilir ve sürdürülebilir bir alternatif olabilmesi için; geleneksel etin görünüm, koku, doku ve tat gibi özelliklerini bulundurabiliyor olması gerekmektedir (Melzener vd., 2020). Fakat bu durum pek mümkün görünmemektedir. Çünkü; geleneksel et üretiminde etin içeriğindeki besin maddeleri oksijen ve kan damarları yoluyla her hücreye yayılabilirken, yapay et üretiminde bu görev biyoreaktörler tarafından gerçekleştirilmektedir (Pandurangan ve Kim, 2015). Bu durum tüketicilerin, etin doğal yapısından ödün verilmiş olacağından dolayı endişe etmelerine sebebiyet vermektedir (Zhang, Shi ve Sheng, 2022). Tüketiciler; yaşadıkları endişe hali sebebiyle, bireylerin dokusunda önemli değişiklikler oluşabileceğini ve yapay etin gelecekte insan dokusundan da elde edilebileceğini düşünmektedirler (Bhat, Kumar ve Bhat, 2017, Schneider, 2014). Sonuçta yapay olarak oluşturulmuş etin tüketimi ve yaşanan endişe halinin uzun vadede, insan sağlığında sorunlar oluşmasına neden olabileceği düşünülmektedir.

3. SAĞLIK STATÜSÜ AÇISINDAN YAPAY ET

Bireylerin sağlıklı ve güçlü olarak yaşamını sürdürmesi hususunda temel koşullardan birisi olan, yeterli ve dengeli beslenme açısından yüksek öneme sahip kırmızı et; vitamin, mineral (özellikle fosfor ve demir bakımından) ve protein içeriği yüksek, lezzetli ve besleyici bir gıda maddesidir (Yıbar ve Çetin, 2014; Saygın-Alparslan ve Demirbaş, 2019). Fakat dünya nüfusunun giderek artması ve değişen tüketici alışkanlıkları, et tüketiminin artmasına neden olmakla birlikte ortaya çıkan arz-talep dengesizliği bilim insanlarını yapay et çalışmalarına yönlendirmiştir (Sürek & Uzun, 2020; Akçay, 2022; Çakmak, Ergene, Acaröz ve Aldemir, 2023). Yapılan çalışmalar sonucu; yapay etin sağlık üzerine etkisi doğrultusunda yeterince araştırma yapılmamakla birlikte laboratuvar ortamında üretilmesinden kaynaklı, tüketiciler tarafından doğal yapısından ödün verildiği endişesiyle genel olarak olumsuz karşılanmaktadır (Zhang, Shi ve Sheng, 2022). Ayrıca önceki yıllarda da görülen kuş gribi, domuz gribi, deli dana hastalığı gibi hastalıkların, insanları yapay ete yönlendirdiği düşünülse de gerek dini gerek yapılan açıklamalardan tatmin olamama sebepleriyle insanlarda tereddüt ve endişe hali oluşmasına sebep olmaktadır (Demirdiş, 2020). Bu endişe ve tereddüt hali ise ruhsal ve sosyal açıdan insanların sağlık hallerini bozmaktadır.

Yapay et fikrini ilk kez ortaya atmış olan Frederick Edwin Smith, bir parça biftek yemek için hayvan yetiştirmeye gerek kalmayacağını belirtmiştir (Ford, 2009). Fakat yapay et üretiminde kök hücre çalışmaları yaparken uygun besi ortamı oluşturulabilmesi için hayvansal ürünlerin

kullanılması sebebiyle aslında hayvan yetiştirmenin de gerekli olduğu görülmektedir. Bu yapay et üretme işleminde, kök hücreler canlı bir hayvandan biyopsi yöntemiyle alınır ve çoğalmaları için uygun koşullara sahip bir biyoreaktöre yerleştirilerek kas ve yağ dokusuna dönüşmeleri sağlanır. Daha sonra ise renklendirme ve baharat ekleme gibi aşamalardan sonra etin son hali oluşturulmuş olur (Tuomisto, 2019). Ayrıca et hücrelerinin büyütülmesi ve çoğaltılması sırasında kanser hücrelerinin oluşma riski yer almaktadır (Hopkins ve Dacey, 2008; Hocquette ve ark., 2015).

Oluşabilecek tüm bu ihtimallere karşın, yapay etin bilinen sağlık etkileri de vardır. Bunlar (BlogKorayspor, 2023);

- Yapay et üretmek için bazı sentetik bileşenlerin kullanılmasının uzun vadede sağlık etkileri bilinmemektedir. Bu sebeple de sağlık açısından risk barındırmaktadır.
- Yapay et ürünlerinden birisi olan bitkisel bazlı et alternatifleri; bitkisel proteinlerden meydana geldiği için, bu bitkilere alerjisi olan bireyler için risk oluşturmaktadır.
- Yapay et ürünleri, geleneksel et ürünlerine göre daha yüksek sodyum içeriğine sahiptirler. Aşırı sodyum alımı da insanda yüksek tansiyon ve kalp rahatsızlıkları gibi sağlık sorunlarına neden olabilmektedir.
- Yapay et, işlenmiş bir gıda ürünü olmakla beraber diğer işlenmiş gıdaların aşırı tüketiminde de görülebilen obezite ve diyabet gibi sağlık sorunlarına neden olabilir.

Bu sebeplerle geleneksel et üretimi ile benzerliklere rağmen yapay veya insan yapımı olarak kabul edilen yapay etlerin, tüketiciler tarafından kabul edilmesi tartışılır olmakla beraber insan sağlığı açısından zararları yadsınamayacak bir konudur (Bonny, Gardner, Pethick ve Hocquette, 2015).

Özellikle insanlar yapay ete yönlendirilirlerken, tarım ve hayvancılığın desteklenmiyor oluşu, insanları hareketsiz bir yaşama yönlendirdiği için bireylerde; diyabet, tansiyon, şeker hastalığı gibi hastalıkların yaygınlaşmasına sebebiyet vermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapay et, tüm dünyada bu kadar ses getiren bir mevzu iken; ülkemizde bu konu üzerine çalışmalar yürüten ilk firma, Türk bilim insanları Prof. Can Akçalı, Dr. Erdem Erikçi, Melik Akçalı ve Kerem Erikçi tarafından 2018 yılında kurulan Biftek.co isimli firmadır (Akçay, 2022). Yani ülkemizde yeni bir kavram olmakla birlikte oldukça ilgi çekmektedir. Türkiye ve dünya genelinde oluşan bu ilgi sonucu yapılan çalışmalar, yapay et açısından gelecekte büyük ölçekli endüstriyel üretiminin gerçekleştirilebileceğini göstermektedir. Fakat günümüzde sınırlı

örnekler dışında ticari boyuta taşınmadığı için, çevresel ve sağlık etkileri konusunda belirsizlikler mevcuttur (Candoğan ve Özdemir, 2021).

Sonuç olarak; iklim değişikliğinden kaynaklı oluşturulmaya çalışılan sürdürülebilir ortamlar için gereklilik olarak görülen yapay et üretimi, özellikle sağlık açısından yeterince incelenmediği düşünülmektedir. Buna rağmen kullanımda yaygınlaşmanın hızı oldukça dikkat çekmektedir. Bu durum akıllara dünyaya hâkim güçler tarafından gerçekleştirilmeye çalışılan, nüfus azaltma politikalarından birisi olabileceği şüphesini getirmektedir. Ayrıca İslami açıdan kesin bir hüküm olmamakla beraber şüpheli görülmesi, insan fıtratına aykırı bir durum olduğu düşüncesini desteklemektedir.

Özellikle iklim değişikliğini önlemek amacıyla tarım ve hayvancılığın oranının arttırılması sonucu yapay et üretimine gerek kalmadan, yetiştirilen hayvanlardan elde edilen geleneksel etin yeterli olabileceği öngörüldüğünden ülke genelinde tarım ve hayvancılığın arttırılmasına yönelik politikalar geliştirilmesi önerilmektedir. Oluşturulacak politikalara rağmen yine de yapay ete ihtiyaç olduğu düşünülürse, etkileri hususunda yeterli araştırma yapıldıktan sonra üretime başlanması gerekmektedir. Gereken araştırmaların yapılabilmesi için de finansal kaynak ve insan kaynağı olarak yeterli olanakların oluşturulması sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

Ademek, M., Adamkova, A., Mlcek, J., Borkovcova, M., ve Bednarova, M. (2018). Acceptability and sensory evaluation of energy bars and protein bars enriched with edible insect. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 12*(1): 431-437.

Akçay, A. (2022). *Tüketicilerin yapay et ürünlerine ilişkin görüşleri: Veganlara, vejetaryenlere ve et tüketicilerine yönelik bir araştırma.* Yükseklisans Tezi. Trabzon: Trabzon Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Akkemik, Y., ve Güner, A. (2020). Gıda ambalaj sistemlerinde yeni yaklaşımlar: Akıllı ambalaj sistemleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 13*(1), 9-22.

Anonymous. (1987). Our common future. World Commission on Environment and Development. *Oxford University Press*.

Baran, A. (2020). İn vitro et'e karşı olan tutumun araştırılması: Erzurum meslek yüksekokulu öğrencileri örneği. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 9*(2), 98-106.

Batmaz, T., Bayraç, H. N. Ve Güllü, M. (2019). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Büyüme ve Karbon Emisyonu İlişkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, *6*(3), 645-658.

Ben-Arye, T., ve Levenberg, S. (2019). Tissue engineering for clean meat production. *Frontiers in Sustainable Food Systems, 3*, 46-65.

Benjaminson, M. A., Gilchriest, J. A., ve Lorenz, M. (2002). In vitro edible muscle protein production system (MPPS): Stage 1, fish. *Acta Astronautica, 51*(12), 879-889.

Bhat, Z. F., Kumar, S., ve Bhat, H. F. (2017). In vitro meat: A future animal-free harvest. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57*(4), 782–789.

BlogKorayspor. (2023). *Yapay Kırmızı Et Ne Kadar Sağlıklı?.* (Erişim adresi: https://blog.korayspor.com/yapay-kirmizi-et-ne-kadar-saglikli/#:~:text=%C4%B0%C3%A7erdi%C4%9Fi%20sodyum%3A%20Yapay%20k%C4%B1rm%C4%B1z%C4%B1%20et,di%C4%9Fer%20sa%C4%9Fl%C4%B1k%20sorunlar%C4%B1na%20neden%20olabilir., Erişim tarihi: 10.03.2025)

Bonny, S.P.F., Gardner, G.E., Pethick, D.W., ve Hocquette, J.F. (2015). What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? *J. Integr. Agric., 14*(2): 255-263.

Broad, G.M. (2020). Making meat, better: the metaphors of plant-based and cell-based meat innovation. *Environ. Commun., 14*(7): 919-932.

Bryant, C., ve Barnett, J. (2018). Consumer acceptance of cultured meat: a systematic review. *Meat Sci., 143*.

Candoğan, K., ve Özdemir, G. (2021). Sürdürülebilir Et Üretimi İçin Yenilikçi Yaklaşımlar. *Gıda*, *46*(2), 408-427.

Çakmak, Ö., Ergene, E., Acaröz, U., ve Aldemir, T. (2023). Yapay Et Üretiminde Teknolojik Gelişmeler ve Endüstrisinin Geleceği. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, *14*(1), 1-15.

Çelikkol, H., ve Özkan, N. (2015). Karbon Piyasaları ve Türkiye Perspektifi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31.

Demirdiş, F. H. (2020). *Yapay et üretim teknolojisi ve geleceği*. (Erişim Adresi: https://www.gidabilgi.com/Makale/Detay/yapay-et-uretim-teknolojisi-ve-gelecegi-16cf24, Erişim Tarihi: 15.03.2025)

Esmer-Duruel, H. E., Çağan, N. S., Işık, S., ve Kayhan, F. E. (2021). Hücre kültürlerine genel bakış. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 47*(2), 136-149.

FAO. (2017). The Future of Food and Agriculture, Trends and Challenges, *Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*, (Erişim Adresi: http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf, Erişim Tarihi: 13.03.2025).

Fernandes, A.M., Teixeira O., Revillion, J.P.P., ve Souza, A.R. (2019). Conceptual evolution and scientific approaches about synthetic meat. *Journal of Food Science and Technology*, *57*(6):1991-1999.

Ford, B. J. (2009). Culturing meat for the future: Anti-death versus anti-life. Death and anti-death. *Ria University Press, 7*, 55–80.

Gahukar, R.T. (2011). Entomophagy and human food security. *International Journal of Tropical Insect Science*, *31*: 129–144.

Haagsman, H. P., Hellingwerf, K. J., ve Roelen, B. A. J. (2009). *Production of animal proteins by cell systems, desk study on cultured meat (Kweekvlees)*. Utrecht University, Faculty of Veterinary Medicine.

Hocquette, A., Lambert, C., Sinquin, C., Peterolff, L., Wagner, Z., Bonny, S. P. F., Lebert, A., ve Hocquette, J. F. (2015). Educated consumers don't believe artificial meat is the solution to the problems with the meat industry. *J Integr Agric, 14* (2), 273-284.

Hopkins, P. D., ve Dacey, A. (2008). Vegetarian meat: Could technology save animals and satisfy meat eaters?. *J Agric Environ Ethics, 21*(6), 579-596.

Kumar, P., Chatli, M.K., Mehta, N., Singh, P., Malav, O.P., ve Verma, A. (2017). Meat analogues: health promising sustainable meat substitues. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 57*(5): 923-932.

Kusmer, A. (2020). *Cloning may lead to healthy pork*. (Erişim Adresi: https://theworld.org/stories/2020-12-21/singapore-s-approval-lab-grown-meat-win-climate, Erişim Tarihi: 13.03.2025)

Mateti, T., Laha, A., ve Shenoy, P. (2022). Artificial Meat Industry: Production, methodology, challenges, and future. *JOM, 74* (9), 3428-3444.

Mc Clements, D. J. (2020). Future foods: How modern science is transforming the way we eat. *Food & Function 11* (3), 1933-1945.

Melzener, L., Verzijden, K., Buijs, J., Post, M., ve Flacka, J. (2020). Cultured beef: from small biopsy to substantial quantity. *J. Sci. Food Agric., 101*(1): 7-14.

Özertan, G. (2020). Sürdürülebilir Büyüme Bağlamında Tarım ve Gıda Sektörünün Analizi, *TÜSİAD-T/2020-03*/613.

Pandurangan, M., ve Kim, D. H. (2015). A novel approach for in vitro meat production. *Applied microbiology and biotechnology, 99*(13), 5391-5395.

Post, M. (2012). Cultured meat from stem cell: challenges and prospects. *Meat Sci., 92*: 297-301.

Saygın-Alparslan, Ö.,ve Demirbaş, N. (2019). Sağlık meslek mensuplarının kırmızı et ve işlenmiş kırmızı et tüketim tercihleri. *J Anim Prod, 60*(2), 105-110.

Schneider, M. (2014). Developing the meat grab. *The Journal of Peasant Studies, 41*(4), 613-633.

Stephens, N., Di Silvio, L., Dunsford, I., Ellis, M., Glencross, A., ve Sexton, A. (2018). Bringing cultured meat to market: Technical, socio political, and regulatory challenges in cellular agriculture. *Trends Food Sci Technol, 78*, 155-166.

Sürek, E., ve Uzun, P. (2020). Geleceğin alternatif protein kaynağı: Yapay et. *Akademik Gıda, 18*(2), 209-216.

Tang, C., Yang, D., Liao, H., Sun, H., Liu, C., Wei, L., ve Li, F. (2019). Edible insects as a food source: a review. *Food Prod. Process and Nutr., 1*(8).

Tuomisto, H. L. (2019). The eco-friendly burger: Could cultured meat improve the environmental sustainability of meat products? *EMBO Reports, 20*(1), e47395.

Van der Spiegel, M., Noordam, M.Y., ve Van der Fels-Klerx, H.J. (2013). Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 12*(6), 662-678.

Venne, T., Pinckaers, P., Loon, J., ve Loon, L. (2017). Consideration of insects as a source of dietary protein for human consumption. *Nutr. Rev., 75*(12): 1035-1045.

Weindl, I., Ost, M., Wiedmer, P., Schreiner, M., Neugart, S., Klopsch, R., … ve Klaus, S. (2020). Sustainable food protein supply reconciling human and ecosystem health: A Leibniz Position. *Global Food Security, 25*, 100367.

Yetim, H., ve Tekiner, İ. H. (2020). Alternatif protein kaynaklarından yapay et üretimi kavramına eleştirel bir bakış. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi, 2*(2), 85-100.

Yıbar, A., ve Çetin, E. (2014). Hayvan refahının et kalitesi üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 32* (2), 31-37.

Zhang, J., Shi, H., ve Sheng, J. (2022). The effects of message framing on novel food introduction: Evidence from the artificial meat products in China, *Food Policy, 112*, 102361.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF Al-Cu-Ti HYBRID MATRIX COMPOSITES REINFORCED Y_2O_3

Alaa aldın ALOMAR
Kütahya Dumlupınar University, Department of Metallurgy and Material Engineering, 43100, Kütahya, Türkiye
ORCID: 0009-0000-1130-4390
Pelin Çağım TOKAT BİRGİN
Kütahya Dumlupınar University, Department of Metallurgy and Material Engineering, 43100, Kütahya, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9806-3381

ABSTRACT

Metal matrix composites reinforced with Yttrium oxide (Y_2O_3) and titanium (Ti) are generally developed for improved mechanical properties. This study investigates the fabrication and characterization of (Al-Cu-Ti) hybrid matrix composites reinforced with (Y_2O_3). Six samples were prepared with different Ti (0–4%) and Y_2O_3 (0–10%) contents, followed by milling, pressing, and sintering. The sintering parameters of the composites were set to (850 °C) temperature, (90) minutes, and (5°/minute) heating and cooling times. Samples were produced using a tube furnace in an argon gas environment. The phase, density, and hardness of the hybrid matrix were investigated. XRD analysis was performed to identify the phases present in the samples, which included copper, aluminum, titanium, and Y_2O_3 phases. The theoretical, experimental, and relative densities of the composites were measured. The results showed that adding Y_2O_3 significantly increased the hardness of the hybrid matrix composite, as it is a rigid material. Ti was also added, which further contributed to an increase in the hardness. Density measurements showed that the relative density ranged from 85.4% to 88.7%, with Y_2O_3 contributing to increased porosity and Ti enhancing the densification. In conclusion, the integration of Y_2O_3 and Ti (as a matrix) into the (Al-Cu) hybrid matrix improved the hardness and impacted the composite's density.

Keywords: Powder metallurgy, Hybrid matrix metal composites, Sintering.

Introduction

Due to the advancement in aviation technologies, there is a lot of demand for advanced materials. High-performance composite materials had gathered much interest from the aviation industries due to their ability to combine low density with exceptional mechanical, thermal, and electrical properties, ensuring similar or enhanced performance compared to traditional materials. These advanced composites were increasingly adopted by the aviation industries due

to their strength-to-weight ratio, reduced carbon emission, good thermal resistance, radiation resistance, fatigue durability, damage resistance, and better mechanical performance [1, 2, 3].

The high-performance composite materials are comprised of categories like metal matrix composites (MMC), polymer matrix composites (PMC), ceramic matrix composites (CMC), and fiber composites. Engine components such as turbine blades and housng were some of the common applications of advanced composites in aviation. These materials are also used in aircraft body panels, wing structures, fuselage skins, vertical/horizontal stabilizers, interior panels, passenger seats, and other critical components [4, 5, 6].

Metal matrix composites (MMCs) are increasingly recognized as a promising material for use in the aviation and automotive industries. Due to their unique properties such as Exceptional strength-to-weight ratio, low thermal expansion coefficient, excellent thermal resistance, reliable corrosion resistance, wear durability and superior flexural strength [7,8]. Metal matrix composites (MMCs) can be fabricated using various methods, but powder metallurgy (P/M) has become a cost-effective and reliable approach for industries like aerospace and automotive. This method delivers superior mechanical performance, microstructures, and excellent tribological properties compared to conventional manufacturing methods [9, 10, 11].

The most preferred matrix types among metal matrix composites can be listed as follows: (Al) metal matrix composites which have been extensively studied for their their lightweight and wear resistance properties [12], copper metal matrix composites reinforced with silicon carbide (SiC) and prepared via powder metallurgy [13], titanium metal matrix composites [14], steel metal matrix composites [15], and magnesium metal matrix composites [16].

Al-Cu hybrid matrix composites offer a unique balance of properties, making them highly suitable for advanced engineering applications. This is due to the improved mechanical properties and cost-effective production of (Al) [17,18], the good chemical stability and excellent thermal and electrical conductivities of (Cu) [19], and the high specific strength, chemical resistance and biocompatibility of (Ti) [20,21].

Various reinforcing particles can be added into the (Al-Cu-Ti) hybrid matrix such as Yttrium oxide (Y_2O_3), tungsten carbide (WC) or boron carbide (B_4C) in different ratios to enhance its properties.

Yttrium oxide is widely recognized for its inert properties and high thermal stability where it has very high resistance to high temperature without any phase transformation. It is one of the most thermodynamically stable oxides and has a higher melting point compared to commonly used ceramics like zirconia, and alumina etc [22].

In this study, Al-Cu matrix hybrid composites were prepared by adding Y_2O_3 and Ti into Al-Cu matrix in different ratios using a powder metallurgy method. The microstructure, phase, density and mechanical properties of Al-Cu hybrid matrix were investigated.

Materials and methods

Table 1 shows the starting materials: aluminum powder (40 μm, 99.9% purity, NaNokar), copper powder (44 μm, 99.9% purity, NaNokar), titanium powder (45 μm, 99.9% purity, Kent Kimya), and Y_2O_3 powder (45 μm, 99.9% purity, Kent Kimya).

Table 1 Mass percentage ratios and codes of the samples produced:

Sample Code	Al (%vol.)	Cu (%vol.)	Ti (%vol)	Y_2O_3 (%vol.)
S-1	10	Bal	4	10
S-2	10	Bal	2	10
S-3	10	Bal	0	10
S-4	10	Bal	4	0
S-5	10	Bal	2	0
S-6	10	Bal	0	0

As shown in the table, specimens coded S-1, S-2, and S-3 (Al-Cu-Ti matrix composites with Y_2O_3 reinforcement), contain 4%, 2%, and 0% Ti alloy powder, respectively, along with 10% of Y_2O_3. Specimens S-4, S-5, and S-6 (Al-Cu-Ti matrix composites without Y_2O_3 reinforcement) were prepared with 4%, 2%, and 0% Ti addition, respectively. After the weighting composites in the calculated ratios, they were mixed using a rotational mill at 150 rpm for 10 hours. The samples were shaped with an automatic press for 20 seconds and 8 MPa pressure and heat treated in a tube furnace at 850°C temperature, 90 minutes, and argon atmosphere. X-ray diffraction (XRD) (Rigaku Miniflex) was used with parameters of 30 kV and 30 mA. The results are provided in the range of 20-80°. The hardness test was performed three times using a 25-gf load and a duration of 10 seconds, and the hardness data was obtained by taking the average.

Results and discussion

XRD analysis

Figure 1 shows X-ray diffraction (XRD) analysis of the produced samples that were sintered in 850 C. It can be seen from figure that the main constituent phases in the composites are Cu,

Al_2Cu, Ti and Y_2O_3. The addition of Y_2O_3 and Ti in varying amounts affects the formation of secondary phases. The samples S-1, S-2 and S-3 that contain Y_2O_3 exhibit distinct oxide peaks. As expected, the prominent peaks belong to Al and Cu, the most presented content in the chemical composition. In addition, the formation of compounds containing Al–Cu was observed. These compounds are thought to be intermetallic and provide tribological and mechanical improvements in the microstructure. It is seen that the peak intensities improve with the increase of Cu content at sintering temperatures.

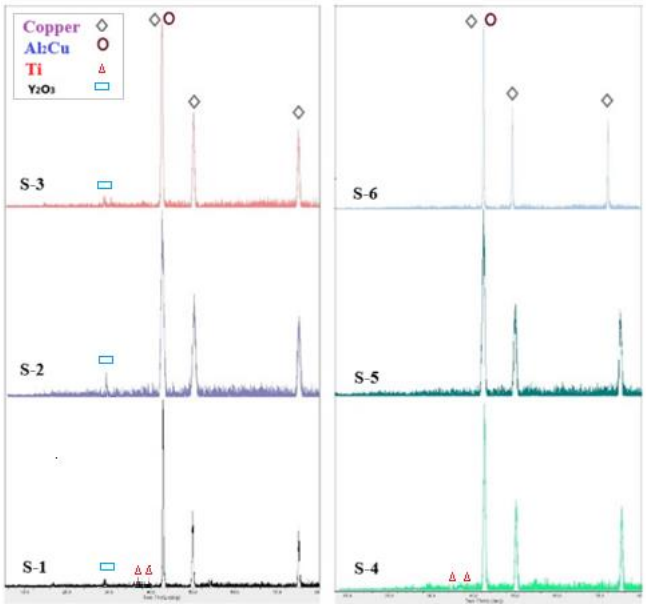


Fig.1 XRD patterns of composite and reference specimens.

Hardness test

The hardness values of the samples S-1, S-2, S-3, S-4, S-5 and S-6 were measured, and the results are presented in figure 2. The hardness of the samples was calculated using at least five successive indentations for each sample by a Duroline-M Hardness Tester under a load of 500 gram for 15s. The hardness values of the Al-Cu-Ti hybrid matrix composites showed the significant effect of the Ti content and the presence of Y_2O_3 as reinforcement. S-1 exhibited the highest hardness value, which is 127.1 HV, due to the maximum contribution of both Ti which was 4% and Y_2O_3 10%. For S-2, the hardness dropped a little to 120.3 HV because of reducing the content of Ti to 2% showing that the lack of Ti can reduce the hardness with the same presence of Y_2O_3. With the absence of titanium and maintaining the same Y_2O_3 rate, the hardness in the third sample S-3 decreased significantly to 116,6HV.

Samples S-4 and S-5 were produced with different amounts of Ti without any Y_2O_3 content, the hardness of sample S-4, which contains 4% Ti is 103.6 HV, while the hardness of sample S-5, with lower Ti content 2% decrease slightly to 100.7 HV. This reduction highlights the importance of Y_2O_3 in achieving superior mechanical performance. Finally, the hardeness of sample S-6 with the absence of Ti and Y_2O_3 showing the lowest hardness value of 95.4 HV.

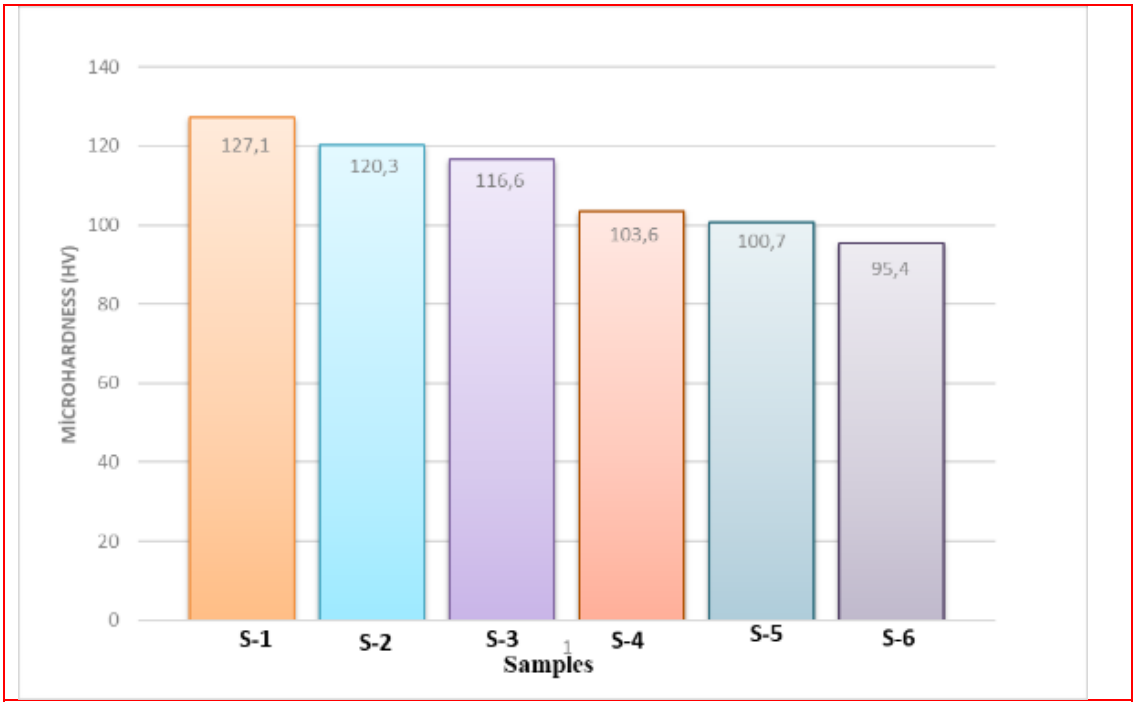


Fig 2. Microhardness of $\mathbf{Y_2O_3}$ doped and undoped Al-Cu-Ti matrix composites.

Density measurement

The density of the composite materials S-1, S-2, S-3, S-4, S-5 and S-6 were investigated, and the theoretical, experimental and relative density are summarized in figure 3. The difference in density values across the samples shows the effect of titanium (Ti) and yttrium oxide (Y_2O_3) content on the microstructure and porosity of the composite.

The theoretical density increased S-1 to S-6, from 6.51 g/cm³ (S1) to 7.01 g/cm³ (S6) due the reduction of Y_2O_3 content and the addition of Ti. However, the experimental density values are still lower than the theoretical ones, indicating the presence of porosity in the composite.

The absence of Y_2O_3 in S-4, S-5, and S-6 resulted in reduced porosity, leading to improved densification. Among these, S-4 has the highest relative density (88.7%), showing the positive effect of Ti on densification. In contrast, S-3 (0% Ti and 10% Y_2O_3) has the lowest relative density (85.4%). This indicates that Y_2O_3 significantly influences porosity and compaction during processing.

Fig 3. Theoretical, experimental, and relative densities of Y_2O_3 doped and un-doped Al-Cu-Ti matrix composites.

Conclusion

The Cu-Al-Ti and Y_2O_3hybrid metal composite samples used in the present study were fabricated with 0-4% Ti and 0-10% Y_2O_3 through milling, compacting, and sintering processes. After fabrication, the structural properties (the microstructure and relative density) and mechanical properties (hardness) of the composites were characterized. A copper-aluminum (Cu-Al) hybrid matrix composite reinforced with $Y_2O_3$and titanium (Ti) was successfully produced in this study using powder metallurgy processing methods. The following data and results were obtained:

- The diffraction peaks of Cu, Al_2Cu, Ti and Y_2O_3 phases were observed. The Cu and Al2Cu phase in the XRD patterns were represented by sharp peaks, and minor peaks indicated the presence of $Y_2O_3$and Ti. The presence of Ti and Y_2O_3 play a critical role in the mechanical properties of the hybrid composite where Ti contributes to dispersion strengthening and Y_2O_3 acts as a stable ceramic reinforcement, enhancing hardness.
- The relative densities of the samples were obtained in the range of 85.4% to 88.7%. This is considered convenient for samples produced by the powder metallurgy method where this

technique comparing to other producing methods often results in some degree of porosity. A decrease in relative density was observed with the addition of $Y_2O_3$and Ti.

- The mechanical properties of the hybrid composite, particularly the hardness was significantly influenced by the presence of Ti and Y_2O_3.
- The sample S-6 with the absence of Ti and Y_2O_3 had the lowest hardness (95.4 HV) which shows the importance of the reinforcements to achieve excellent mechanical properties. The hardness rises progressively with increasing the amounts of Ti and Y_2O_3, reaching the maximum hardness value in the sample S-1 (127.1 HV) which contained 10% Y_2O_3 and 4% Ti.

Data availability statement

The data that was utilized in this study is private.

Authors contribution statement

Alaa Aldin Alomar produced and performed XRD analysis and writing.

Pelin Çağım Tokat-Birgin performed hardness analysis, writing, and corresponding.

Reference

[1] Siengchin, S. (2023). A review on lightweight materials for defence applications: Present and future developments. Defence Technology, 24, 1-17. https://doi.org/10.1016/j.dt.2023.02.025
[2] Bachmann, J., Hidalgo, C., & Bricout, S. (2017). Environmental analysis of innovative sustainable composites with potential use in aviation sector—A life cycle assessment review. Science China Technological Sciences, 60(9), 1301-1317. https://doi.org/10.1007/s11431-016-9094-y
[3] Khalid, M. Y., Umer, R., & Khan, K. A. (2023). Review of recent trends and developments in aluminium 7075 alloy and its metal matrix composites (MMCs) for aircraft applications. Results in Engineering, 20, 101372. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101372
[4] Dhanasekar, S., Ganesan, A. T., Rani, T. L., Vinjamuri, V. K., Rao, M. N., Shankar, E., Dharamvir, Kumar, P. S., & Golie, W. M. (2022). A comprehensive study of ceramic matrix composites for space applications. Advances in Materials Science and Engineering, 2022, Article 6160591. https://doi.org/10.1155/2022/6160591
[5] Hussain, I., & Immanuel, R. J. (2022). Composite materials and its advancements for a cleaner engine of future. In V. Kumar, A. K. Agarwal, A. Jena, & R. K. Upadhyay (Eds.), Advances in engine tribology (pp. [page range]). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-8337-4_9
[6] Kharat, D. K., Muthurajan, H., & Praveenkumar, B. (2006). Present and futuristic military applications of nanodevices. Synthesis and Reactivity in Inorganic, Metal-Organic, and Nano-Metal Chemistry, 36(2), 231-235. https://doi.org/10.1080/15533170500524801
[7] Miracle, D. B. (2005). Metal matrix composites - From science to technological significance. Composites Science and Technology, 65(15-16), 2526-2540. https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2005.05.027
[8] Sharma, D. K., Mahant, D., & Upadhyay, G. (2020). Manufacturing of metal matrix composites: A state of review. Materials Today: Proceedings, 26(Part 2), 506-519. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.12.128
[9] Guan, D., He, X., Zhang, R., & Qu, X. (2017). Microstructure and tensile properties of in situ polymer-derived particles reinforced steel matrix composites produced by powder metallurgy method. Materials Science and Engineering: A, 705, 231-238. https://doi.org/10.1016/j.msea.2017.07.084

[10] Vani, V. V., & Chak, S. K. (2018). The effect of process parameters in aluminum metal matrix composites with powder metallurgy. Manufacturing Review, 5, Article 7. https://doi.org/10.1051/mfreview/2018001
[11] Deschamps, I. S., Avila, D. S., Piazera, E. V., Cruz, R. C. D., Aguilar, C., & Klein, A. N. (2022). Design of in situ metal matrix composites produced by powder metallurgy—A critical review. Metals, 12(12), Article 2073. https://doi.org/10.3390/met12122073
[12] Samal, P., Vundavilli, P. R., & Meher, A. (2020). Recent progress in aluminum metal matrix composites: A review on processing, mechanical and wear properties. Journal of Manufacturing Processes, 59, 131–152. https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.09.010
[13] Akbarpour, M. R., Gazani, F., Mirabad, H. M., Khezri, I., Moeini, A., Sohrabi, N., & Kim, H. S. (2023). Recent advances in processing, and mechanical, thermal and electrical properties of Cu-SiC metal matrix composites prepared by powder metallurgy. Progress in Materials Science,140,101191. https://doi.org/10.1016/j.pmatsci.2023.101191
[14] Li, Q., Huang, S., Zhao, Y., Gao, Y., & Ramamurty, U. (2023). Simultaneous enhancements of strength, ductility, and toughness in a TiB reinforced titanium matrix composite. Acta Materialia, 254, 118995. https://doi.org/10.1016/j.actamat.2023.118995
[15] Qiu, F., Zhang, H., Li, C.-L., Wang, Z.-F., Chang, F., Yang, H.-Y., Li, C.-D., Han, X., & Jiang, Q.-C. (2021). Simultaneously enhanced strength and toughness of cast medium carbon steels matrix composites by trace nano-sized TiC particles. Materials Science and Engineering:A,819,141485. https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.141485
[16] Nie, K. B., Wang, X. J., Deng, K. K., Hu, X. S., & Wu, K. (2021). Magnesium matrix composite reinforced by nanoparticles – A review. Journal of Magnesium and Alloys,9(1),57–77. https://doi.org/10.1016/j.jma.2020.08.018
[17] Li, J., Zhao, G., Wu, S., Huang, Z., Lü, S., Chen, Q., & Li, F. (2019). Preparation of hybrid particulates SiCnp and Mg_2Si reinforced Al-Cu matrix composites. Materials Science and Engineering: A, 751, 107-114. https://doi.org/10.1016/j.msea.2019.02.076
[18] Khanna, V., Kumar, V., & Bansal, S. A. (2021). Mechanical properties of aluminium-graphene/carbon nanotubes (CNTs) metal matrix composites: Advancement, opportunities and perspective. Materials Research Bulletin, 138, 111224. https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2021.111224
[19] Yu, J., Wang, L., Guan, Y., Shao, B., Liu, Z., & Zong, Y. (2023). A high strength and high electrical conductivity graphene/Cu composite with good high-temperature stability. Materials Characterization, 201, 112928. https://doi.org/10.1016/j.matchar.2023.112928
[20] Zhou, Y. L., Niinomi, M., Akahori, T., Fukui, H., & Toda, H. (2005). Corrosion resistance and biocompatibility of Ti-Ta alloys for biomedical applications. Materials Science and Engineering: A, 398(1-2), 28-36. https://doi.org/10.1016/j.msea.2005.03.032
[21] Gepreel, M. A.-H., & Niinomi, M. (2013). Biocompatibility of Ti-alloys for long-term implantation. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 20, 407-415. https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2012.11.014
[22] Rajakumar, G., Mao, L., Bao, T., Wen, W., Wang, S., Gomathi, T., Gnanasundaram, N., Rebezov, M., Shariati, M. A., Chung, I.-M., Thiruvengadam, M., & Zhang, X. (2021). Yttrium oxide nanoparticle synthesis: An overview of methods of preparation and biomedical applications. Applied Sciences, 11(5), Article 2172. https://doi.org/10.3390/app11052172

VİTAMİN KOMPLEKSİ İÇEREN KOZMETİK ETKİYE SAHİP %100 PAMUKLU DOKUMA KUMAŞLARIN GELİŞTİRİLMESİ

Aylin KUŞEN
Agaoglu Textile R&D Center, 64000 Usak, Turkey
ORCID: 0009-0004-6531-9984

ÖZET

Bu çalışmada, portakal kokusunu barındıran vitamin kompleksi içerikli mikrokapsüller, %100 pamuklu dokuma kumaşlara farklı yöntemler kullanılarak ve yöntem farklılığının tekrarlı yıkama yapılmış kumaşlardaki koku kalıcılığı incelenmiş ve kozmetik etkisi araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, ticari olarak tedarik edilen mikrokapsüller aynı miktarlarda kullanılarak konvansiyonel yöntem olan emdirme ve rotasyon baskı metotları ile %100 pamuklu dokuma kumaşlara aktarılmıştır. Çalışma kapsamında üretilen kumaşlar, 20 tekrarlı yıkamaya tabi tutulmuştur ve kumaşların ilgili standartlar doğrultusunda; yırtılma mukavemet performansları ve asidik ter, alkali, ter, su, kuru sürtme, yaş sürtme haslık değerleri tayin edilmiştir. Ayrıca kumaş numunelerinin morfolojik karakterizasyonları SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile incelenmiş ve tekrarlı yıkamalar sonucunda mikrokapsüllerin kumaş numunelerindeki varlığı analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, iki farklı yöntem ile üretilen kumaş numunelerinin haslık ve mukavemet değerlerinin birbirine yakın ve kabul edilebilir aralıklarda olduğu gözlemlenmiştir. Kumaş numunelerinin SEM migrografları incelendiğinde, kumaşlara emdirme yöntemi ile aplike edilen mikrokapsüllerin, lifler arasında yerleştiği, ancak tekrarlı yıkamalar sonucunda lifler arasındaki varlığını koruyamadığı ve kumaştan yüksek oranda uzaklaştığı gözlemlenmiştir. Kumaşlara rotasyon baskı yöntemi ile aplike edilen mikrokapsüllerin ise tekrarlı yıkamalar sonucunda kumaşlardan uzaklaşmadığı ve varlığını koruduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla baskı yönteminde kullanılan baskı patının, kapsül ve kumaş arasında koruyucu bir bariyer işlevi gördüğü gözlemlenmiştir. Bu nedenle tekrarlı yıkamalar sonucunda mikrokapsüllerin kumaşlardan uzaklaşmadığı ve yıkama dayanımının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kumaşlardaki koku kalıcılığı ve kozmetik etki, sübjektif metotlar ile analiz edilmiştir. Bunun için belirli demografik özelliklere sahip 50 kişiden oluşan denek gruplarına anket yöntemi uygulanarak değerlendirme yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, baskı yöntemi ile üretilen kumaşların, emdirme yöntemine göre cilt üzerinde olumlu etkiler sağladığı ve daha başarılı sonuç alındığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Baskı prosesi, emdirme prosesi, mikrokapsül, yıkama dayanımı, kozmetik etki

DEVELOPMENT OF 100% COTTON WOVEN FABRICS WITH COSMETIC EFFECT CONTAINING VITAMIN COMPLEX

ABSTRACT

In this study, microcapsules containing a vitamin complex with an orange scent were applied to 100% cotton woven fabrics using different methods, and the scent retention on washed fabrics and cosmetic effects were examined. For this purpose, commercially supplied microcapsules were applied to cotton fabrics in equal amounts using two conventional methods: impregnation and rotary screen printing. The fabrics produced were subjected to 20 repeated washes, and their tear strength performance as well as fastness properties including acidic sweat, alkaline sweat, water, dry rub, and wet rub were determined according to relevant standards. Furthermore, the morphological characterization of fabric samples was analyzed using SEM (Scanning Electron Microscopy), and the presence of microcapsules on fabric samples after repeated washes was assessed. The analysis results showed that the fastness and strength values of fabrics produced using both methods were similar and within acceptable ranges. SEM micrographs of fabric samples revealed that microcapsules applied using the impregnation method settled between fibers but were largely removed after repeated washes. In contrast, microcapsules applied using the rotary screen printing method remained intact and adhered to the fabric even after repeated washes. This observation indicated that the printing paste used in the rotary method acted as a protective barrier between the capsules and the fabric, enhancing wash durability. Additionally, scent retention and cosmetic effects were analyzed subjectively. A group of 50 participants with specific demographic features evaluated the fabrics through surveys. Results showed that fabrics produced using the rotary screen printing method provided positive effects on the skin and achieved more successful outcomes compared to those produced using the impregnation method.

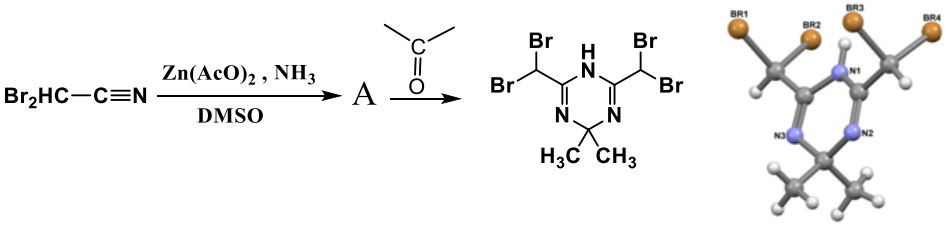
Keywords: Printing process, ımpregnation process, microcapsule, washing resistance, cosmetic effect

SYNTHESIS OF 2,6-BIS(DI¬BROMO-METHYL)-4,4-DIMETHYL-1,4-DIHYDRO-1,3,5-TRIAZINE

Nigar AHMEDOVA
Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan
ORCID ID: 0009-0009-6245-4837
Nazrin ZEYNALLİ
Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan
ORCID ID: 0009-0007-0109-2954
PhD Gulnar ATAKİSHİYEVA
Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan
ORCID ID: 0000-0002-9659-5218
PhD Sevinç MUHTAROVA
Department of special techniques and technologies, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan,
ORCID ID: 0000-0002-1388-2319
Associate professor Shukufa EYVAZOVA
Department of chemical technology, recycling and ecology, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan,
ORCID ID: 0009-0005-9848-5919
Associate professor Naila VEYSOVA
Department of chemical technology, recycling and ecology, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan
ORCID ID: 0009-0005-9848-5919
Professor Namiq SHİKHALİYEV
Department of Chemical Engineering, Baku Engineering University, Baku, Azerbaijan
ORCID ID: 0000-0002-6842-151X

ABSTRACT

The acetonitrile derivative was reacted with CHBr2CN and a new product was obtained. Thus, dissolving the obtained reaction product (A) in acetone led to the preparation of the 2,6-bis(di-bromomethyl)-4,4-dimethyl-1,4-dihydro-1,3,5-triazine compound. As can be seen from its molecular structure, the presence of a heminal dimethyl fragment in the 4,4 position of the 2,6-Bis(di-bromomethyl)-4,4-dimethyl-1,4-dihydro-1,3,5-triazine compound gives reason to say that the structure of compound A corresponds to 2,2-dibromo-N-(2,2-dibromo-1-iminoethyl) acetimidamide in the simplest case, without taking Zn into account. Thus, the presence of a heminal dimethyl fragment in the compound 2,6-Bis(dibromomethyl)-4,4-dimethyl-1,4-dihydro-1,3,5-triazine can be obtained only in one case, from the reaction of the imine groups in the compound 2,2-dibromo-N-(2,2-dibromo-1-iminoethyl) acetimidamide with acetone.



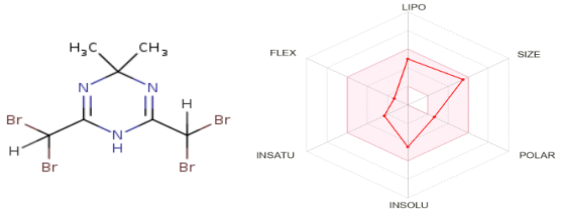
Keywords: Triazine derivative, acetimidamide, X-Ray investigations

MAPPING OF BIOAVAILABILITY RADAR OF 2,6-BIS(DI¬BROMO-METHYL)-4,4-DIMETHYL-1,4-DIHYDRO-1,3,5-TRIAZINE

Nigar AHMEDOVA
Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan
ORCID ID: 0009-0009-6245-4837
Nazrin ZEYNALLİ
Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan
ORCID ID: 0009-0007-0109-2954
PhD Gulnar ATAKİSHİYEVA
Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan
ORCID ID: 0000-0002-9659-5218
PhD Sevinc MUKHTAROVA
Department of special techniques and technologies, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan,
ORCID ID: 0000-0002-1388-2319
Associate professor Sima MUSAYEVA
Department of special techniques and technologies, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan,
ORCID ID: 0000-0002-9482-2405
Associate professor Ilhama HAMDULLAYEVA
Department of special techniques and technologies, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan,
ORCID ID: 0009-0001-9343-7185
Abel MAHARRAMOV
Organik Kimya Bölümü, Bakü Devlet Üniversitesi, Bakü, Azerbaycan
ORCID ID: 0009-0008-7739-2598

ABSTRACT

Nitrogen-containing heterocyclic compounds are one of the main goals of organic and medicinal chemistry. Thus, in recent decades, there has been a lot of literature on the advantages of using this type of compounds. Some of them are related to triazines, which means a 6-membered benzene ring in which 3 carbon atoms are replaced by nitrogen. Currently, many triazine-containing antibiotics are used. Taking all this into account, 2,6-Bis(dibromomethyl)-4,4-dimethyl-1,4-dihydro-1,3,5-triazine was synthesized and its structure was confirmed by modern physical research methods (mass, RQA). In silico studies were conducted taking into account many biological properties of triazine derivatives. For this, Swiss Targeted Prediction and Swiss ADME programs were used. The pharmacokinetic properties of the compound were studied using this program. The lipophilicity, size, polarity, solubility, unsaturation and elasticity of the compounds are studied. The six descriptors mentioned (SIZE, LIPO, INSATU, POLAR, INSOLU, FLEX) show us that molecules present in the pink region of the radar have good bioavailability properties in the body. It should be noted that our compound does not deviate from the pink zone at all.



Keywords: Triazine derivatives, insilico investigations, bioavailability radar

KUDRET NARININ TIBBİ BESLENME TEDAVİSİNDEKİ YERİ

Muhammet Yusuf ARAS
Bezmialem Vakıf University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics
ORCID: 0009-0005-6594-2351
Öğr. Gör. Dr. Beyza MENDEŞ
Bezmialem Vakıf University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics
ORCID: 0000-0002-4182-1273

ÖZET

Kudret narı (Momordica charantia), dünya çapında tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygın olarak yetiştirilen önemli bir tıbbi bitkidir. Antik çağlardan beri geleneksel tıpta kullanılan bu bitki, günümüzde de çeşitli sağlık faydaları nedeniyle önem taşımaktadır. Besin içeriği açısından oldukça zengin olan kudret narı, makro besinler olarak karbonhidrat, protein ve yağ içerirken, mikro besinler açısından C vitamini, B vitaminleri, demir, kalsiyum, fosfor, magnezyum, kükürt ve bakır gibi önemli bileşenlere sahiptir. En önemli terapötik etkilerinden biri antidiyabetik aktivitesidir. İnsülin duyarlılığını artırarak ve AMP ile aktive olan protein kinaz (AMPK) yoluyla hipoglisemik etki göstererek kan glukoz seviyelerinin düzenlenmesine katkı sağlar. Bununla birlikte, hipolipidemik etkileri sayesinde total kolesterol ve trigliserit seviyelerini düşürürken, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) seviyelerini artırır ve hepatik trigliserit birikimini azaltır. Kudret narı aynı zamanda belirgin anti-inflamatuar özelliklere sahiptir. Pro-inflamatuar sitokinlerin salınımını baskılayarak, siklooksijenaz-2 (COX-2) aktivitesini inhibe eder ve inflamatuar yanıtı azaltır. Antioksidan aktivitesi sayesinde serbest radikalleri temizleyerek oksidatif stresi önler ve bu sayede gastrik mukozayı koruyucu etkiler gösterir. Antikanser potansiyeli açısından yapılan çalışmalar, çeşitli malign hücre hatlarında tümör proliferasyonunu inhibe ettiğini ve apoptoz sürecini tetiklediğini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, geniş spektrumlu antimikrobiyal etkileri bulunmakta olup birçok bakteriyel ve viral patojene karşı etkinlik göstermektedir. Özellikle anti-HIV aktivitesi açısından yapılan çalışmalar, kudret narının viral replikasyonu baskılama potansiyeline sahip olduğunu öne sürmektedir. Bununla birlikte, kudret narının güvenlik profili dikkate alınmalıdır. Yüksek doz alımında gastrointestinal rahatsızlıklar (abdominal ağrı, diyare) gözlemlenebilir. Ayrıca, hemoglobin konsantrasyonunu etkileyebileceği ve üreme sistemi üzerinde belirli biyolojik etkiler gösterebileceği bildirilmiştir. Bu nedenle, klinik kullanımı sırasında dozajın dikkatle belirlenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kudret narı, Momordica charantia, Antidiyabetik aktivite, Hipolipidemik etki, Antienflamatuvar özellikler, Antioksidan aktivite, Antikanser etki, Antimikrobiyal aktivite, Besin ögeleri

THE ROLE OF BITTER MELON IN MEDICAL NUTRITION THERAPY

ABSTRACT

Bitter Melon (Momordica charantia) is an important medicinal plant widely cultivated in tropical and subtropical regions worldwide. Used in traditional medicine since ancient times, this plant remains significant today due to its various health benefits. Bitter melon is nutritionally rich, containing macronutrients such as carbohydrates, proteins, and fats, along with essential micronutrients, including vitamin C, B vitamins, iron, calcium, phosphorus, magnesium, sulfur, and copper.One of its most important therapeutic effects is its antidiabetic activity. It contributes to blood glucose regulation by enhancing insulin sensitivity and exerting a hypoglycemic effect through the AMP-activated protein kinase (AMPK) pathway. Additionally, it has hypolipidemic effects, reducing total cholesterol and triglyceride levels while increasing high-density lipoprotein (HDL) levels and decreasing hepatic triglyceride accumulation.Bitter melon also exhibits significant anti-inflammatory properties. It suppresses the release of pro-inflammatory cytokines, inhibits cyclooxygenase-2 (COX-2) activity, and reduces the inflammatory response. Thanks to its antioxidant activity, it neutralizes free radicals, preventing oxidative stress and thereby protecting the gastric mucosa.Regarding its anticancer potential, studies have shown that it inhibits tumor proliferation in various malignant cell lines and triggers apoptosis. Moreover, it possesses broad-spectrum antimicrobial effects, demonstrating efficacy against numerous bacterial and viral pathogens. Particularly in terms of anti-HIV activity, research suggests that bitter melon may have the potential to suppress viral replication.However, the safety profile of bitter melon should be considered. High doses may cause gastrointestinal discomfort (such as abdominal pain and diarrhea). Additionally, it has been reported to influence hemoglobin concentration and exert certain biological effects on the reproductive system. Therefore, careful dosage determination is necessary for clinical use.

Keywords: Bitter melon, Momordica charantia, Antidiabetic activity, Hypolipidemic effect, Anti-inflammatory properties, Antioxidant activity, Anticancer effect, Antimicrobial activity, Nutritional components

TEKSTİL VE GİYİM MAĞAZALARININ VİTRİN TASARIMLARINDA GÖRSEL ALGI ÖLÇÜTLERİNİN ÖNEMİ

Sare EROL
Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İç Mimarlık Ana Sanat Dalı Yüksek Lisans, Kocaeli
ORCID: 0009-0001-7346-7467
Prof. Dr. Deniz DEMİRARSLAN
Kocaeli Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık, İç Mimarlık Ana Sanat Dalı, Kocaeli
ORCID: 0000-0002-7817-5893

ÖZET

Eski çağlardan günümüze kadar devam eden alışveriş eyleminin gerçekleştiği mekânlar, toplumsal gelişmeler ve işlevlere göre zaman içerisinde biçim değiştirmiştir. Eski Roma, Yunan ve Ege uygarlıklarında ortaya çıkan agora ve stoalardan günümüz alışveriş merkezlerine kadar birçok türde ticaret mekânı yapılmıştır. Alışveriş merkezlerinin ortaya çıkması ve zincir mağazaların oluşumu ile mekânsal değişim geçirmiştir. Mağaza, insanlara markanın çeşitli ürün portföylerinin sunulmasını sağlayan bir mekândır. Sadece ürün satış odaklı olmayıp kullanıcının mağaza içerisindeki deneyiminin geliştirilmesine yardımcı olan, kullanıcının ihtiyaçlarını karşılayan ve ticarette sürekliliği sağlayan bir mekân özelliğini de taşımaktadır. Mağazaya gelen kullanıcının algısının büyük bir kısmı görme duyusu ile gerçekleştiğinden mağaza tasarımı, mekânın görsel açıdan algılanmasını doğrudan etkilemektedir. Doku, ışık, renk, malzeme gibi mekânın yüzeylerinde kullanılan unsurlar görsel algıyı etkileyen tasarım ögeleridir. Mağazanın bir parçası olan vitrinde de görsel algı tasarımları kullanılabilmektedir. Vitrin, kullanıcının bakış açısına ilk giren, satılan ürünler hakkında bilgi veren ve ürünlerin sergilenmesi için çoğunlukla dış mekândan cam ile ayrılan bir mekânsal parçadır. Giriş cephesinde kullanılan tabelaların, kurumsal logonun ve renklerin bütünüyle oluşturulan vitrin tasarımı görsel algıyı etkileyen unsurlardan biridir. Bu nedenle görsel elemanlarla oluşturulmuş vitrin, kullanıcının sergilenen ürünleri algılaması açısından tasarımda önemli bir rol oynamaktadır. Bu hipotez ile yola çıkarak bu çalışmada vitrin tasarımında kullanılan görsel algı ölçütlerinin incelenmesi ve yeni bir bakış açısının sunulması amaçlanmaktadır. Çalışmada, literatür taraması yapılarak tarihi ve tanıtıcı araştırma yöntemleri kullanılmış, vitrin çeşitlerinden ve vitrin tasarımında kullanılan ögelerden bahsedilmiş daha sonra bu tanımları destekleyen görsel algı ölçütleri anlatılmış, konunun temeli oluşturularak örneklerle incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mağaza tasarımı, iç mekan,alışveriş,marka,moda

THE IMPORTANCE OF VISUAL PERCEPTION CRITERIA IN THE SHOWCASE DESIGNS OF TEXTILE AND CLOTHING STORES

ABSTRACT

The places where the shopping action, which has been going on from ancient times to the present day, have changed their form over time according to social developments and functions. Many types of trade venues were built, from agora and stoas that emerged in ancient Roman, Greek and Aegean civilizations to today's shopping malls. It has undergone spatial change with the emergence of shopping malls and the formation of chain stores. A store is a place where people are presented with the brand's diverse product portfolios. It is not only focused on product sales, but also a place that helps to improve the user's experience in the store, meets the needs of the user and ensures continuity in trade. Since most of the perception of the user coming to the store is realized with the sense of sight, the store design directly affects the visual perception of the space. The elements used on the surfaces of the space, such as texture, light, color, and material, are design elements that affect visual perception. Visual perception designs can also be used in the showcase, which is a part of the store. A showcase is a spatial piece that first enters the user's point of view, provides information about the products sold, and is often separated from the outdoor space by glass for the display of products. The showcase design, which is created with the signs, corporate logo and colors used on the entrance façade, is one of the elements that affect the visual perception. For this reason, the showcase created with visual elements plays an important role in the design in terms of the user's perception of the exhibited products. Based on this hypothesis, in this study, it is aimed to examine the visual perception criteria used in showcase design and to present a new perspective. In the study, historical and introductory research methods were used by conducting a literature review, the types of showcases and the elements used in the showcase design were mentioned, then the visual perception criteria supporting these definitions were explained, the basis of the subject was created and examined with examples.

Keywords: Store design, interior, shopping, brand, fashion

1.GİRİŞ

Alışveriş kavramının kökeni, insan topluluklarının birbiri ile etkileşime geçtiği tarih öncesi çağlara dayanmaktadır. Kavram, en temel anlamı ile satın alma veya satma eylemlerinin tamamı olarak tanımlanabilir. Fakat alışveriş, kurumların, bireylerin veya toplumların farklı hizmetleri ve ürünleri kâr elde etme amacıyla belirli noktalarda tüketicilere sunarak ticari ve ekonomik etkinlikleri kapsamaktadır (Çürük, 2019 akt:Karapolatgıl ve Şener,2023). Mahalle ölçeğinde

bakkallarla, yöresel esnafla, tuhafiyecilerle giderilen alışveriş ihtiyacı; alışveriş merkezlerinin ortaya çıkması ve zincir mağazaların oluşumu ile mekânsal değişim geçirmiştir (Yıldırım ve Demirarslan,2022).

Gökgür eserinde (2008), kamusal alan ile mekân arasındaki ilişkiyi tarihsel bir perspektif içerisinde değerlendirirken, Antik Yunan döneminde Akropol ve Geç Yunan döneminde ortaya çıkan Agoraları, ilk kamusal alanların şekillendiği fiziksel ortamlar olarak belirtmektedir. Bu bağlamda, Agoralar yalnızca fiziksel birer mekân olmanın ötesinde, aynı zamanda düşünce ve fikirlerin paylaşıldığı, tartışıldığı sosyal alanlar olarak işlev görmüştür. Antik Yunan'daki bu yapıyı, Roma döneminde kamusal işlevi sürdüren ancak aynı zamanda ekonomik faaliyetlerin ve eğlencenin de merkezine dönüşen Forumlar izlemiştir. Orta Çağ'a gelindiğinde ise kamusal alanlar, çoğunlukla kent giriş kapıları ve pazar yerlerinde yoğunlaşmıştır. Bu alanlar, farklı sınıf ve statülerden bireylerin bir araya gelerek ekonomik ve sosyal etkileşimde bulundukları mekânlar haline gelmiştir. Sanayileşme süreciyle birlikte kamusal alanlarda önemli değişimler yaşanmış, özellikle ulaşımın gelişmesiyle birlikte işyeri ve konut arasındaki ilişki zayıflamış; bu durum bireylerin kamusal alanlarla kurduğu bağın kopmasına neden olmuştur. Otoyollarla çevrelenen kentlerde meydan ve sokak gibi geleneksel kamusal alanlar yalnızca geçiş güzergâhları olarak kullanılmaya başlanmış, toplumsal etkileşim ise giderek turistik bölgeler ve alışveriş alanlarına yönelmiştir. Bu süreçte, alışveriş merkezleri kentlerin diğer bölgelerinden bağımsız biçimde kendi kamusallığını üretmeye başlamıştır (Şentürk,2012).

Alışveriş merkezlerinin bir parçası olan mağazalar, perakende sektörünün temel yapı taşlarından biri olup tüketicilere çeşitli ürün portföylerinin sunulmasını sağlayan bir mekândır. Yalnızca ürün satış odaklı olmayıp tüketicinin mağaza içerisindeki deneyiminin geliştirilmesine yardımcı olan, tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik stratejilerin geliştirilmesini ve uygulanmasını ve ticarette sürekliliği sağlayan bir mekân özelliğini de taşımaktadır. Mağazanın müşteri tarafından algılanmasında ilk adım olan vitrin de zaman içerisinde değişime uğrayarak günümüze kadar gelmiştir.

İnsanlar, kent meydanlarındaki pazar yerlerinde kurdukları satış tezgâhlarında ürünlerini tanıtmaya çalışmışlardır. Daha sonra Orta Çağ'da ahşap kepenkli dükkânlar yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu dükkânlar açıldığında altta tezgâh meydana getiren kepenkli sistemden oluşmaktaydı. Dükkânların üstünde de gölgelik yapan bir kepenk bulunmaktaydı. Bu sistem ürünün satıldığı alanın, müşterinin gözünde daha düzenli ve dağınıklıktan uzak olmasını sağlıyordu. Fakat bu dükkânların kepenkleri, iş bitiminde kapatıldığında açıklığı olmayan bir yüzeye dönüşüyordu (Canbakal Ataoğlu,2020). Ürünler sadece iş saatlerinde görülebiliyordu. Ürün tanıtımının düzeyini artıracak yeni bir sisteme ihtiyaç vardı. Zaman içerisinde gelişen

teknoloji ve ürün çeşidinin artması, vitrin tasarımlarındaki bu ihtiyacı karşılamıştır. Cam üretim tekniklerindeki gelişmelerle modern vitrinin başlangıcı 18.yüzyıla dayanmaktadır. Dükkân cephelerinde cam malzeme kullanılmaya başlanmıştır. 19. ve 20. yüzyıllarda ortaya çıkan cam paneller ve giydirme cephe yapım teknikleri sayesinde tamamen cam kaplı dükkân vitrinleri yapmak mümkün hale gelmiştir. Böylece ürünler iş saatleri dışında da görünür hale gelmiştir (CanbakalAtaoğlu,2020). Türkiye'de vitrin tasarımının tarihsel gelişimine bakıldığında, 19. yüzyılda Pera'da vitrinli dükkânların görülmeye başlandığı dikkat çekmektedir. Bu dönemde özellikle Beyoğlu'nda tasarım odaklı vitrinlerin yaygınlaştığı görülmektedir. Cumhuriyet'in ilk yıllarına ait vitrin tasarımı örnekleri, dönemin görsel kültürü ve tüketim alışkanlıkları hakkında fikir vermesi açısından önemli bir gelişim sürecine işaret etmektedir. Söz konusu yıllarda, İstanbul'un ticaret, tüketim ve mağazacılık açısından en önemli merkezlerinden biri olması sebebiyle Galata, Beyoğlu ve Pera gibi semtlerde yer alan dükkânlarda dönemin en nitelikli vitrin tasarımı örneklerine rastlanmaktadır. Cumhuriyet dönemi modernleşme süreci içerisinde Beyoğlu İstiklal Caddesi'nde yer alan "Karlman Pasajı" günümüzdeki alışveriş merkezlerinin erken bir örneği olarak değerlendirilebilir. Bu yapı sadece bir alışveriş alanı değil, aynı zamanda görsel mağazacılık anlayışının da gelişmesine öncülük eden bir mekân olarak önem taşımaktadır (Uğurlu, 2024).

Daha öncesinde ise Türk mimarisinde çarşı geleneğinin önemli bir parçasını oluşturan kapalı çarşı (arasta, bedesten vb.) planlaması bulunmaktaydı. Zamanla dükkânlarda, içerisinde ürünler hakkında bilgi veren, mağazada satılan ürünlerin tipleri ve özellikleri gibi bilgilerin verildiği alanların tasarlandığı ve "vitrin" olarak isimlendirildiği görülmektedir. Vitrinler, marka imajı ve ürün özellikleri ile ilgili fikir edinilmesinde önemli bir rol üstlenmektedir. Mağazanın kimliğini yansıtır ve ürünlerin görüldüğü ilk yerdir. Yaya trafiğinin yoğun olduğu mağazalarda vitrin önemli bir promosyon aracı ve sergileme mekânıdır. Estetik olarak kullanıcının gözüne ve algısına hitap eden vitrinler olumlu bir etki bıraktığı takdirde ürün satışına da olumlu bir katkı yapabilmektedir(Arslan,2016).

Hedef kitlenin olası gereksinimleriyle karşılaşması ve bu bağlamda ilgili mağazaya yönelmesinin sağlanması için kullanılan vitrinler; işverenler, müşteriler ve tasarımcılar için birer görsel iletişim göstergesidir. Vitrin tasarımında kullanılan grafik göstergeler aracılığıyla gereksinimi olmayan kullanıcıların bile dikkati çekilerek onlarda vitrine yaklaşma merakı ve sonrasında ürünleri inceleme ihtiyacı uyandırılabilmektedir(Çorbacı, Sayın,2023).

Kullanıcının içinde bulunduğu çevrenin fiziksel yapısı, hacmi ve işlevsel özellikleri de algılamada farklılıklar yaratır. Mekânda kullanılan donatıların düzenlenişi, elemanların ölçü, boyut, renk, doku gibi özelliklerinin birbirleriyle etkileşimleri mekânın kimliğini ve imajını

oluşturur (Yurttaş, 2019). Görsel algının bütününü oluşturan bu özelliklerin vitrin tasarımında kullanılması müşterinin odak noktasını üzerine çekerek ürünün etkileme düzeyini artırmaktadır. Giriş cephesinde kullanılan tabelaların, kurumsal logonun ve renklerin bütünüyle oluşturulan vitrin tasarımı görsel algıyı etkileyen unsurlardan biridir. Bu nedenle görsel elemanlarla oluşturulmuş vitrin, kullanıcının sergilenen ürünleri algılaması açısından tasarımda önemli bir rol oynamaktadır. Bu hipotez ile yola çıkarak bu çalışmada vitrin tasarımında kullanılan görsel algı ölçütlerinin incelenmesi ve yeni bir bakış açısının sunulması amaçlanmaktadır. Araştırmada görsel kaynaklardan elde edilen verilerden yola çıkarak vitrin tasarımları incelenmiştir. Vitrin tasarımları incelenirken görsel algı ölçütleri doğrultusunda yorumlanmıştır. Çalışmada, literatür taraması yapılarak tarihi ve tanıtıcı araştırma yöntemleri kullanılmış, vitrin çeşitlerinden ve vitrin tasarımında kullanılan ögelerden bahsedilmiş daha sonra bu tanımları destekleyen görsel algı ölçütleri anlatılmış, konunun temeli oluşturularak örneklerle incelenmiştir.

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Arslan (2016), Bayraktar(2011), Azaklı(2021) gibi oluşturulan eserlerde literatür taramaları sonucunda mağaza giriş cephesinin tasarımı önünden geçenler tarafından fark edilebilir, kolayca tanınabilir ve hatırlanabilir olması gerektiği tespit edilmiştir.

Mağaza önü, mağazanı genel yapısını ve adını açıkça tanımlamalı ve içerideki ürünler hakkında ipuçları vermelidir. Genel olarak mağaza önü tasarımı, dışarıdaki işaretleri ve mağaza önünün mimarisini içermektedir. Genelde mağaza önü tasarımı mağaza için reklam ortamı gibi hizmet eden vitrinden oluşmaktadır. Mağaza vitrinleri önünden geçen kullanıcının dikkatini çekmeli ve onları içeri davet etmelidir. Ayrıca, görsel teşhirlerin yer aldığı vitrinler sıklıkla değişmeli, eğlenceli ve heyecan verici olmalı ve içerideki ürünü temsil etmelidir (Dunne ve Lusch, 1999, 483 akt: Özgören,2013). Vitrinler içerideki ürünler ve mağaza imajı hakkında görsel bir mesaj sunmalıdır (Levy ve Weitz, 2009, 520 akt:Özgören,2013).

2.1. Vitrin Tasarımı ve Vitrin Ögeleri

Vitrin tasarımı, mağazanın mimari yapısından tabelalara, giriş kapısı ve dış aydınlatma gibi birçok konuyu kapsamaktadır. Yapılan bu tasarımlarla dış görünümün çekici olması kullanıcıyı alışverişe davet etmesi amaçlanmaktadır. Bir vitrin tasarımında tasarımı yapılan unsurlar şunlardır; dış cephe, mağaza girişi ve vitrinler, tabela ve aydınlatma.

2.1.1.Dış Cephe

Mağaza dış cephe tasarımı, estetik ve işlevsel açıdan önemli bir rol oynar. Dış cephe, mağazanın kamusal alana bakan yüzü olarak potansiyel müşterilerin ilgisini çekme ve içeri davet etme işlevi görür. Bu nedenle mağazanın bulunduğu çevre ile uyum içinde olması hem görsel

bütünlük hem de kent estetiği açısından gereklidir. Ayrıca dış cephe tasarımında yerel yönetmeliklere uyulması; yapı izinleri, tabela boyutları ve malzeme kullanımı gibi konular açısından önem taşır. Mağaza cephesi, aynı zamanda iç mekâna dair ipuçları vererek kullanıcıda ürün ve mağaza kimliği hakkında ön izlenim oluşturur (Arslan, 2016).

2.1.2.Mağaza Girişi ve Vitrin Tasarımı

Mağaza tasarımında giriş bölümü, kullanıcı deneyiminin başladığı ilk fiziksel temas noktasıdır. Mağaza kapısından geçişle başlayan bu deneyim, iç mekânla kurulan etkileşimin yönünü belirler. Giriş kapısı, vitrinle birlikte mağazanın dış cephesinde yer alan temel tasarım unsurlarından biri olarak, kullanıcıyı içeriye davet eden bir işlev üstlenmektedir. Bu bağlamda, giriş tasarımında belirli ilkelere dikkat edilmesi gereklidir (Arslan, 2016).Bunlar;

- Aydınlatmanın yeterli düzeyde olması,
- Kullanımı kolay, açılabilir kapı sistemlerinin tercih edilmesi,
- Zeminde kaymaz malzemelerin kullanılması,
- Vitrin tasarımı ile bütünlük sağlayan tasarım ögelerinin yer alması.

Ayrıca giriş açıklığının boyutları ve giriş zemininin kot seviyesi gibi fiziksel parametreler de kullanıcı erişimini doğrudan etkileyen unsurlar arasında yer alır. Bazı mağazalarda giriş kapısı tamamen kaldırılarak açık planlı bir geçiş alanı oluşturulur; bu yaklaşım genellikle alışveriş merkezlerinde tercih edilmekte, cadde üzerindeki mağazalarda ise güvenlik endişeleri nedeniyle daha az uygulanmaktadır (Arslan, 2016).

Mağaza girişinde kullanılan aydınlatma türü (örneğin floresan, LED ya da beyaz ışık) kullanıcı algısını etkilemekte ve mağazanın çekiciliğini artırabilmektedir. Bu noktada, mağaza girişi vitrin tasarımı ile birlikte alışveriş için davetkâr bir atmosfer oluşturmalıdır (Bayraktar, 2011). Vitrinler ise mağazanın kimliğini ve marka imajını yansıtan önemli iletişim araçlarıdır. Ürünlerin sergilendiği ilk yer olmaları nedeniyle yaya trafiğinin yoğun olduğu bölgelerde etkili bir tanıtım ve pazarlama alanı olarak işlev görürler. Tasarlanmış vitrinler, kullanıcı üzerinde olumlu bir izlenim bırakarak satın alma davranışını olumlu yönde etkileyebilmektedir. Tasarım ilkelerine uygun şekilde düzenlenen bir vitrin aşağıdaki katkıları sağlar (Arslan, 2016).

- Marka imajının güçlendirilmesine katkı sunar.
- Kullanıcının ilgisini çekerek beğeni oluşturur.
- Güncel sezon hakkında görsel bilgi verir.
- Ürünlerin farklı kullanım biçimlerini gösterir.
- Rekabet ortamında diğer markalardan ayrışmayı destekler.

2.1.3.Tabela

Mağaza tabelası, mağaza adı, logo ya da sembol içeren ve kullanıcı tarafından ilk fark edilen tanıtım unsurudur. Yönlendirme işlevinin yanı sıra mağazanın görsel kimliğini yansıtarak dikkat çekici bir tanıtım aracı olarak işlev görür. Bu nedenle kullanılan harflerin büyük ve kalın olması algılamayı kolaylaştırır. Tabelanın boyutu, rengi, şekli, malzemesi ve aydınlatması gibi tasarım ögeleri, hem estetik hem de işlevsel açıdan etkili bir görsellik sunmalıdır. Bu unsurların uyumu, tabelanın çevresel algıda öne çıkmasını sağlar (Arslan, 2016).

2.1.4. Aydınlatma

Vitrin tasarımında dikkat çekici bir görsellik oluşturmak amacıyla görsel uyarıcılardan etkin biçimde yararlanılmaktadır. Bu bağlamda, ışık kullanımı önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır. Özellikle ışık şiddeti farklılıkları, algının yönlendirilmesinde etkili olmaktadır. Örneğin, düşük ışıklı bir fon önünde yüksek ışık şiddetine sahip bir yüzey daha fazla dikkat çekmekte böylece izleyicinin odak noktası belirginleşmektedir. Benzer şekilde, yüzeylerin ışığı yansıtma oranları da algının belirli bir yüzeye yönelmesini sağlayan unsurlar arasında yer alır. Ayrıca aydınlık düzeyleri arasındaki farklar da görsel vurgulamada önemlidir. Aydınlatma düzeyinin dolaşım alanlarına göre daha yüksek olduğu vitrinler, kullanıcı algısını daha kolay yönlendirmektedir. Belirli bir ürüne odaklanmak ya da mağazaya özgü bir karakter kazandırmak amacıyla genel sergileme yüzeylerinden farklı olarak belirli bölgelerde sıcak renklere sahip bölgesel aydınlatmalar tercih edilebilir. Vurgulayıcı bir diğer yöntem ise arka planda koyu gölgeler yaratarak sergilenen nesnenin ön plana çıkarılmasıdır (Berkin,Yalçın Usal, 2012).

2.2. Vitrin Türleri

Azaklı (2021), mağaza cephelerinde yer alan vitrinlerin mimari açıdan farklılık gösterdiğini ve işlevsel olarak çeşitli biçimlerde tasarlandığını belirtmektedir. Vitrinler, plan tiplerine göre çeşitli kategorilere ayrılmaktadır. Standart düz vitrinler, caddeye ya da mağaza cephesine paralel yerleştirilen ve hemen her tür mağazaya hizmet edebilen yaygın bir vitrin türüdür. Çarşı vitrinlerinde, mağaza giriş kapısı, vitrin camından geriye konumlandırılarak önce vitrine odaklanılması, ardından mağazaya yönlendirilmesi amaçlanır. Açılı vitrinler ise bina köşelerinde yer alır ve her iki açıdan da görülebilir, zeminde üçgen form oluşturarak üç yan yüzeyden oluşur. Köşe vitrinleri ise, iki cepheli tek bir vitrin olup, genellikle geniş cepheli mağazalarda tercih edilir ve her iki yönden de gözlemlenebilir. Kutu vitrinler, küçük ürünlerin sergilendiği, göz hizasında yer alan daha küçük vitrinlerdir. Panelli vitrinlerde ise marka, kendine özgü paneller kullanarak ürünü sergiler; bu vitrinlerde ürünler genellikle mankenlerle

ya da metal modüllerle sergilenir ve panellerin boşluklarından mağaza içi görülebilir (Azaklı, 2021).

Baltacı ve Güngör Özçelik (2011), yükseltilmiş vitrinlerin kaldırım seviyesinden 30-40 cm yüksekte yer aldığını ve genellikle kuyumcu, fırın veya optik mağazaları gibi işlevsel mağazalarda tercih edildiğini ifade etmektedir. Ayrıca ada vitrini, mağaza girişinin büyük ve derin olduğu, mağazanın geri kalanından bağımsız bir sergileme alanı sunduğu bir tasarım biçimidir. Canbakal Ataoğlu (2020) ise vitrinlerin mağaza içi ile olan ilişkisini ele alarak arkası açık vitrinlerin mağaza içinin de görünmesini sağladığını, arkası kapalı vitrinlerin ise yalnızca dışarıdan gözlemlenebildiğini belirtmektedir. Yarı kapalı vitrinler ise belirli bir yüksekliğe kadar duvarla çevrilidir ve genellikle bilgisayar donanım mağazaları veya eczaneler gibi mekânlarda tercih edilmektedir.

2.3. Görsel Algıyı Etkileyen Tasarım Ögeleri

İç mekânı algılamak, bakanın kendisi ile çevresinde gördüklerinin birbirleri ile olan ilişkisini algılaması olarak tanımlanabilir. Bir mekânı oluşturan aksesuar, zemin, mobilya gibi bileşenlerin görsel etkileri renk, çizgi, nokta, form ve doku gibi tasarım ögelerinin uyarıcı özelliklerinden etkilenerek her birinin anlamlandırılmasıyla oluşur (Aslan vd, 2015). Mekânın çevre özellikleri mekânsal algılamayı etkilemektedir. Kullanıcının içinde bulunduğu çevrenin fiziksel yapısı, hacmi ve işlevsel özellikleri algılamada farklılıklar yaratır. Mekânda kullanılan donatıların düzenleniş biçimleri, servis mobilyaları ve bu elemanların doku, ebat, renk gibi özellikleri yönünden birbirleriyle etkileşimleri mekânın kimliğini oluşturur (Yurttaş, 2019). Görsel algıyı etkileyen tasarım ögeleri ve bu tasarımlara uygun vitrin görselleri aşağıdaki gibidir;

2.3.1.Biçim

Biçim, yüzey etkisi veren daha çok iki boyutlu, form ise hacim ve kütle etkisi yapan üç boyutlu geometrik elemanlar olarak tanımlanabilir (Bayraktar vd.,2012). Rasyonel, organik, amorf formlar ve biçimler, vitrin tasarımında dekor olarak kullanılmaktadır. Sert keskin formlar, biçimler daha maskülen algı oluştururken yumuşak, kıvrımlı hatlar daha romantik, feminen bir algı oluşturmaktadır. Vitrin, mağaza ambiyansıyla, bütünlük arz eden genel ambiyansı oluşturacak çok farklı form ve biçimlerdeki dekorlarla belirlenen konseptle tasarlanır (Şekil-1) (Canbakal Ataoğlu, 2020).

Şekil 1. Biçim-Form Vitrin Tasarımı (Canbakal Ataoğlu, 2020).

2.3.2. Renk

Renk, vitrinlerin hedef kitleye ulaşmasında destekleyici bir iletişim aracı olarak katkı sunar. Renk ilişkileri, uyumu, kontrastlıkları, anlamları, psikolojik etkileri gibi rengin boyutlarının insanlar üzerinde oluşturduğu algılama ile verilmek istenen mesajı destekleyen anlamları için renk bilgisi ve doğru kullanımı, hedef kitleyi istenilen doğrultuda etkilemek bakımından önemlidir (Aydın,2021).

Mekânda benzer renklerin ya da aynı rengin çeşitli tonlarının kullanımı mekânda bir birliktelik ve uyum algısı yaratır. Ancak farklı renk ve tonların mekândaki yoğunluğu ise çeşitlilik duygusu yaratır. Nesnenin sahip olduğu renk içinde bulunduğu çevrenin rengi ile beraber algılandığında boyut yönünden etkili olur. Nesne fonundan zıt bir renge sahip ise üç boyutlu olarak algılanır aksi durumunda iki boyutlu bir etki bırakır. Koyu renkler daha ağır ve dar, açık renkler ise daha hafif ve geniş bir etki verirler. Bu yönüyle renk, mekânda biçim ve orana da etki eder (Şekil-2) (Yurttaş, 2019).

Şekil 2.Dior Vitrin Tasarımı (Aydın B. , 2021).

2.3.3. Malzeme

Malzemeler, renk, ebat ve doku gibi özellikleriyle görsel etkiler yaratır ve her malzeme bu özelliklere bağlı olarak farklı algısal etkiler ortaya koyar. Malzemeler mekânda, yumuşaklık, sertlik, aydınlık, karanlık, genişlik, derinlik, sıcaklık ve soğukluk gibi sezgisel ve görsel algıları şekillendirir (Şekil-3) (Aslan vd., 2015).

"*Örneğin; metal bir malzemenin ilk anda, bilinen gri rengi ile tanımlanması sonrasında bu renk tanımı ile soğuk etki yaratsa da üzerine uygulanacak kırmızı renk ve sarı sıcak ışıkla yapılacak aydınlatma sayesinde metalin sıcak görsel bir etki kazanması mümkündür. Şeffaf ya da yansıtıcı malzemeler, aynalar, grafik imajlar mekânın algılanmasında sanal etkiler yaratabilir. Görüntüleri olduğu gibi yansıtan aynalar insanın kendi görüntüsünü de mekâna katarak, görsel algılamada mekânla insan bağlantısını kurarken, algılanan etki, oldukça sade, aldatıcı, bazen de çok gerçek olabilmektedir*" (Aslan vd., 2015).

Şekil 3. Farklı Malzemelerin Vitrin Tasarımında Kullanımı (URL-1).

2.3.4. Doku

Bir mekânın optik dokusu büyük ölçüde görsel örüntüsüne, dokunsal dokusu ise insan eliyle fiziksel olarak hissedilebilen ögelerine gönderme yapar. Mekânda her yüzey dokunularak hissedilir, mekân yüzeylerle okunur. Mekânlardaki yüzeylerin dokuları mekânı anlatan görsel ve nesnel unsurlardır (Şekil-4) (Gezer, 2012).

Dokular yumuşak-sert, mat-parlak, pürüzlü-pürüzsüz gibi özelliklere sahiptir. Mağaza içerisinde kullanılan dokular ürün yelpazesine, mağaza atmosferine ve konseptine hizmet etmelidir. Aksi durumda görüntüde uyumsuz ve işlevsiz ortam oluşabilmektedir (Azaklı,2021).

Şekil 4. Arka Fonda Doku Kullanılan Vitrin Tasarımı (Azaklı,2021).

2.3.5. Işık

Bir mekâna ve sanat eserine mimar ya da sanatçı, malzeme, ışık, renk gibi tasarım elemanlarının yardımı ile istediği etkiyi yükleyebilir. Mimari mekânda biçimin anlam ve ifade kazanmasında ışığın büyük rolü vardır. Aydınlatma iç mekân tasarımlarında biçim ve malzemenin oluşumundan sonra uygulanan önceden diğer ögelerle birlikte tasarlanmış bir ögedir. İç mekânda biçim, malzeme ve aydınlatmanın birlikte düşünülerek tasarlanması bu aşamada önem kazanmaktadır. Yapılacak aydınlatma ile formlar, malzeme renkleri gibi mekânı oluşturan ana ögelerin etkilenmesi, aydınlatmanın önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil-5) (Aslan vd.,2015).

Şekil 5. Vitrin Tasarımında Işığın Kullanımı (Canbakal Ataoğlu,2020).

2.3.6. Şekil-Zemin İlişkisi

Şekil, üzerinde yer aldığı zemine referansla algılanır ve sahip olduğu özellikler bu zemine göre farklılaşarak ön plana çıkar. Vitrin tasarımında, dikkatin çekilmesi amacıyla arka fondan yararlanılırken şekil-zemin ilişkisi ile ürün arasındaki etkileşim ve denge doğru bir şekilde kurulmalıdır (Şekil-6) (Canbakal Ataoğlu, 2020).

Şekil 6. Zemin İlişkisine Örnek Vitrin Tasarımı (Canbakal Ataoğlu ,2020).

2.3.7. Tipografi

Yazının bir araç ve görsel tasarım ögesi olarak kullanıldığı mekân tasarımlarında, mekân yüzeylerinin birbirleriyle olan ilişkisi tipografik çözümlemelerle güçlendirilebilir ya da daha belirgin hale getirilebilir. Bu çözümlemeler, mekâna derinlik kazandırmanın yanı sıra kullanılan yazının anlamı ve tipografik düzenlemeler aracılığıyla mekân içindeki iletişimi artırabilir ve mekânın atmosferine uygun bir dil oluşturabilir. Tipografi yalnızca harfler ve çizgilerle yapılan düzenlemelerle sınırlı değildir; esasen boşluğun düzenlenmesi temel sorunsaldır. Sarıkavak, boşluğu tanımlama ve boşlukta konumlandırma problemlerinin yazı ögeleri ya da tipografik karakterlerle yapılan düzenlemelerle çözülebileceğini vurgulamaktadır. Tipografik düzenlemelerde etkili ve işlevsel sonuçlar elde etmenin temel yolu, boşluğun farkında olmak ve onu biçimlendirmektir. Bu bağlamda tipografi, mekânda boşluğa yeni bir form kazandırmak ya da yüzeyde biçim oluşturmak amacıyla düzenlenir ve tasarlanır (Şekil-7) (Şahin, Kılıç ve Denli, 2021).

Şekil 7. Tipografi İçeren Vitrin Tasarımı (URL-2).

2.4. Görsel Algı Ölçütlerine Göre Vitrin Tasarımlarının İncelenmesi

Vitrin tasarımında, tüketicinin dikkatini çekmek ve ilgisini sergilenen ürüne yönlendirmek amacıyla odak noktalarının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, görsel ilgiyi yönlendiren temel tasarım ögeleri ve ilkeleri, etkili bir vitrin kurgusunun oluşturulmasında yol gösterici unsurlar olarak değerlendirilmektedir. Çalışmanın bu bölümünde söz konusu tasarım ögeleri temel alınarak vitrin uygulamaları incelenmiştir (Tablo-1 ve tablo-2).

Tablo-1. Vitrin Tasarımları (1.yazar tarafından hazırlanmıştır.)

Mağaza Vitrin Tasarımı	Mağaza Vitrin Tasarımı İncelemesi
	Vitrinde siyah ve beyaz birbirinin kontrastı olan iki ana renk görülmektedir. Kullanıldıkları yüzeylerde sınırları net bir şekilde belli etmektedirler. Vitrin tasarımında duvardan başlayıp zeminde devam eden yer yer tavana asılarak derinlik etkisi kazandırılmış kumaş malzemesi kullanılmıştır. Kumaş yüzeyine açılmış boşluklar, duvar ve zemindeki beyaz rengin görülmesinde pencere görevini üstlenmiştir. Böylece arka fonda kumaş ile birlikte düzensiz doku elde edilerek dikkati yüzeyin kendisine çekmektedir. Oluşturulan fonun ön kısmında sergilenen vitrin mankenleri, yüzeyle bir gözükmelerinden dolayı algıyı zorlaştırmaktadır. Çözüm olarak bölgesel aydınlatmanın kullanıldığı söylenebilir. Beyaz ışığın mankenlerin üzerine düşürülmesi yarı karanlık yarı aydınlık olacak şekilde görsel algıyı güçlendirmektedir.
	Tipografi tasarımın ağırlıklı olduğu sıcak renklerin bir araya geldiği vitrin tasarımı görülmektedir. Eğlenceli bir atmosfer içermektedir. Turuncu canlılığı vurgulayan bir renktir. Titreşim düzeyi fazla olan sıcak renklerin kullanılması dikkatleri vitrin üzerine çekmektedir. Okul temalı yazılarda ve tabelalarda kullanılan yazı karakteri kolay okunabilir özelliktedir. Oluşturulmak istenilen anlatımı desteklemektedir. Turuncu rengin kontrastı olan mavi renk, kıyafet tasarımında kullanılmıştır. Bu özelliği ile kıyafetler ön plana çıkmaktadır.
	Ağaçtan elden edilen malzemelerin kullanıldığı bir vitrin tasarımı görülmektedir. İnce uzun biçiminde elde edilen ahşap malzemelerin tavana monte edilmesiyle çizgisel bir tasarım elde edilmiştir. Ağacın çeşitli işlemlerden geçmesi sırasında ortaya çıkan talaş malzemesi de zeminde mankenlerin üzerine yerleştirildiği belli bir yükseklikteki platform gibi kullanılmıştır. Aydınlatma ile asılı duran ahşap parçalarının gölgeleri duvara düşürülerek duvar yüzeyinde de dolaylı yoldan çizgisel tasarım elde edilmiştir. Koyu renklerin kullanımı, bölgesel aydınlatmanın da etkisiyle karanlık ve kasvetli bir atmosfer elde edilmiştir. Yer yer karanlıkta kalan bölgeler mekânı, algı olarak genişlik-yükseklik yönünden küçük göstermektedir.

Tablo-2. Vitrin Tasarımlarının İncelenmesi (1.yazar tarafından hazırlanmıştır.)

Mağaza Vitrin Tasarımı	Mağaza Vitrin Tasarımı İncelemesi
	Vitrinde iki kontrast renk olan siyah ve beyaz renk kullanılmıştır. Arka fona organik formda yerleştirilen çizgiler odak noktası oluşturarak vitrine hareket kazandırmaktadır. Arka fondaki panelin açılı bir şekilde yerleştirilmesi de çizgilerin algılanmasındaki etkisini artırmaktadır.
	Her iki markanın vitrin tasarımında kullanılan malzemede kağıt ön plandadır. Kraft kağıdı çeşidi kullanılarak doku oluşturulmuştur. Bu doku sayesinde mekân içerisinde düzensiz biçimlerle üç boyutlu yüzeyler elde edilmiştir. Geri dönüştürülebilen malzemenin kullanılması çevreci bir tasarımın olduğunu göstermektedir. Kullanılan spot aydınlatmalar yüzeyler üzerinde derinlik etkisi vermektedir. Kahverengi tonlarının ağırlıklı olduğu vitrinde, kıyafet tasarımlarında kullanılan renkler ile bütünlük sağlanmaktadır.
	Yansıtıcı yüzeyi ile parlak bir görünüm göstermekte ve lüks hissini çağrıştırmaktadır. Ayna ve aydınlatmaların zeminde ile tavanda kullanılması vitrini sonsuz bir mekân olarak algılatmaktadır.

3.SONUÇ

Vitrin tasarımı, marka ve ürün kimliğini iletmede kritik bir rol oynamaktadır. Estetik ve işlevsel özellikleriyle kullanıcının dikkatini çekerek alışverişe teşvik eder. Bu etkilerin sağlanabilmesi için vitrin tasarımının görsel algı ölçütlerine uygun bir şekilde yapılması gerekmektedir. İncelenen vitrin tasarımlarına dayanarak, görsel algı ölçütlerine göre tasarlanmış bir vitrin için şu noktalar vurgulanabilir;

Bölgesel olarak kullanılan renkler, tipografi, geometrik formlar gibi tasarım unsurları, kullanıcının dikkatini çekerek algısının vitrine odaklanmasını sağlar. Tasarım, vitrin

aracılığıyla kullanıcıya, sunduğu ürünlerin değerini ileterek, pahalı ya da uygun fiyatlı bir seçenek sunduğunu gösterir. Ayrıca bu tasarım, markanın herkese hitap edip etmediğine dair mesaj verir. Vitrin tasarımının duyulara hitap etmesi, kullanıcıyı mağazaya çekme açısından önemli bir etkendir. Bu nedenle, görsel algı ölçütlerinden olan biçim, renk, malzeme, doku, ışık, şekil-zemin ilişkisi ve tipografi gibi tasarım ilkelerinin kullanımı büyük önem taşır.

Zamanla değişen tasarım trendleriyle birlikte mağaza vitrinleri bir mimari öge olarak kendini sürekli yenileyerek özgün ve dikkat çekici tasarımlar ortaya koymalıdır. Vitrin tasarımı, kullanıcının algısına hitap etmeli ve markanın vitrini incelediği ilk saniyelerde kullanıcıyı yakalayabilmelidir. Vitrinler yalnızca markanın kendini tanıttığı alanlar olmakla kalmayıp aynı zamanda kullanıcılarla görsel iletişim kuran bir mekân işlevi de görür.

4.KAYNAKÇA

Arslan, K. (2016). Görsel Mağazacılık. Detay Yayıncılık, Türkiye.

Aslan, F., Aslan, E., Atik, A. (2015). İç Mekânda Algı. İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 5(11),139-151.

Aydın, B. (2021). Vitrin Tasarımında Temel Tasarım Ögesi Olarak Renk. ASOS (Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi), 9(120),260-279.

Azaklı, Ö. M. (2021). Görsel Mağazacılık Perakendede Etkili Vitrin Tasarımı ve Mağaza İçi Sergileme Yöntemleri. Literatür Yayınları, Türkiye.

Baltacı, A., Güngör Özçelik, D. (2011). Mağaza Atmosferi.

Bayraktar, A. (2011). Görsel Mağazacılıkta Vitrinlerin Önemi. Beta Yayıncılık, İstanbul.

Berkin, G., Yalçın Usal, S. (2012). Mağaza Tasarımında Çekim Oluşturma İlkeleri. Yapı Dergisi, sayı 364,124-129.

Canbakal Ataoğlu, N. (2020). Çağdaş Vitrin Tasarımlarının Temel Tasarım İlkeleri İle İncelenmesi. IDA: International Design and Art Journal, 2(2),262-280.

Çorbacı, U., Sayın, Z. (2023). Mevsim İzlekli Vitrin Resimlemelerinin Görsel Göstergebilim Açısından İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Yayınları Art and Interpretation, 42(1), 78-87.

Çürük, Y. (2019). Alışveriş Sözcüğü Üzerine Bir İnceleme. RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi, 17, 14-21.ategic Marketing, (6),241-254.

Dunne, P. ve Lusch, R. F. (1999), Retailing, Orlando: Dryden Press.

Gezer, H. (2012). Mekânı Kavrama Sürecinde Algılama Bileşenleri. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11(21),1-10.

Karapolatgil, A.A., Şener, İ. (2023). Cumhuriyet Dönemi Alışveriş Kültüründe Alışveriş Merkezlerinin Hakimiyeti: Birinci Yüzyılın Meşruiyet Kaynakları, İkinci Yüzyılın Başında Olası Değişimler. Vizyoner Dergisi, 14 (100.yıl özel sayısı), 156-1172.

Levy, M. ve Weitz, B. A. (2009), Retailing Management, 7th Edition, N.Y: The McGraw-Hills/Irwin.

Özgören, F. (2013). Mağaza Düzeni ve Tasarımı. İstanbul Journal of Social Sciences Dergisi, sonbahar:5, 32-45.

Pegler, M. M. (2003). Store Windows. Bıçaklar Kitapevi.

Şahin, A., Kılıç, E., Denli, S. (2021). Tipografi ve Mekânsal Algı. SDÜ ART-E Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi,14 (27),104-123.

Şentürk, Ü. (2012). Tüketim Toplumu Bağlamında Boş Zamanların Kurumsallaştırdığı Bir Mekân: Alışveriş Merkezleri (Avm). Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,13, 63-77.

Uğurlu, G. (2024). Türkiye Cumhuriyeti Döneminde Vitrin Tasarımı Modası: Vitrin Tanziminden Görsel Mağazacılığa, Turkish Journal of Fashion Design and Management Dergisi (TJFDM), 6(2),167-190.

Yıldırım, B., Demirarslan, S. (2022). Bir Mağaza Tasarımı Önerisine Geliştirme Amaçlı Analitik Yaklaşım: İzmit Symbol AVM "Adidas Mağazası" Örneği. Sanat ve Tasarım Dergisi, (30), 17- 41.

Yurttaş, N. B. (2019). Mekânsal Algı Kavramı ve İç Mekân Tasarımı İlişkisi, Euroasia Journal Of Social Sciences & Humanities Internetional Indexed & Refereed, 6(1),27-34.

URL-1: https://espassistanbul.com/merchandiser-nedir-ne-is-yapar

URL-2: https://retaildesignblog.net/2013/06/05/nike-kinetic-windows-at-selfridges-by-staat-london/

REAKTİF BOYARMADDELER KULLANILARAK %100 PAMUKLU KUMAŞLARIN BASKI PROSESİ İLE RENKLENDİRİLMESİ VE GELİŞTİRİLEN FORMÜLASYON İLE SU VE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Hatice ÇOŞKUN
Agaoglu Textile R&D Center, 64000 Usak, Turkey
ORCID: 0000-0001-8240-7709
Cemre Nur DOĞAN
Agaoglu Textile R&D Center, 64000 Usak, Turkey
ORCID: 0009-0009-0103-1777

ÖZET

Bu çalışmada; orta koyuluktaki renk nüansına sahip reaktif boyarmaddeler kullanılarak %100 pamuklu dokuma kumaşların rotasyon baskı tekniği ile renklendirilmesinin ardından kumaşlara uygulanan yüksek su ve enerji tüketimine sebep olan çoklu yıkama adımlarının ortadan kaldırılması ve çevre dostu proseslerin uygulanması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda reaktif boyarmadde içeren geleneksel baskı patına farklı kompozisyonlarda quarter amonyum tuzu eklenerek farklı reçeteler elde edilmiş olup bunlar, %100 pamuklu dokuma kumaşlara konvansiyonel yöntemlerden olan rotasyon baskı tekniğinde aplike edilmiştir. Renklendirilmiş pamuklu dokuma kumaşlara, 102 °C'de 12 dakika süresince buharlama prosesi uygulanmıştır. Bunun ardından kumaşlar, çoklu yıkama işlemlerine gerek duyulmadan yumuşatma bitim işlemlerine tabi tutulmuştur. Böylece yeni bir malzeme sentezlemeden, çalışma kapsamında geliştirilen yeni renklendirme formülasyonu ile konvansiyonel yöntemler kullanılarak çevre dostu niteliğe sahip renklendirme optimizasyonu sağlanmıştır. Çalışma kapsamında üretilen kumaşların ilgili standartlar doğrultusunda; yıkama dayanımları, renklilik değerleri, migrasyon ve yırtılma mukavemet performansları ve asidik ter, alkali, ter, su, kuru sürtme, yaş sürtme haslık değerleri tayin edilmiştir. Sonuç olarak çalışma kapsamında geliştirilen yeni renklendirme formülasyonunda kullanılan ajanın, kumaşların kimyasal ve fiziksel performanslarına olumsuz etkisinin olmadığı, tekrarlı yıkamalar onucunda yıkama dayanımına bağlı olarak migrasyon sorununun oluşmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca reaktif boyarmaddeler kullanılarak rotasyon baskı ile gerçekleştirilen geleneksel üretim yöntemlerine göre çalışma tekniği ile kilogram kumaş başına %50 ile %60 arasında su tüketiminde, %20 ile %30 arasında enerji tüketiminde azalmalar sağlanarak su ve enerji verimliliğin elde edildiği ve çevre dostu proseslerin geliştirildiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Reaktif boyarmadde, pamuklu kumaş, su verimliliği, enerji verimliliği, çevre dostu

COLOURATION OF 100% COTTON FABRICS BY PRINTING PROCESS USING REACTIVE DYESTUFFS AND INVESTIGATION OF WATER AND ENERGY EFFICIENCY WITH THE DEVELOPED FORMULATION

ABSTRACT

In this study; it was aimed to eliminate the multiple washing steps that cause high water and energy consumption and to apply environmentally friendly processes after the colouring of 100% cotton woven fabrics by rotary printing technique using reactive dyestuffs with medium dark colour nuance. In this direction, different recipes were obtained by adding quarter ammonium salt in different compositions to the conventional printing paste containing reactive dyestuff and these were applied to 100% cotton woven fabrics in rotary printing technique which is one of the conventional methods. The coloured cotton woven fabrics were subjected to a steaming process at 102 °C for 12 minutes. After that, the fabrics were subjected to softening finishing processes without the need for multiple washing processes. Thus, without synthesising a new material, the new colouring formulation developed within the scope of the study was used with conventional methods to optimise environmentally friendly colouring. In accordance with the relevant standards, washing resistance, colouration values, migration and tear strength performances and acidic perspiration, alkali, perspiration, water, dry rubbing, wet rubbing fastness values of the fabrics produced within the scope of the study were determined. As a result, it was determined that the agent used in the new colouring formulation developed within the scope of the study did not have any negative effect on the chemical and physical performances of the fabrics, and no migration problem occurred due to washing resistance at the end of repeated washings. In addition, it has been observed that water and energy efficiency has been achieved and environmentally friendly processes have been developed by reducing water consumption by 50% to 60% and energy consumption by 20% to 30% per kilogram of fabric with the study technique compared to traditional production methods carried out by rotary printing using reactive dyestuffs.

Keywords: Reactive dyestuff, cotton fabric, water efficiency, energy efficiency, environmentally friendly

GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR ATIKLARIN DERİN ÖĞRENME MODELLERİ İLE SINIFLANDIRILMASI: VERİ SETİ BOYUTUNUN ETKİSİ ÜZERİNE BİR KARŞILAŞTIRMA

Gamze AĞIRTAŞ
Sakarya University, Faculty of Computer and Information Sciences, Department of Computer Engineering, 54050 Esentepe, Sakarya, Turkiye
ORCID ID: 0000-0003-3931-1976
Dr. Öğr. Üyesi Serap ÇAKAR KAMAN
Sakarya University, Faculty of Computer and Information Sciences, Department of Computer Engineering, 54050 Esentepe, Sakarya, Turkiye
ORCID ID: 0000-0002-3682-0831

ÖZET

Geri dönüşüm, çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir rol oynamaktadır ve atık sınıflandırma sürecinin otomatik hale getirilmesi, bu sürecin verimliliğini önemli ölçüde artırabilir. Bu çalışmada, iki farklı veri seti kullanılarak geri dönüştürülebilir atıkların sınıflandırılmasında derin öğrenme modellerinin başarısı analiz edilmiştir. Bunlar Garbage Classification ve Garbage-Dataset veri setleridir. Çalışmanın temel amacı, farklı veri seti boyutlarının modellerin sınıflandırma başarımı üzerindeki etkisini kapsamlı bir şekilde incelemek ve farklı veri setlerinde en iyi performans gösteren modeli tespit etmektir. Atık sınıflandırma sürecinde, yaygın olarak kullanılan dört Evrişimsel Sinir Ağı (CNN) modeli tercih edilmiştir: DenseNet121, InceptionV3, MobileNetV2 ve VGG16. Model değerlendirme sürecinde beş katlı çapraz doğrulama yöntemi uygulanarak analiz güvenilirliği artırılmıştır. Ayrıca, Garbage Classification veri setinde dengesiz sınıf dağılımını dengelemek için veri artırma teknikleri uygulanmıştır. Deneysel sonuçlar, veri seti boyutunun model performansında belirleyici bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Garbage Classification veri setinde en yüksek doğruluk oranı %85,05 ile VGG16 modeli tarafından elde edilirken, DensNet121 (%82,63), MobileNetV2 (%82,49) ve InceptionV3 (%80,42) modelleri de başarılı sonuçlar vermiştir. Garbage-Dataset'te ise en yüksek başarı DenseNet121 modeli ile %90,75 olarak ölçülmüştür. Bunu sırasıyla MobileNetV2 (%89,67), InceptionV3 (%88,41) ve VGG16 (%86,09) takip etmiştir. Elde edilen sonuçlar, bazı modellerin küçük veri setlerinde daha yüksek başarı sergileyebildiğini, ancak veri seti boyutunun artmasıyla birlikte model performanslarının farklılaştığını ve bu değişimin model türüne göre çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Atık sınıflandırma, derin öğrenme, transfer öğrenme, evrişimsel sinir ağları, veri seti boyutu etkisi.

CLASSIFICATION OF RECYCLABLE WASTES WITH DEEP LEARNING MODELS: A COMPARISON ON THE EFFECT OF DATASET SIZE

ABSTRACT

Recycling is crucial in environmental sustainability, and automating the waste classification process can significantly enhance its efficiency. This study analyzes the performance of deep learning models in classifying recyclable waste using two different datasets. These are the Garbage Classification and Garbage-Dataset datasets. Four widely used **Convolutional Neural Network (CNN)** models were employed during the waste classification process: **DenseNet121, InceptionV3, MobileNetV2, and VGG16**. The model evaluation process was enhanced using **five-fold cross-validation**. Data augmentation techniques were also applied to balance class distribution in the **Garbage Classification** dataset. Experimental results reveal that **dataset size** significantly impacts model performance. In the **Garbage Classification** dataset, the highest accuracy rate was achieved by the **VGG16** model with **85.05%**, followed by **DenseNet121 (82.63%), MobileNetV2 (82.49%), and InceptionV3 (80.42%)**. In the **Garbage-Dataset**, the highest success rate was obtained with **DenseNet121 (90.75%)**, followed by **MobileNetV2 (89.67%), InceptionV3 (88.41%), and VGG16 (86.09%)**. The results demonstrate that some models perform better on smaller datasets, but model performance varies depending on the architecture as dataset size increases.

Keywords: Waste classification, deep learning, transfer learning, convolutional neural networks, dataset size effect.

1.GİRİŞ

Atık yönetimi, sürdürülebilir kalkınmanın temel taşlarından biridir. Artan nüfus, kentleşme ve tüketim alışkanlıkları, katı atık miktarının her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Geri dönüşüm, bu atıkların çevreye zarar vermeden yeniden değerlendirilmesini sağlarken doğal kaynakların korunmasına da katkıda bulunmaktadır. Ancak, geri dönüşüm süreçlerinin etkinliği, atıkların doğru bir şekilde sınıflandırılmasıyla doğrudan ilişkilidir. Geleneksel yöntemlerle yapılan atık sınıflandırmaları, zaman alıcı, maliyetli ve insan hatasına açık süreçlerdir. Bu bağlamda, yapay zekâ ve özellikle derin öğrenme tabanlı görüntü işleme teknikleri, atık sınıflandırma sistemlerinde otomasyonun sağlanmasına önemli katkılar sunmaktadır. Literatürde, geri dönüştürülebilir atıkların sınıflandırılmasına yönelik birçok başarılı çalışma mevcuttur. Örneğin Kaya ve arkadaşları [1], TrashNet veri seti üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada farklı CNN mimarilerini karşılaştırmış ve DenseNet169

modelinin %96,42 doğruluk oranıyla en başarılı sonuçları verdiğini belirtmiştir. Sevinç ve Özyurt [2] ise ResNet-50 ve özel bir CNN modeli geliştirerek, bu mimarilerin atık sınıflandırma görevinde %91,84 doğrulukla başarılı olduğunu göstermiştir. Bircanoğlu ve arkadaşları [3], transfer öğrenme tekniğini kullanarak DenseNet121 modeliyle %95 doğruluk elde etmiş ve bu yöntemin az veriyle dahi yüksek başarı sağladığını vurgulamıştır. Wang ve arkadaşları [4], farklı CNN mimarilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında MobileNetV3'ün %94,26 doğruluk ile diğer modellerden üstün performans sergilediğini ifade etmişlerdir. Yang ve Thung [5], Stanford Üniversitesi CS229 projesi kapsamında atıkların geri dönüştürülebilirliğini sınıflandırmaya yönelik geliştirdikleri temel CNN modeliyle yüksek doğruluk oranlarına ulaşmışlardır. Benzer şekilde, Rabano ve arkadaşları [6] MobileNet mimarisi kullanarak akıllı atık sınıflandırma sistemleri üzerine çalışmış; Zhang ve arkadaşları [7] ise DenseNet temelli yaklaşımlarında transfer öğrenmenin sınıflandırma başarısını artırdığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, LeCun ve arkadaşları [8], derin öğrenmenin temel prensiplerini ortaya koyarken; Pan ve Yang [9] transfer öğrenme üzerine yaptıkları çalışmalarla bu alanın önemini vurgulamışlardır. Simonyan ve Zisserman [10][14], VGG mimarisini önererek derin öğrenmede önemli bir ilerleme sağlamışlardır. DenseNet121 modelini geliştiren Huang ve arkadaşları [11], mobil cihazlarda verimli çalışabilecek bir yapı ortaya koymuştur. Inception mimarisini öneren Szegedy ve arkadaşları [12], modelin parametre verimliliğini artırmak amacıyla çeşitli iyileştirmeler yapmıştır. MobileNet mimarisini geliştiren Howard ve arkadaşları [13], düşük kaynak tüketimiyle yüksek doğruluk sağlayan bir model sunmuşlardır. He ve arkadaşları [15], ResNet modeliyle derin ağların eğitimi sırasında karşılaşılan gradyan kaybolması problemini çözerek derin öğrenme alanına önemli katkılar sağlamışlardır. Bu çalışmada, farklı boyutlara ve sınıf dağılımlarına sahip iki ayrı veri seti kullanılarak, dört farklı CNN mimarisinin atık sınıflandırma başarımı karşılaştırılmıştır. Amaç, farklı veri seti boyutlarının ve özelliklerinin model performansına etkisini incelemek ve farklı mimarilerin avantajlarını ortaya koymaktır. Transfer öğrenme yaklaşımıyla önceden eğitilmiş modeller, her iki veri seti üzerinde yeniden eğitilerek sınıflandırma görevine adapte edilmiştir. Bu bağlamda, hem küçük boyutlu hem de büyük ve dengeli veri setleri üzerinde modellerin başarımı analiz edilerek, gerçek dünya uygulamalarına uygun öneriler sunulmuştur.

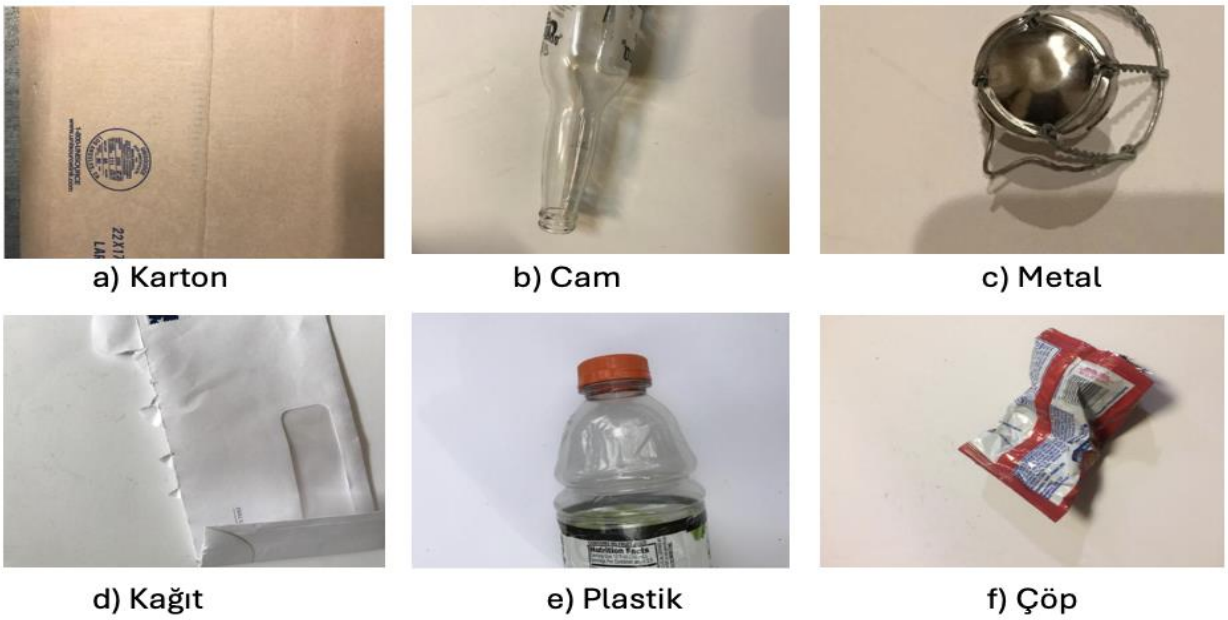
2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Kullanılan Veri Setleri

Bu çalışmada iki farklı veri seti kullanılmıştır: Garbage Classification ve Garbage-Dataset. Her iki veri seti de geri dönüştürülebilir atıkların sınıflandırılmasını amaçlamakta ve farklı veri çeşitliliği sunmaktadır.

2.1.1. **Garbage Classification Veri Seti**

Garbage Classification veri seti, toplam 2890 görüntüden oluşmakta olup altı farklı atık sınıfını kapsamaktadır. Bu sınıflar sırasıyla karton (403), cam (501), metal (410), kağıt (594), plastik (482) ve çöp (137) olarak belirlenmiştir. Çöp sınıfının görüntü sayısı veri artırma yöntemleriyle 500'e tamamlanmıştır. Veri seti, sınıflar arasında dengesiz bir dağılıma sahip olup özellikle bazı sınıflarda (örneğin çöp) örnek sayısı oldukça düşüktür. Bu dengesizlik, sınıflandırma modellerinin eğitimi sırasında model performansını etkileyebileceği için veri artırma teknikleri ile desteklenmiştir. Görseller genellikle kapalı alanlarda çekilmiş, nesneler çoğunlukla sade arka plan üzerinde konumlandırılmıştır. Görsellerin boyutu model eğitimine uygun hale getirilmek üzere 224x224 piksele yeniden ölçeklendirilmiştir. Her bir sınıfa ait örnek görseller Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Garbage Classification Veri Seti

2.1.2. Garbage - Dataset Veri Seti

Garbage-Dataset veri seti, toplam 9660 görüntü içermekte olup on farklı atık türünü dengeli bir şekilde temsil etmektedir. Bu sınıflar batarya (944), biyolojik (997), karton (777), kıyafet (1001), cam (1055), metal (1020), kağıt (989), plastik (962), ayakkabı (968) ve çöp (947) olarak tanımlanmıştır. Görsellerin sınıflara göre nispeten dengeli dağılımı, modellerin genelleme yeteneğinin daha güvenilir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır.

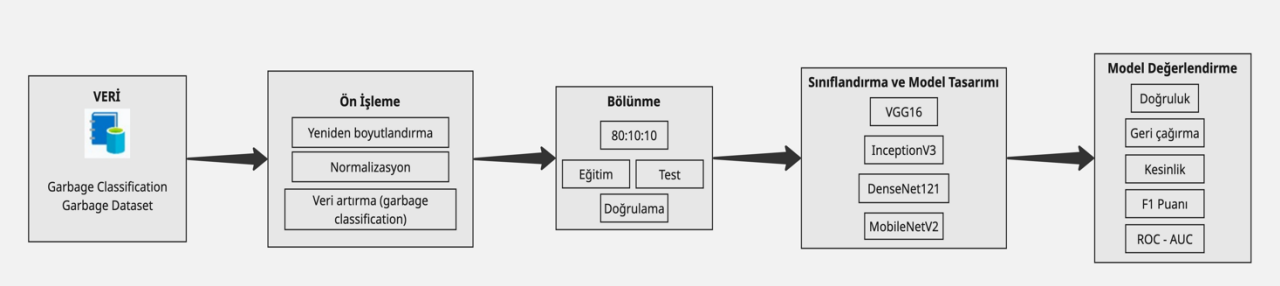
Görseller hem iç hem dış mekân ortamlarından toplanmış olup geniş çeşitliliğe sahiptir. Bu durum modellerin genelleme yeteneklerini test etmek için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Veri setindeki sınıflar dengeli şekilde dağıtıldığından dolayı ek bir veri artırma işlemi uygulanmamıştır. Her bir sınıfa ait örnek görseller Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2. Garbage - Dataset Veri Seti

2.2. Model Mimarileri ve Yöntem

Bu çalışmada geri dönüştürülebilir atıkların görüntü üzerinden sınıflandırılması amacıyla dört farklı Evrişimsel Sinir Ağı mimarisi tercih edilmiştir: VGG16, DenseNet121, InceptionV3 ve MobileNetV2. Bu mimariler, daha önce büyük veri kümeleri üzerinde eğitilmiş olan ImageNet ağırlıklarını kullanmakta ve transfer öğrenme yaklaşımı ile özelleştirilmiştir. Her bir modelin temel gövdesi dondurulmuş olup, son katmanları çıkarılarak yerine atık sınıflandırma görevine

uygun yeni tam bağlantılı katmanlar eklenmiştir. Bu katmanlarda genellikle 128 nöronlu ReLU aktivasyon fonksiyonlu bir yoğun katman ve ardından sınıflandırma için softmax aktivasyonlu bir çıkış katmanı yer almaktadır. Ayrıca, aşırı öğrenmeyi önlemek amacıyla %50 oranında Dropout katmanı kullanılmıştır. Model eğitimi sürecinde Adam optimizasyon algoritması tercih edilmiştir. Öğrenme oranı 0.0001 olarak belirlenmiş ve kayıp fonksiyonu olarak çok sınıflı problemler için yaygın şekilde kullanılan "sparse categorical crossentropy" kullanılmıştır. Eğitim süreci boyunca 20 epoch ile eğitim yapılmış, modelin doğrulama verisi üzerindeki performansını izleyerek erken durdurma mekanizması uygulanmıştır. Bu mekanizma, modelin doğrulama kaybı artmaya başladığında eğitim sürecini sonlandırarak gereksiz öğrenmeyi önlemiştir. Model performanslarının daha güvenilir biçimde değerlendirilmesi amacıyla 5 katlı çapraz doğrulama yöntemi uygulanmıştır. Eğitim ve test veri kümeleri, %80 eğitim, %10 doğrulama ve %10 test oranında ayrılarak her katmanda rastgele ve dengeli bir dağılım sağlanmıştır. Her fold sonunda elde edilen metrikler doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), geri çağırma (recall), F1 Puanı (F1 score), ROC-AUC kaydedilmiş ve genel başarı ortalamaları hesaplanmıştır. Böylelikle hem küçük boyutlu hem de geniş ölçekli veri setlerinde farklı CNN mimarilerinin etkinliği ayrıntılı şekilde kıyaslanabilmiştir. Modelin akış diyagramı Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Modelin akış diyagramı

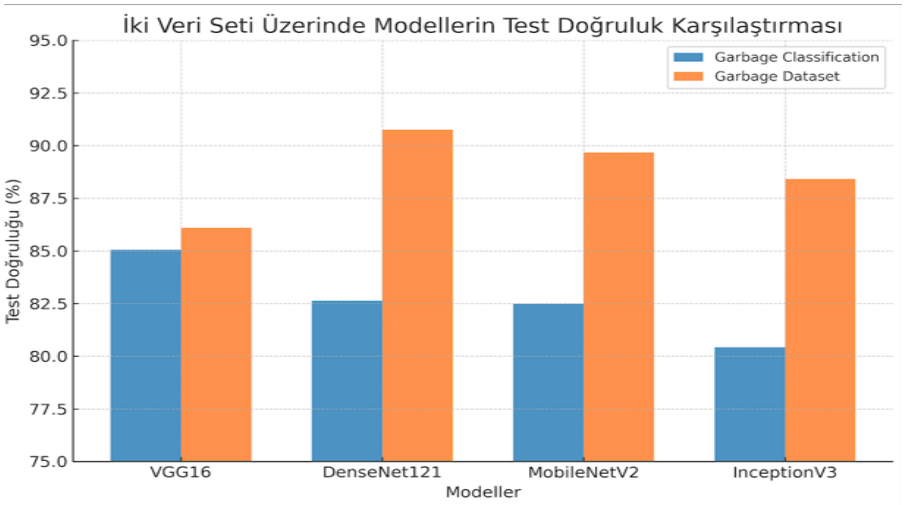
2.3. Değerlendirme Yöntemi

Model performanslarını karşılaştırmak için çeşitli değerlendirme metrikleri kullanılmıştır. Bunlar doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F1 puanı ve ROC-AUC olarak belirlenmiştir. Bu metrikler, sınıflar arası dengesizliğin etkilerini daha iyi gözlemleyebilmek için özellikle çok sınıflı sınıflandırmalarda önemlidir. Kesinlik, modelin doğru pozitif tahminlerinin tüm pozitif tahminlere oranını; geri çağırma, doğru pozitiflerin tüm gerçek pozitiflere oranını; F1 puanı ise bu iki ölçütün harmonik ortalamasını ifade eder. ROC-AUC değeri ise sınıflandırma eşiklerine duyarlılığı temsil eder ve genel sınıflandırma kalitesini yansıtır. Modelin genel başarımını

istatistiksel olarak daha sağlam hale getirmek adına her model için 5 katlı çapraz doğrulama uygulanmıştır. Bu yöntemle, eğitim verisi her seferinde farklı şekilde bölünerek modelin daha genellenebilir sonuçlar üretmesi sağlanmıştır. Her fold sonunda ilgili metrikler hesaplanarak ortalamaları alınmış ve karşılaştırmalar bu ortalamalar üzerinden yapılmıştır.

2.4. Deneysel Sonuçlar

Derin öğrenme modellerinin sınıflandırma başarımları, hem Garbage Classification hem de Garbage-Dataset veri setleri üzerinde detaylı olarak değerlendirilmiştir. Bu veri setleri farklı örnek sayısı, sınıf yapısı ve dağılımları nedeniyle model performansları üzerinde doğrudan etkili olmuştur. Garbage Classification veri setinde, sınıf dengesizliklerine rağmen en yüksek doğruluk %85,05 ile VGG16 modeli tarafından elde edilmiştir. Buna karşın Garbage-Dataset veri setinde %90,75 doğruluk oranı ile DenseNet121 modeli en başarılı sonucu vermiştir. Bu durum, model performanslarının veri setinin büyüklüğü, sınıf dengesi ve içerik çeşitliliği gibi faktörlerden doğrudan etkilendiğini göstermektedir. Değerlendirme metrikleri olarak doğruluk, kesinlik, duyarlılık, F1 puanı ve ROC-AUC kullanılmıştır. Modeller bu metrikler doğrultusunda kıyaslanmıştır. Modellerin iki farklı veri seti üzerindeki test doğruluk oranlarının karşılaştırması Şekil 4'te gösterilmektedir.



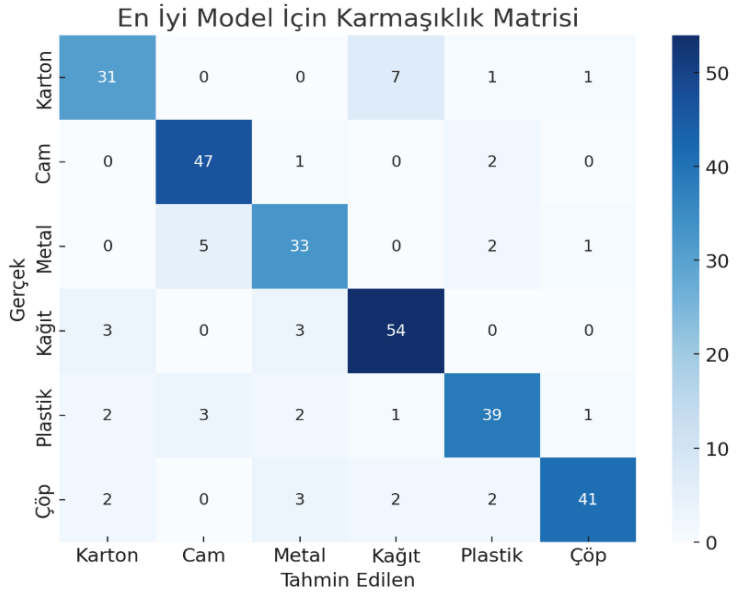
Şekil 4. Veri setleri üzerinde modellerin test doğruluk karşılaştırması

Modellerin kesinlik, geri çağırma, F1 score ve ROC-AUC metriklerine göre başarımları Şekil 5'teki grafiklerde görselleştirilmiştir. Bu metrikler, sınıflar arası dengesizliklerin etkisini değerlendirmek ve modellerin sınıflar üzerindeki başarım farklarını analiz etmek açısından önemlidir.

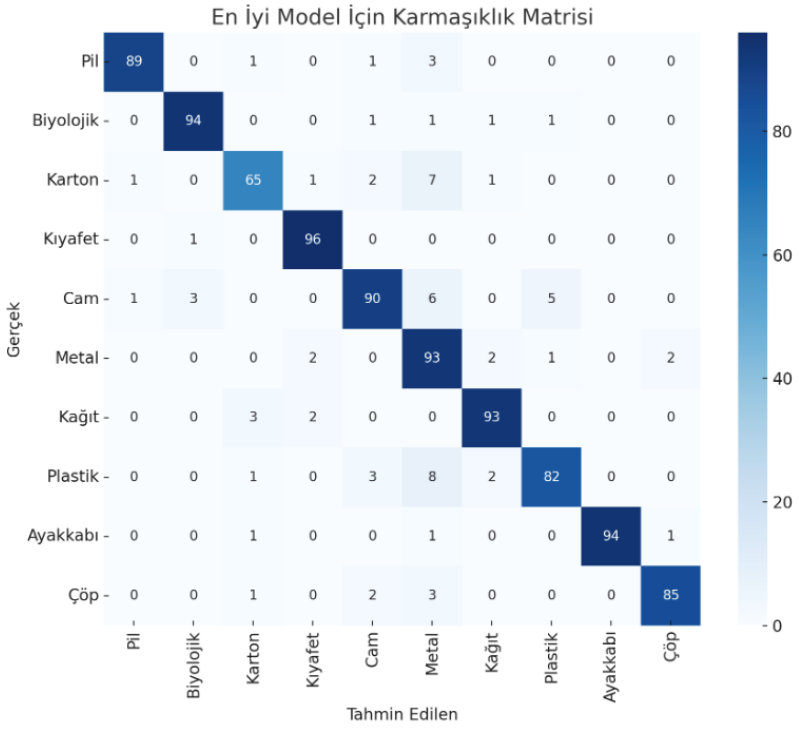
Şekil 5. Veri setleri üzerinde modellerin değerlendirme metriklerinin karşılaştırması

Sınıflandırma performansını yalnızca genel metriklerle değil, aynı zamanda hangi sınıfların birbirine karıştırıldığını analiz ederek değerlendirmek amacıyla karmaşıklık matrisleri kullanılmıştır. Bu bağlamda, her iki veri setinde en başarılı sonucu veren modellerin karmaşıklık matrisleri Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir. Garbage Classification veri seti üzerinde en yüksek doğruluk oranını elde eden VGG16 modelinin karmaşıklık matrisi çıktısı, modelin özellikle 'kağıt', 'cam' ve 'çöp' sınıflarını başarıyla ayırt ettiğini; ancak 'metal' ve 'plastik' gibi bazı sınıflar arasında karışıklık yaşandığını göstermektedir. Garbage-Dataset üzerinde en başarılı sonucu veren DenseNet121 modeli ise daha dengeli bir sınıflandırma başarımı sergilemiş, özellikle 'batarya', 'kıyafet', 'cam' ve 'ayakkabı' gibi sınıflarda yüksek doğruluk sağlamıştır. Ancak 'karton' sınıfında 'kağıt' ile karışma eğilimi gözlemlenmiştir. Bu

görseller, modellerin güçlü ve zayıf yönlerini görsel olarak ortaya koymakta ve gelecekteki iyileştirme çalışmaları için rehberlik etmektedir.



Şekil 6. Garbage Classification veri seti için VGG16 karmaşıklık matrisi



Şekil 7. Garbage Dataset veri seti için DenseNet121 karmaşıklık matrisi

3. SONUÇLAR

Bu çalışma, dört farklı derin öğrenme mimarisinin (VGG16, DenseNet121, InceptionV3 ve MobileNetV2) geri dönüştürülebilir atıkların sınıflandırılmasındaki başarımını iki farklı veri seti üzerinden değerlendirmiştir. Garbage Classification veri setinde en yüksek doğruluk %85,05 ile VGG16 modeli tarafından elde edilirken, Garbage-Dataset üzerinde %90,75 ile DenseNet121 modeli öne çıkmıştır. Bu bulgular, veri setinin yapısal özelliklerinin model başarımını doğrudan etkilediğini göstermektedir. ROC-AUC ve F1 puanı gibi ek değerlendirme metriklerinde de yüksek başarılar elde edilmiş; özellikle transfer öğrenme tabanlı CNN modellerinin, sınırlı veri ile etkili sınıflandırma yapılabileceğini göstermiştir. Karmaşıklık matrisi analizleri ise bazı benzer sınıflar arasında karışıklıklar olduğunu ve bu sınıflar için daha fazla ayrıştırıcı özelliklerin gerekebileceğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, bu çalışma, atık sınıflandırma uygulamalarında derin öğrenme tabanlı modellerin etkili bir çözüm sunduğunu göstermekte, veri seti yapısının ve uygun model seçiminin başarıyı belirleyen önemli faktörler olduğunu vurgulamaktadır. Gelecekteki çalışmalar kapsamında, sınıflar arası görsel benzerliklerin daha doğru ayırt edilebilmesi için dikkat mekanizmaları, transformer tabanlı mimariler ve özellik mühendisliği yaklaşımları entegre edilebilir. Ayrıca, veri çeşitliliğini artırmak amacıyla farklı kaynaklardan toplanacak gerçek dünya verileri ile modellerin daha geniş senaryolarda test edilmesi sağlanabilir. Bu kapsamda, mobil cihazlar ya da gömülü sistemler üzerinde çalışan hafif CNN modelleri geliştirerek, gerçek zamanlı atık sınıflandırma uygulamalarına geçiş yapılabilir.

4. KAYNAKÇA

[1] Kaya, M., Ulutürk, S., Çetin Kaya, Y., Altıntaş, O., & Turan, B. (2023). Optimization of several deep CNN models for waste classification. Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences, 6(2), 89–97. https://doi.org/10.35377/saucis.12571001

[2] Sevinç, A., & Özyurt, F. (2022). Classification of recyclable waste using deep learning architectures. Fırat University Journal of Experimental and Computational Engineering, 1(3), 122–128. https://doi.org/10.5505/fujece.2022.83997

[3] Bircanoğlu, C., Atay, M., & Yalçın, A. (2021). RecycleNet: Intelligent waste sorting via transfer learning. Procedia Computer Science, 184, 781–788.

[4] Wang, Z., Liu, Q., & Wang, Z. (2021). Comparative study of deep learning models for waste classification. Journal of Cleaner Production, 313, 127812.

[5] Yang, M., & Thung, G. (2016). Classification of trash for recyclability status. Stanford University CS229 Project.

[6] Rabano, A., Martinez, L., & Santos, L. (2020). Automatic waste classification using MobileNet CNN architecture. Sustainable Computing: Informatics and Systems, 28, 100423.

[7] Zhang, H., Chen, X., & Li, J. (2020). Smart waste classification using transfer learning and DenseNet. Journal of Environmental Management, 268, 110403.

[8] LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. Nature, 521(7553), 436–444.

[9] Pan, S. J., & Yang, Q. (2009). A survey on transfer learning. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 22(10), 1345–1359.

[10] Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv preprint, arXiv:1409.1556.

[11] Huang, G., Liu, Z., Van Der Maaten, L., & Weinberger, K. Q. (2017). Densely connected convolutional networks. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 4700-4708).

[12] Szegedy, C., Vanhoucke, V., Ioffe, S., Shlens, J., & Wojna, Z. (2016). Rethinking the inception architecture for computer vision. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 2818-2826).

[13] Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., ... & Adam, H. (2017). MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. arXiv preprint arXiv:1704.04861.

[14] Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. arXiv preprint arXiv:1409.1556.

[15] He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).

[16] Kaggle. (2023). Garbage Dataset (10 classes). Kaggle Datasets. Retrieved from https://www.kaggle.com/datasets/sumn2u/garbage-classification-v2

[17] Kaggle. (2023). Garbage Classification (6 classes). Kaggle Datasets. Retrieved from https://www.kaggle.com/datasets/asdasdasasdas/garbage-classification

PLASTİK ÜRÜNLERİN ÇEVREYE VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ[1]

Doç. Dr. Kemal YAMAN
Karabük Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Çalışma alanı: Kent, Çevre sorunları ve Yerel yönetimler
ORCID ID: 0000-0001-9844-4264
Yüksek Lisans Öğrencisi, Andre Emmanuel BİTJİCK
Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çalışma alanı: Çevre sorunları
ORCID ID: 0009-0008-3143-5898

ÖZET

Bu çalışma, plastik ürünlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkilerine dikkat çekerek bu konuda farkındalık oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla ulusal ve uluslararası literatürden yararlanarak kaynak tarama ve doküman analizi tekniğine dayalı olarak çalışma yürütülmüştür. Plastik, hafifliği, dayanıklılığı ve düşük maliyeti nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Ancak, bu avantajlarının yanında ciddi çevresel ve sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Plastik ürünlerin doğada çözünmesi yüzlerce yıl sürebilir ve bu süreçte çevreye zarar veren mikroplastikler açığa çıkabilir. Çevresel etkiler açısından plastik atıklar, kara ve su ekosistemlerinde ciddi kirliliğe neden olmaktadır. Okyanuslara karışan plastikler deniz canlıları tarafından yanlışlıkla tüketildiğinde, ölümcül sonuçlar doğurabilir. Ayrıca plastiklerin parçalanmasıyla ortaya çıkan mikroplastikler, toprağı ve su kaynaklarını kirleterek tarımsal üretime zarar verebilir. Plastik atıkların yakılması ise havaya toksik gazlar salarak hava kirliliğini artırır. Plastiklerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri de giderek daha fazla gündeme gelmektedir. Plastik ürünlerde bulunan bazı kimyasallar, hormon sistemini bozarak kanser, kısırlık ve gelişim bozuklukları gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Özellikle gıda ambalajlarında kullanılan plastiklerdeki zararlı maddeler, bitkisel ürünlere, yiyecek ve içeceklere, deniz ürünlerine karışarak doğrudan insan vücuduna geçebilir. Mikroplastiklerin solunum ve sindirim yoluyla vücuda alınması da potansiyel sağlık riskleri taşımaktadır. Plastik kirliliği aynı zamanda ekosistemleri, biyoçeşitliliği ve insan sağlığını etkileyen küresel bir sorun olmasının yanı sıra toksikoloji, kimya, biyoloji, ekotoksikoloji, halk sağlığı, epidemiyoloji ve çevresel düzenleme gibi konuları da ilgilendirmektedir.

Bu çalışma; plastik kirliliğinin kaynaklarını belirlemeyi, plastiklerin çevresel etkilerini değerlendirmeyi, plastiklerin ve mikroplastiklerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini incelemeyi, plastik kirleticilerin etki mekanizmalarını belirlemeyi ve önleme ve risk azaltma stratejileri önermeyi amaçlamaktadır. Plastik kirliliğini önlemek için geri dönüşüm oranlarının artırılması, biyobozunur alternatiflerin kullanılması ve tek kullanımlık plastiklerin azaltılması

[1] Bu çalışma ikinci yazarın devam eden yüksek lisans çalışmasından üretilmiştir.

gibi önlemler alınmalıdır. Bireysel ve toplumsal bilinç artırılarak plastik tüketiminin düşürülmesi, hem çevreyi korumak hem de insan sağlığını güvence altına almak açısından büyük önem taşımaktadır

Anahtar Kelimeler: Plastik ürünler, Çevre, İnsan sağlığı

GİRİŞ

Plastik kelimesi "şekillendirilebilen veya kalıplanabilen" anlamına gelen Yunanca plastikos ve "kalıplanmış" anlamına gelen plastos kelimelerinden gelmektedir. Plastik ürünler, modern malzemeler olarak kabul edilse de kökenleri antik çağlara dayanır. İnsanlar belirli nesneleri yapmak için kaplumbağa kabuklarının plastik özelliklerini ve ısıtılıp kalıplanan kauçuğu kullanmışlardır (Ciner vd, 2023, s.86).

Ancak 19. yüzyılın sonlarından itibaren yeni plastik malzemeler ve yarı sentetik plastikler ortaya çıkmaya başlatılmıştır. 1839'da Charles Goodyear tarafından keşfedilen Vulkanizasyon adı verilen bir kimyasal-teknik yöntemiyle birlikte plastik temelli ürünler günlük hayatta kullanılmaya başlamıştır. Bu yöntem kauçuğun ya da benzer polimerlerin, kükürt veya diğer eşdeğer kükürtleyicilerin ilavesiyle daha dayanıklı malzemelere dönüştürülmesi işlemidir.

20. yüzyılın başlarında plastik üretiminde doğal polimerlerden (selüloz ve kazein) yerine tamamen sentetik plastik malzemelerin kullanılmaya başlanmıştır. İkinci Dünya Savaşında askeri ihtiyaçların karşılanmasında bu sentetik malzemelerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Böylece plastik temelli ürünler (Weber ve Deussing, 2018) birçok kimyasal maddeye karşı direnci nedeniyle, yüksek kaliteli bir elektrik yalıtkanı olarak, çok farklı endüstriyel uygulamada özellikle radyo ve telefon kılıflarının imalatında, ayrıca mücevher ve oyuncak yapımında kullanılmaya başlanmıştır. Bu haliyle plastik ürünler kolayca şekillendirilebilen, soğuduktan sonra şeklini koruyan ve biyolojik olarak parçalanmayan bir malzeme olarak her geçen gün kullanımı yaygınlaşmıştır (Kayan ve Küçük, 2020, s.4).

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra kitlesel tüketimin ortaya çıkması ve plastik malzemelerin çeşitlenmesi talepte bir artış yaratmış ve plastik ürünler endüstrisinin gelişimini desteklemiştir. Bu plastikler çoğunlukla petrokimyasallardan, petrolden veya doğal gazdan üretilmektedir. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Avrupa ülkelerinin ekonomik büyümesi, plastik ürünlerin üretimindeki ve günlük hayatta kullanımındaki artışı hızlandırmıştır (Yakışık, 2023).

Küresel plastik üretimi 1950'den bu yana devamlı bir şekilde artarak 2016'da 359 milyon tondan 2019'da 460 milyon tona ulaşmıştır. Eğer plastik ürünlere olan talep bu hızla artarsa 2060 yılına kadar üretim miktarı üç katına çıkabileceği tahmin edilmektedir (OECD, 2022). Plastik

üretimindeki bu artış, özellikle deniz ortamında çevre kirliliği açısından önemli bir etkiye sahiptir.

1973 petrol krizi plastiklerin kullanımında bir dönüm noktası oldu. Bir zamanlar tek kullanımlık, düşük kaliteli malzeme olarak görülen plastikler, son derece teknik malzemeler haline geldi. Artık çeşitli alanlarda metallerin yerine yaygın olarak kullanılmakta ve çelik veya alüminyuma eşdeğer hafiflik, güç ve korozyon direnci sunmaktadırlar. 1950'lerde yılda 2 milyon ton olan küresel plastik tüketimi önemli ölçüde artarak 2020'den bu yana 420 milyon tonun üzerine çıkmış ve çimento ve plastikten sonra dünyada en çok üretilen üçüncü malzeme haline gelmiştir (Yakışık, 2023).

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Plastik Kirliliğinin Çevresel Etkileri

Plastik kirliliğinin ilk belirtileri İkinci Dünya Savaşı sonrasına kadar uzanmaktadır. 1960 yılında plastik teknolojisi son derece gelişmiş bir teknolojiye dönüşmüş, yıllık plastik üretimi son 20 yılda 20 kat artmıştır (PlasticsEurope, 2023). Bu plastik atıklar tüm ekosistemi kirletmekte, ormanlarda, Kuzey Kutbu buzullarında ve giderek artan bir şekilde okyanuslarımızda bulunabilmektedir (Bergmann vd., 2015). Bir kez çevreye karıştığında ise kurtulması çok zordur. Hatta plastik atıkların dünya genelinde evsel atıkların ağırlığının yaklaşık %10-12'sini oluşturduğu tahmin edilmektedir (Worldbank, 2018). Plastik kirliliği birden fazla kaynaktan gelmektedir. Evsel atıklar, özellikle de plastik ambalajlar, şişeler ve poşetler ana kaynaklardan biridir. Balıkçılık ve su ürünleri yetiştiriciliği sektörü de, genellikle “hayalet ağlar” olarak adlandırılan ve okyanuslarda son bulan balık ağlarının terk edilmesi yoluyla bu kirliliğe katkıda bulunmaktadır. Çevreye atılan veya kötü yönetilen tüketici ürünleri de çevrede plastik kirliliğinin bir kaynağını temsil edebilir. Sentetik giysilerin yıkanmasından kaynaklanan mikrofiberler de plastik kirliliğinin önemli bir kaynağıdır.

Plastik kirliliği okyanuslarda bulunan atıkların %45 ila %95'ini oluşturmaktadır. Bu durum birden fazla çok ciddi bir çevre sorunudur. Deniz kirliliğinin kaynaklarından biri kara kökenli makroplastik faaliyetlerdir. Dünyanın birçok yerinde, plastik atık toplama ve arıtma sistemlerinin yetersizliğinin, deniz ortamındaki bazı makroplastiklerin varlığını açıkladığı düşünülmektedir (UNEP, 2018, s. 64-65). Gerçekten de sokaklara atılan plastik atıklar (şişeler, sigara izmaritleri vb.) yağmur veya rüzgârla kanalizasyona sürüklenebilmekte ve daha sonra nehirlere ve denizlere karışabilmektedir (Chaukura vd., 2021). Buna ek olarak, deniz terk edilen balık ağları ve diğer av araçları da deniz kirliliğinin bir başka kaynağıdır. Balıkçılık endüstrisi, okyanusta bulunan plastik atıkların yaklaşık %20'sini oluşturmaktadır.

Plastik atıklar toprakta da mikroplastik formatında bulunmaktadır. Mikroplastiklerin miktarını doğru bir şekilde ölçmek zor olsa da, bunların varlığı endişe kaynağıdır. Kuzey Amerika, Avustralya ve Çin'deki tarım alanlarında yoğun miktarlarda mikroplastikler rapor edilmiştir (Fuller ve Gautam, 2016; Zhang vd., 2017). Bu mikroplastikler düzenli depolama alanlarından ve yol akışından (Kim vd., 2020), araç lastiklerinden kaynaklanan tozlardan, endüstriyel atıklardan oluşabilmektedir (Grbic vd., 2020; Wright vd., 2020). Dahası tohum torbalarının, toprak örtülerinin, malçların kullanımı ve arıtma çamuru gibi organik atıkların gübre olarak uygulanması topraklara önemli miktarda mikroplastik salmakta ve tarımsal uygulamalardan kaynaklanan mikroplastikler de toprak kirliliğinin ana kaynağını oluşturmaktadır (He vd., 2018; Schothorst vd., 2021).

Mikroplastiklerin ayrıca hava kirliliğine de yol açtığı bilinmektedir. Bu plastikler hem iç hem de dış ortam havasında bulmaktadır. Bazı araştırmalar, iç mekan havasındaki mikroplastik miktarının çok daha yüksek olduğunu ve günde metrekare başına 1.100 mikroplastiğe kadar yükseldiğini ulaştığını göstermektedir (Sapea, 2018).

Plastik Kirliliğinin İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Dünya Sağlık Örgütünün (WHO) raporuna göre plastik ürünler insan sağlığı için de ciddi sorunlara yol açmaktadır (Laura vd., 2019). Özellikle havada serbest olarak bulunan plastik mikropartiküller solunum yoluyla vücudumuza girmektedir. Akciğerlerde biriken mikroplastikler insan kanına ve idrarına karışabilmektedir. Ayrıca plastik atıkların yakılması, kurşun, kadmiyum, polisiklik aromatik hidrokarbonlar gibi toksik maddelerin atmosfere salınmasına neden olmakta ve bu görünmez kirliliğin zararlı niteliğini daha da artırmaktadır.

Son araştırmalara göre saatte ortalama 16,2 parça mikroplastik, yani yılda 121.000 parçacık solunum yoluyla insan vücuduna girmektedir (LabMedya, 2023; Öztürk, 2022). Bu ince plastik parçacıklar solunum yollarımızda, ardından kan damarlarımızda birikerek iltihaplanmalara, solunum yolu hastalıklarına ve kanser gibi diğer hastalıklara neden olmaktadır (LabMedya, 2023). Ancak Bouwmeester vd. (2015) tarafından mikroplastiklerin solunması üzerine yapılan araştırmanın sonuçları, daha büyük mikropartiküllerin kan dolaşımına ulaşmasının zorluğunu vurgulamaktadır. Ayrıca Smith., vd (2018)'in araştırma sonuçları, insanlarda mikro ve nanoplastiklerin %90'ından fazlasının dışkı yoluyla elimine edildiğini göstermektedir.

SONUÇ

Mikro ve nanoplastiklerin insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin ortaya çıkması ile birlikte dünya genelinde plastik kirliliğiyle mücadelede kapsamında plastik kullanımını yasaklayan uygulamalar hayata geçmeye başlamıştır. Halen 54 Afrika ülkesinden 34'ü plastik kullanımını yasaklayan yasaları kabul etmiştir (Becky, 2024). Bu yasaklar dünyanın her tarafına

yaygınlaşmış bulunmaktadır. Örneğin Kaliforniya'da plastik poşet yasağı, tüketimde %71,5'lik bir azalmaya yol açmıştır. Ayrıca araştırmalar vergilerin de etkili bir önlem olduğunu göstermektedir. 2019'da yapılan bir analiz, vergilerin plastik tüketimini Danimarka'da %66, İrlanda'da %90'dan fazla, Güney Afrika, Belçika, Hong Kong, Washington, Birleşik Krallık, Portekiz ve yaklaşık 50 ülkede %74-90 oranında azalttığını göstermiştir. Botsvana, Çin ve Bangladeş'te 2002 yılında yürürlüğe giren (I.H. Shawon, vd, 2023) plastik poşet kullanım yasağı, 2004 yılında Güney Afrika'da da uygulanmıştır. Daha sonra 2011 yılından itibaren Avrupa'da, özellikle İtalya'da ve 2016 yılında da Fransa'da (Erim ve Özçelik, 2019) bu yasak uygulanmıştır. Ayrıca 1 Ocak 2019 tarihinden itibaren Türk hükümeti tarafından marketlerde ve diğer mağazalarda en az 25 kuruş fiyatla ücretli plastik poşet dağıtma politikası uygulamaya konulmuştur. Bu uygulamanın amacı Türkiye'de plastik poşet kullanımını mümkün olduğu kadar azaltmaktır.

Bazı ülkelerde plastik poşet tüketimini azaltmaya yönelik çabalara rağmen genel durumun endişe verici olmaya devam ettiği kesindir. Çünkü küresel plastik üretimi artmaya devam etmekte ve bu plastiğin büyük kısmı okyanuslara ve çöplüklere atılmaktadır. Plastik poşet kullanımının azaltılması, plastik kirliliğiyle mücadelede önemli bir adım olmasına rağmen, plastiklerin dünyada yaygın olarak bulunmasının zararlı etkilerini etkili bir şekilde azaltmak için gerekli girişimleri daha iyi hedeflemek amacıyla bu kirliliğin çeşitli kaynaklarının araştırılması önemlidir.

KAYNAKÇA

Becky, M. (2024). Global Plastic Pollution Statistics and Facts. GreenMatch. https://www.greenmatch.co.uk/blog/plastic-pollution-facts

Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). Marine Anthropogenic Litter. 30.

Chaukura, N., Kefeni, K. K., Chikurunhe, I., Nyambiya, I., Gwenzi, W., Moyo, W., Nkambule, T. T. I., Mamba, B. B., & Abulude, F. O. (2021). Microplastics in the Aquatic Environment—The Occurrence, Sources, Ecological Impacts, Fate, and Remediation Challenges. 3.

Ciner, M. N., Elmaslar Özbaş, E., Özcan, H. K., Öngen, A., vd. (2023). Plastik Atık ve Plastik Ayak İzi. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 6(2), 86-92.

Fuller, S., & Gautam, A. (2016). A Procedure for Measuring Microplastics using Pressurized Fluid Extraction. Environmental Science & Technology, 2.

Grbic, J., Helm, P., Athey, S., & Rochman, C. M. (2020). Microplastics entering northwestern Lake Ontario are diverse and linked to urban sources. Water Research, 6.

He, D., Luo, Y., Lu, S., Liu, M., Song, Y., & Lei, L. (2018). Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics and ecological risks. 2

Kayan, A., ve Küçük, A. (2020). Plastik Kirliliğin Çevresel Zararları ve Çözüm Önerileri. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 22/2 (2020) 403-427, E-ISSN 2667-405X, 4–8.

Kim, Y.-N., Yoon, J.-H., & Kim, K.-H. (2020). Microplastic contamination in soil environment – a review. 301–303.

LabMedya. (2023). Her Saat 16.2 Bit Mikroplastik Soluduğumuz Düşünülüyor. https://www.labmedya.com/her-saat-16-2-bit-mikroplastik-soludugumuz-dusunuluyor.

Laura, M. H., Elvis, G. X., Hans, C. E. L., Rui, T., Maisurya, V. B., & Nathalie, T. (2019). Plastic Teabags Release Billions of Microparticles and Nanoparticles into Tea. https://doi.org/DOI: 10.1021/acs.est.9b02540.

OECD. (2022). Global plastic waste set to almost triple by 2060. https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2022/06/global-plastic-waste-set-to-almost-triple-by-2060.html.

Öztürk, M. (2024). Nanoplastikler insan kanında. The Independentturkish. https://www.indyturk.com/node/695606/türkiyeden-sesler/nanoplastikler-insan-kanında.

PlasticsEurope. (2023). Plastics – the fast Facts 2023. 1–1.

Schothorst, B. van, Beriot, N., Lwanga, E. H., & Geissen, V. (2021). Sources of Light Density Microplastic Related to Two Agricultural Practices: The Use of Compost and Plastic Mulch. Environments, 1–12.

Sapea. Science Advice for Policy European Academies (2018). A Scientific Perspective On Microplastics In Nature and Society. ISBN 978-3-9820301-0-4, 31–45.

UNEP. (2018). Marine plastic debris and microplastics: global lessons and research to inspire action and guide policy change. 62–65.

Weber, Markus ve Deussing, G. (2018). Bakelite 111 years old – Material with the infinity symbol. https://www.k-online.com/en/Media_News/News/July_August_2018_Bakelite_111_years_old_–_Material_with_the_infinity_symbol/Bakelite_111_years_old_–_Material_with_the_infinity_symbol.

Worldbank. (2018). Global waste production will increase by 70% by 2050 if nothing changes quickly, new report says. https://www.banquemondiale.org/fr/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report.

Wright, S. L., Ulke, J., Font, A., Chan, K. L. A., & Kelly, F. J. (2020). Atmospheric microplastic deposition in an urban environment and an evaluation of transport. Environment International, 3.

Yakışık, H. (2023). Plastik Atıklar Ve Sürdürülebilirlik: Türkiye'de Plastik Atık Yönetimi. Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2023, 9(2): 36-55, 3.

Zhang, S., Yang, X., Gertsen, H., Peters, P., Salánki, T., & Geissen, V. (2017). A simple method for the extraction and identification of light density microplastics from soil. Science of the Total Environment, 5.

ELEKTRONİK ATIKLAR VE ÇEVRESEL ETKİLERİ

Doç. Dr. Kemal YAMAN
Karabük Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Çalışma alanı: Kent, Çevre sorunları ve Yerel yönetimler
ORCID ID: 0000-0001-9844-4264

ÖZET

Bu çalışmada, ulusal ve uluslararası alanda elektronik atık politika ve uygulamalarının nasıl olduğunu, geri dönüştürülen elektronik atık verilerinden yararlanarak mevcut durumu ortaya koymak amaçlanmıştır. Çalışmada araştırma yöntemi olarak literatür taraması tekniğinden yararlanılmıştır. Ayrıca elektronik atıkların geri dönüşümü konusunda bilinç oturacak tavsiye ve öneriler geliştirilmiştir.

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte elektronik cihazların kullanım ömrü kısalmış ve elektronik atık (e-atık) miktarı büyük ölçüde artmıştır. Bilgisayarlar, cep telefonları, televizyonlar ve diğer elektronik cihazların atıl duruma gelmesi, ciddi çevresel ve sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Elektronik atıklar, ağır metaller (kurşun, cıva, kadmiyum) ve toksik kimyasallar içerdiğinden, kontrolsüz bir şekilde doğaya bırakıldığında toprak ve su kirliliğine neden olur. Ayrıca bu atıkların yakılması havaya zararlı gazlar salarak insan sağlığını tehdit eder. Geri dönüşüm süreçlerinin yetersiz veya yanlış uygulanması, hem çevreye hem de geri dönüşüm işçilerine zarar verebilir. E-atıkların çevresel etkilerini en aza indirmek için sürdürülebilir geri dönüşüm sistemleri geliştirilmelidir. Kullanılmış elektronik ürünlerin yeniden değerlendirilmesi, atık miktarını azaltarak doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar. Ayrıca, üreticilerin geri dönüşümü teşvik eden politikalar geliştirmesi ve tüketicilerin bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Elektrik ve elektronik endüstrisi dünyanın en büyük ve hızla büyüyen üretim sanayisi olup ve bu büyümenin sonucu olarak ve hızla eskime veya modası geçme nedeniyle eski ve hurda elektronik cihazlar (elektronik atıklar) dünyada en ciddi katı artık problemidir. E-atıkların yaklaşık bin kadar zararlı madde içerdiği bilinmektedir. Ancak bugüne kadar sanayi, devletler ve tüketiciler dünyada büyüyen bu sorunu çözmek için büyük adımlar atmamışlardır.

Araştırma sonucunda elde edilen bazı bulgular ise şu şekildedir. 2023 yılı verilerine göre dünya genelinde yılda 50, Çin'de 10, ABD'de 7, Hindistan'da 3 milyon ton, Türkiye'de ise 847 bin ton elektronik atık üretilmektedir. Geri dönüşüm oranları ise dünya ortalamasında %17,4, ABD'de %15, AB'de 542, Hindistan'da %2 Türkiye'de ise %5-6 civarında olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Elektronik atıklar, Çevre, Atık yönetimi

GİRİŞ

Elektronik atıklar (e-atık), kullanım ömrünü tamamlamış veya atıl duruma gelmiş elektrikli ve elektronik cihazları ifade eder. Teknolojinin hızla gelişmesi, bireysel ve kurumsal tüketimi artırmakta ve bu durum e-atık miktarının çarpıcı bir şekilde yükseldiğini göstermektedir. Bu atıklar yasa ve yönetmeliklere uygun biçimde geri dönüştürülmediği takdirde ciddi ekolojik ve sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bu çalışmada elektronik atıkların çevreye olan etkileri incelenmekte, mevcut yönetim stratejileri ele alınmakta ve sürecin daha sürdürülebilir hale getirilmesi için çözüm önerileri sunulmaktadır.

Elektrik ve elektronik endüstrisi dünyanın en büyük ve hızla büyüyen üretim sanayisi olup ve bu büyümenin sonucu olarak ve hızla eskime veya modası geçme nedeniyle eski ve hurda elektronik cihazlar (elektronik atıklar) dünyada en ciddi katı artık problemidir. E-atıkların yaklaşık 1000'den fazla madde içerdiği ifade edilmektedir. Ancak bugüne kadar sanayi, devletler ve tüketiciler dünyada büyüyen bu sorunu çözmek için büyük adımlar atmamışlardır. Türkiye açısından bu değerlendirme ele alındığında tüketicilerin e-atık geri dönüşümü ile ilgili bilgi ve bilinç düzeylerinin sınırlı olduğu ve e-atık geri dönüşümünü gerçekleştirebilecek tesislerin yeterli olmadığı anlaşılmaktadır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Elektronik Atıklar

Kısaca e-atık diye tanımladığımız elektronik atık kavramının hangi tür atık maddeleri kapsadığını açıklamak gerekmektedir. Bu konuda genel kabul görmüş bir tanım olmamakla birlikte yaygın olarak kullanılan ve benimsenen bazı tanımlara yer vermek daha uygun olacaktır. Buna göre;

- Küresel E-Atık İzleme Merkezi 2024 yılı raporuna göre e-atık "devre veya elektrik bileşenleri ve bir güç veya pil kaynağı olan tüm ürünleri" (Balde vd., 2024),
- Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA)'na göre "kullanım ömrünü tamamlamış ve artık orijinal amacı için kullanılmayan herhangi bir elektronik cihazı" (Kwon vd, 2024'den aktaran Ünal, 2024),
- Fawole ve ark. (2023)'na göre ise "e-atıklar sadece bilgi iletişim cihazlarını kapsamayıp evdeki her türlü elektronik eşyalar da e-atık olarak sınıflandırırlar. Yani küçük ve büyük ev aletleri, bilgisayar donanımını, telefon, kulaklık vb. cihazları da bu kapsamda incelenir (Fawole vd., 2023'den aktaran Ünal, 2024).
- 26.12.2022 Resmî Gazetede yayınlanan "Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Yönetimi Hakkında Yönetmelik" hükümlerine göre ise Atık Yönetimi Yönetmeliğinde

yer alan atık tanımına uyan elektrikli ve elektronik eşyalar ile atık olduğu andaki bütün bileşenlerini, unsurlarını ve ihtiva ettiği sarf malzemelerini içerir (RG, 2022).

Bu durumda elektronik atıklar sadece elektronik atıkları değil elektrikli atıkları ve bunların bileşenlerini de içermelidir. Bu tanımda yer alan tüm alet ve tüketim malzemelerinin her türlü bileşeni de bu kapsamda değerlendirilmelidir. Bununla birlikte neyin elektronik atık olmadığını da tanımlamak gerekmektedir. Balde vd (2024)'e göre piller ve benzeri elektrik depolama cihazları, otomotiv sektöründe kullanılan elektrikli-elektronik cihazlar, ses ve eğlence sistemleri, arabalara, teknelere veya uçaklara takılan uydu navigasyon üniteleri, askeri amaçla kullanılan elektronik aygıtlar, uydularda kullanılan elektronik cihazlar da e-atık kapsamında değerlendirilmemektedir.

Elektronik Atıkların Yol Açtığı Çevre ve Sağlık Sorunları

E-atıklar çoğunluğu zehirli olan 1000'den fazla madde içermesi nedeniyle (Aydın ve Kiraz, 2017) ilgili yönetmelikler çerçevesinde geri dönüştürülmeyip diğer atıklarla birlikte toprağa ve suya karışması durumunda toprağın ve su kaynaklarının zehirlenmesine, ekosistemin bozulmasına yol açar. Geri dönüştürülemeyen e-atıkların çevre ve insanların sağlığı üzerinde doğrudan etkisi vardır. Şu anda, e-atıkların yönetmeliklere uygun olarak geri dönüştürülmemesi sonucu her yıl 58 bin kg cıva ve 45 milyon kg plastik çevreye salınmaktadır (Balde vd., 2024). Ayrıca bu elektrikli ve elektronik cihazların üretiminde başta altın olmak üzere farklı madenler kullanılmaktadır. Bu madenlerin üretim aşamasında elde edilen hammaddeye oranla çok büyük miktarlarda kazı çalışması yapmak gerekmektedir. Örneğin 1 kg altın elde etmek için 3 milyon kg. kayanın kazılması gerekmektedir.

E-atıkların gerekli güvenlik önlemlerini almadan bertaraf edilmesi durumunda birinci derecede atığı işleyen kimselere, bertaraf ortamındaki toprak ve yer altı sularına karışması sonucu bu tür doğal kaynaklara ve atıkların yakılması sonrası yayılan zararlı gazlar nedeniyle ciddi çevresel risklere yol açmaktadır (Aydın ve Kiraz, 2017).

Elektronik Atık Geri Dönüşüm Uygulamaları

Elektronik atıkların (e-atık) etkin yönetimi, hem Avrupa hem de Afrika'da çeşitli projeler ve uygulamalarla desteklenmektedir. Aşağıda, bazı ülkelerde yürütülen önemli girişimler ve uygulamalar sunulmaktadır:

Avrupa'daki Projeler ve Uygulamalar:

WEEEWaste Projesi (Interreg Europe):WEEEWaste projesi, Avrupa'da 10 farklı bölgedeki e-atıkların yönetimini iyileştirmeyi amaçlayan bir girişimdir. Projeye katılan ülkeler arasında Çekya, Romanya, İspanya, İtalya, Almanya, Polonya, Slovenya, Hollanda ve Arnavutluk

bulunmaktadır (Interreg Europe, 2024). Birleşik Krallık'ta ise De Montfort Üniversitesi'nden Gabriel Kay, kullanıcıların kolayca tamir edebileceği bir su ısıtıcısı tasarlamıştır. Bu uygulama, e-atıkların azaltılmasına yönelik yaratıcı bir çözüm üretmektedir (The Guardian, 2024). Ayrıca İngiltere hükümeti, çevrimiçi pazar yerlerinin geri dönüşüm süreçlerine katkı sağlamalarını zorunlu hale getiren düzenlemeler getirmeyi planlamaktadır (Reuters, 2024).

Afrika'daki Projeler ve Uygulamalar:

Güney Afrika'da E-Atık Geri Dönüşüm Pilot Projeler, Güney Afrika'nın Mpumalanga bölgesindeki bu pilot projeler, yerel halkı e-atıkları toplama ve geri dönüştürme konusunda bilinçlendirmektedir (Green Building Africa, 2024). Doğu Afrika'da E-Atık Yönetimi Stratejileri kapsamında Ruanda, e-atık yönetimi için güçlü bir yasal çerçeve oluşturmuş ve 15.000 metrik tonluk geri dönüşüm tesisi kurmuştur (EOS, 2024). Güney Afrika'da ise Sürdürülebilir Geri Dönüşüm Endüstrileri Programı (SRI) ile e-atık yönetimini ve geri dönüşüm süreçlerini iyileştirmeyi hedefleyen bir girişim uygulamaya konulmuştur (AfricaPC, 2024).

SONUÇ

Küresel E-atık İzleme raporuna göre 2022 yılında dünyada 62 milyar kg e-atık üretilmiş olup kişi başına ortalama 7,8 kg e-atık üretilmektedir. Üretilen e-atıkların yalnızca %22,3'ü düzgün bir şekilde toplanıp geri dönüştürülmektedir (Balde vd., 2024). Türkiye'de en son olarak 2022 yılında yürürlüğe giren "Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Yönetimi" yönetmeliğinin ekinde ayrıntılı olarak hangi atıkların e-atık statüsünde olduğu liste halinde belirtilmiştir (RG, 2022). Ayrıca Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının en güncel verilerine göre 2018 yılında 23.365 ton elektronik atık toplanmıştır. Türk Elektronik Sanayicileri Derneğine göre ise Türkiye'de yılda yaklaşık 1 milyon ton elektronik atık üretilmektedir (TESİD, 2025). Bu durumda Türkiye'de üretilen elektronik atığın yaklaşık sadece %2,5'u geri dönüştürülmektedir. Bu durum da hem içerdiği zehirli maddeler açısından yol açtığı çevresel riskler hem de bu atıkların üretiminde kullanılan metallerin üretim süreçlerinin neden olduğu çevresel riskler açısından ciddi bir sorunla karşılaşıldığı anlaşılmaktadır. Bu sorunun önüne geçebilmek için öncelikle tüketicilerin eğitilmesi ve bilinçlendirilmesi, lisanslı kuruluşların ve üretici-ithalatçı-pazarlayıcı firmaların e-atıkların geri dönüşümü konusunda daha ciddi bir insiyatif almalarının sağlanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

AfricaPC. (2024). E-Waste in South Africa. AfricaPC. https://www.africapc.co.za/blog/e-waste-south-africa/.

Aydın, Ç. Y. ve Kiraz, E. D. E. (2017). Elektronik Atıklar Ve Çevre Sağlığı. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 1(1), 43-52.

Baldé, C.P., Kuehr, R., Yamamoto, T., McDonald, R. vd. (2024). Global E-waste Monitor 2024. International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). Geneva/Bonn. https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2024/03/GEM_2024_18-03_web_page_per_page_web.pdf.

EOS. (2024). East Africa Invests in Strategies to Manage E-Waste. EOS. https://eos.org/articles/east-africa-invests-in-strategies-to-manage-e-waste.

Fawole, A.A., Orikpete, O.F., Ehiobu, N.N., & Daniel Raphael, E.E. (2023). Climate change implications of electronic waste: strategies for sustainable management. Bulletin of the National Research Centre 47(147), 1-10. https://doi.org/10.1186/s42269-023-01124-8.

Green Building Africa. (2024). South Africa Launches Two New E-Waste Recycling Pilot Projects in Mpumalanga. Green Building Africa. https://www.greenbuildingafrica.co.za/south-africa-launches-two-new-e-waste-recycling-pilot-projects-in-mpumalanga/

Interreg Europe. (2024). WEEEWaste Project. Interreg Europe. https://www.interregeurope.eu/weeewaste.

Kwon, G., Yoon, K., Kwon, E., Park, J., Lee, H., & Song, H. (2024). Technical advancement in valorization of electronic waste and its contribution to establishing economic value-chain. Chemical Engineering Journal, 494. https://doi.org/10.1016/j.cej.2024.153154.

RG (2022), Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Yönetimi Hakkında Yönetmelik, Resmî Gazete Tarihi: 26.12.2022, Sayı :32055.

Reuters. (2024). Britain to Make Online Marketplaces Pay More for Electricals Recycling. Reuters. https://www.reuters.com/sustainability/britain-make-online-marketplaces-pay-more-electricals-recycling-2024-12-10/.

TESİD (Türk Elektronik Sanayicileri Derneği), 2025, Erişim: https://tesid.org.tr/elektronik-atik-krizi-buyuyor#:~:text=Son%20y%C4%B1llarda%20teknolojinin%20yayg%C4%B1nla%C5%9Fmas%C4%B1yla%20birlikte,ton%20elektronik%20at%C4%B1k%20%C3%BCretildi%C4%9Fini%20g%C3%B6stermektedir.

The Guardian. (2024). UK Student Invents Repairable Kettle That Anyone Can Fix. The Guardian. https://www.theguardian.com/environment/2024.

Ünal, S. (2024). Yeni Medya Teknolojileri Ve Artan Elektronik Atık (E-Atık) Sorunu Üzerine Bibliyometrik Analiz. Uluslararası Toplumsal Bilimler Dergisi, 8(4), 274-293.

KÜTLE VE BOZUNMA PARAMETRELERİNİN ANALİZİ: AĞIR-HAFİF KUARK ÇİFTİ İÇEREN 1^{++} TETRAKUARK

Sari DAMEN
Kocaeli University, Department of Physics, 41001, Kocaeli, Türkiye
ORCID: 0009-0009-8926-3686
Jale Y. SÜNGÜ
Kocaeli University, Department of Physics, 41001, kocaeli, Türkiye
ORCID: 0000-0002-1046-5755

Özet

Bu çalışmada, **egzotik hadron** X(3940)'ın **kütle ve bozunma sabiti KRD toplam kuralları** çerçevesinde incelenmiştir. X(3940)'ın $J^{PC} = 1^{++}$ kuantum sayılarına sahip bir **tetrakuark** yapısına sahip olduğu varsayılmış ve bu durumu tanımlamak için uygun bir arakesit akımı kullanılmıştır. Bu çalışmanın motivasyonu, geleneksel **kuark-antikuark mezon** modeline uymayan ve doğru şekilde anlaşılması için alternatif teorik çerçevelere ihtiyaç duyan egzotik hadronlara yönelik artan ilgiden kaynaklanmaktadır.

Analiz, operatör çarpım açılımı (OPE) çerçevesinde, boyutu 6'ya kadar olan operatörlerin katkılarını içermektedir. Kapsamlı bir inceleme sağlamak amacıyla pertürbatif etkiler ile kuark ve gluon yoğunlaşmaları dikkate alınmıştır. Toplam kuralların kararlılığı, Borel penceresi ve süreklilik eşiği gibi temel parametrelerin etkileri analiz edilerek dikkatlice incelenmiştir. Güvenilir tahminler elde etmek için toplam kural istikrarı ve kutup baskınlığı sistematik olarak araştırılarak en uygun çalışma aralıkları belirlenmiştir.

Elde edilen **kütle değeri,** $m = (4.007 \pm 0.059)$ GeV olup, deneysel ölçümlerle uyumlu bulunmuş ve X(3940)'ın **tetrakuark yorumu** için güçlü destek sağlamıştır. Ayrıca, **bozunma sabiti** $f_X = (1.819 \pm 0.044) \times 10^{-3}$ GeV^4 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, X(3940)'ın iç yapısı ve ilgili akım ile kuplaj gücü hakkında önemli bilgiler sunabilir. Çalışma, **KRD toplam kurallarının** egzotik hadronları incelemede etkinliğini ortaya koymakta ve geleneksel kuark modelinin ötesindeki **yeni rezonans durumlarının** anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Egzotik hadronlar, Kütle ve bozunma sabiti, **KRD** toplam kuralları

ANALYSIS OF MASS AND DECAY PARAMETERS: 1^{++} TETRAQUARK CONTAINING HEAVY-LIGHT QUARK PAIR

Abstract

This study examines the mass and decay properties of the exotic hadron X(3940) within the framework of QCD sum rules approach. It is assumed that X(3940) has a **tetraquark** structure with quantum numbers $J^{PC} = 1^{++}$, and corresponding interpolating current has been used to describe this state. The motivation behind this work is the increasing interest in exotic hadrons,

which do not fit within the conventional quark-antiquark meson model and require alternative theoretical frameworks for proper understanding.

The analysis incorporates contributions from operators up to dimension 6 within the operator product expansion (OPE) framework. Perturbative effects, as well as quark and gluon condensates, are taken into account to ensure a comprehensive treatment. The stability of the sum rules is carefully examined by analyzing the effects of key parameters such as the Borel window and the continuum threshold. A systematic investigation of sum rule stability and pole dominance is conducted to identify optimal working regions for reliable predictions.

The obtained mass for X(3940) is found to be $m = (4.007 \pm 0.059)$GeV, which is in agreement with experimental measurements, providing strong support for the tetraquark interpretation of X(3940). The decay constant is determined as $f_X = (1.819 \pm 0.044) \times 10^{-3}$ GeV^4. These results can offer valuable insights into the internal structure of X(3940) and its coupling strength to the corresponding current. This study highlights the effectiveness of QCD sum rules in investigating exotic hadrons and contributes to the understanding of new resonant states beyond the conventional quark model.

Keywords: Exotic hadrons, Mass and decay constant, QCD sum rules

1. INTRODUCTION

In recent years, numerous exotic hadronic states with unexpected properties have been discovered, challenging traditional interpretations of conventional hadrons. Many of these states are found near open flavor thresholds, suggesting that loosely bound or resonant meson-meson or baryon-meson structures could mix with the conventional quark-antiquark ($q\bar{q}$) or quark-quark-quark ($qq\bar{q}$) configurations to form the observed physical states.

The X(3872) was the first such state to be identified, with its decays into the $J/\psi\rho$ and $J/\psi\omega$ channels violating isospin symmetry, effectively ruling out a simple charmonium ($c\bar{c}$) interpretation. The LHCb collaboration has precisely determined its quantum numbers, further enhancing our understanding of this state (Aaij, 2013).

Several other candidates with similar quantum numbers have subsequently been observed in the same mass region. Among these is the X(3940), initially detected by the Belle Collaboration (Pakhlov, 2008) as an enhancement at (3943 ± 6) MeV in the mass spectrum recoiling against J/ψ in the process $e^+e^- \rightarrow J/\psi X$. The X(3940) was observed decaying via the $D^*\overline{D}$ mode, with its decay width determined to be less than 52 MeV at the 90% confidence level. A subsequent measurement by Belle in the process $e^+e^- \rightarrow J/\psi\, D^*\overline{D}^*$ refined these values, reporting a mass

of $M = (3942^{+7}_{-6} \pm 6)$ MeV and $\Gamma = (37^{+26}_{-15} \pm 8)$ MeV. Notably, the $X(3940)$ has been observed in the $D^*\overline{D}$ channel but not in the $D\overline{D}$ or J/ψ decay modes (Abe, 2007). A partial reconstruction technique for this production channel revealed that the $X(3940) \to D^*\overline{D}$ decay mode is dominant, while no signal was found for the $X(3940) \to D\overline{D}; J/\psi \to \overline{D}$ channel. The mechanism, $e^+e^- \to \gamma^* \to J/\psi X(3940)$, implies that the $X(3940)$ state must have $C = +$. Given that all states produced through this mechanism are known to have $J = 0$, a tentative J^{PC} assignment for the $X(3940)$ is 0^{-+}, with the negative parity suggested by the absence of $D\overline{D}$ decays (Esposito, 2015).

The production mechanism of $X(3940)$ provides important clues about its nature. Since all lower-mass states observed in the process $e^+e^- \to J/\psi X$ recoiling against J/ψ have $J = 0$ (such as the $\eta_c(1S)$, χ_{c0}, and $\eta_c(2S)$ states), it is reasonable to suggest that the $X(3940)$ could be the $\eta_c''(3S)$ state. The reaction $e^+e^- \to J/\psi X(3940)$ was also studied within the framework of light-cone formalism, assuming that the $X(3940)$ is a 3^1S_0 state or one of the 2^3P states. Results from this analysis indicated that $X(3940)$ is likely a 3^1S_0 charmonium state (Sreethawong, 2015).

However, alternative interpretations of the $X(3940)$'s nature, as a hybrid charmonium state (Petrov, 2005). Studies of molecular charmonium have found that the $X(3940)$ can be described as a mixed charmonium-$D\overline{D}^*$ molecular state with $J^{PC} = 1^{++}$(Fernandez, 2013). Other analyses have identified the $X(3940)$ as a hidden-charm tetraquark with dominant diquark-antidiquark components in a quark model framework (Shi, 2021), or more specifically as a tetraquark state with $I(J^P) = 0(1^+)$, and its nature is still under investigation (Yang, 2023).

Building upon experimental observations and theoretical frameworks, the goal of this article is to determine the mass and decay constant of the $X(3940)$ state using the QCD Sum Rules (QCDSR) method. This well-established non-perturbative approach allows us to calculate hadronic parameters directly from the fundamental principles of QCD, and it has been extensively studied in the literature both in vacuum, at finite temperature, and in nuclear matter (Güngör, 2023; Süngü, 2019a; Süngü, 2019b; Süngü, 2022; Özkan, 2024).

In our analysis, we include vacuum condensates up to dimension six, which significantly improves the sum rule's reliability and increases its stability by accounting for important non-perturbative effects.

The remainder of this article is organized as follows:

- Section 2 presents the QCDSR derived for calculating the mass and decay constant of the X(3940) resonance.
- Section 3 focuses on the numerical analysis of these sum rules, comparing our results with existing experimental data and theoretical predictions.
- Section 4 provides a comprehensive summary and conclusions, along with suggestions for future research directions.

2. Theoretical Framework: QCDSR Analysis for X(3940)

2.1 Correlation Function and Interpolating Current

To calculate the mass and decay constant of the X state in the framework of QCDSR, we start from the two-point correlation function, which serves as the fundamental object of this approach:

$$\Pi(p) = i\int d^4x\, e^{ip\cdot x}\langle 0|T\left\{J_\mu(x)J_\nu^\dagger(0)\right\}|0\rangle \quad (1)$$

where $J(x)$ is the interpolating current with the required quantum numbers, q is the momentum of the state, and T is the time ordering operator. The interpolating currents are suitably chosen operators composed of quark and gluon fields that can create the studied hadron from the vacuum.

For our analysis, we consider $X(3940)$ state as a particle with quantum numbers $J^{PC} = 1^{++}$. The current $J(x)$ is defined by the following expression as (Wang, 2024):

$$J_\mu(x) = \frac{\varepsilon^{ijk}\varepsilon^{imn}}{\sqrt{2}}\left(u_j^T(x)C\gamma_5 c_k(x)\,\bar{u}_m(x)\gamma_\mu C\bar{c}_n^T(x) + u_j^T(x)C\gamma_\mu c_k(x)\,\bar{u}_m(x)\gamma_5 C\bar{c}_n^T(x)\right), \quad (2)$$

where u, d, c refers to the up, down and charm quarks and we have introduced the shorthand notations $\epsilon = \epsilon^{ijk}$ and $\tilde{\epsilon} = \epsilon^{imn}$.

2.2 Physical Side

To derive the QCDSR expression, we first compute the correlation function in terms of the physical degrees of freedom. By performing the integral over x in Eq. (1), we obtain:

$$\Pi(p)^{Phys} = \frac{\langle 0|J|X(p)\rangle\langle X(p)|J|0\rangle}{m_X^2 - p^2} + \cdots \quad (3)$$

here m_X is the mass of X state and the ellipsis represents contributions from higher resonances and continuum states. We study the decay constant from the matrix element:

$$\langle 0|J_\mu|X(p)\rangle = f_X m_X \epsilon_\mu \tag{4}$$

where ϵ_μ is the polarization vector of the X state, satisfying the following relation:

$$\epsilon_\mu \epsilon_\nu^* = -g_{\mu\nu} + \frac{p_\mu p_\nu}{m_X^2}. \tag{5}$$

In terms of m_X and f_X, the correlation function can be expressed as

$$\Pi_{\mu\nu}^{\text{Phys}}(p) = \frac{m_X^2 f_X^2}{m_X^2 - p^2}\left(-g_{\mu\nu} + \frac{p_\mu p_\nu}{m_X^2}\right) + \cdots \tag{6}$$

Eq. (6) is derived by inserting intermediate states for X into $\Pi_{\mu\nu}^{\text{Phys}}(p)$ and projecting out the 1^{++} contribution using the appropriate Lorentz structure. Additionally, we adopt the single-pole assumption, which, in the case of a multiquark state, requires careful justification.

Applying the Borel transformation to Eq. (6) yields:

$$\mathcal{B}_{p^2}\Pi_{\mu\nu}^{\text{Phys}}(p) = \frac{m_X^2 f_X^2 e^{-m_X^2/M^2}}{m_X^2 - p^2}\left(-g_{\mu\nu} + \frac{p_\mu p_\nu}{m_X^2}\right) + \cdots \tag{7}$$

2.3 OPE Side

The same function in the OPE side, now denoted as $\Pi_{\mu\nu}^{\text{OPE}}(p)$, must be determined using the quark-gluon degrees of freedom. By contracting the heavy and light quark fields, we express the correlation function $\Pi_{\mu\nu}^{\text{OPE}}(p)$ as:

$$\begin{aligned}\Pi_{\mu\nu}^{\text{OPE}}(p) = i\int d^4x\, e^{ip\,x}\frac{\varepsilon\,\tilde{\varepsilon}'\,\acute{\varepsilon}\,\tilde{\varepsilon}'}{2}\\ \times\Big\{&\text{Tr}\left[\gamma_5\tilde{S}_u^{jj'}(x)\gamma_5 S_c^{kk'}(x)\right]\text{Tr}\left[\gamma_\mu\tilde{S}_c^{n'n}(-x)\gamma_\nu S_u^{m'm}(-x)\right]\\ &+\text{Tr}\left[\gamma_\nu\tilde{S}_u^{jj'}(x)\gamma_5 S_c^{kk'}(x)\right]\text{Tr}\left[\gamma_\mu\tilde{S}_c^{n'n}(-x)\gamma_5 S_u^{m'm}(-x)\right]\\ &+\text{Tr}\left[\gamma_5\tilde{S}_u^{jj'}(x)\gamma_\mu S_c^{kk'}(x)\right]\text{Tr}\left[\gamma_5\tilde{S}_c^{n'n}(-x)\gamma_\nu S_u^{m'm}(-x)\right]\\ &+\text{Tr}\left[\gamma_\nu\tilde{S}_u^{jj'}(x)\gamma_\mu S_c^{kk'}(x)\right]\text{Tr}\left[\gamma_5\tilde{S}_c^{n'n}(-x)\gamma_5 S_u^{m'm}(-x)\right]\Big\}.\end{aligned} \tag{8}$$

In Eq. (8), we use the notation:

$$\tilde{S}_{c(u)}^{ij}(x) = CS_{c(u)}^{ijT}(x)C,$$

where $S_u^{ij}(x)$ and $S_c^{ij}(x)$ are the light and heavy quark propagators, respectively. Neglecting terms proportional to m_u, we express the light quark propagator $S_u^{ij}(x)$ in the x-space as:

$$S_u^{ab}(x) = i\delta_{ab}\frac{\not{x}}{2\pi^2x^4} - \delta_{ab}\frac{m_u}{4\pi^2x^2} - \delta_{ab}\frac{\langle\bar{q}q\rangle}{12} + i\delta_{ab}\frac{\not{x}m_u\langle\bar{q}q\rangle}{48} - \delta_{ab}\frac{x^2}{192}\langle\bar{q}g_s\sigma G_q\rangle$$

$$+ i\delta_{ab}\frac{x^2\not{x}m_u}{1152}\langle\bar{q}g_s\sigma G_q\rangle + \frac{ig_sG_{ab}^{\alpha\beta}}{32\pi^2x^2}\left[\not{x}\sigma_{\alpha\beta} + \sigma_{\alpha\beta}\not{x}\right] + \cdots. \quad (9)$$

For the heavy quark propagator $S_c^{ij}(x)$, we use:

$$S_c^{ab}(x) = i\int\frac{d^4k}{2\pi^4}e^{-ik.x}\left[\frac{\delta_{ab}(\not{k}+m_c)}{k^2-m_c^2} - \frac{g_sG_{ab}^{\alpha\beta}}{4}\frac{\sigma_{\alpha\beta}(\not{k}+m_c)+(\not{k}+m_c)\sigma_{\alpha\beta}}{(k^2-m_c^2)^2}\right.$$

$$\left. + \frac{g_sG^2}{12}\delta_{ab}m_c\frac{k^2+m_c\not{k}}{(k^2-m_c^2)^4} + \ldots\right]. \quad (10)$$

We employ the short-hand notation:

$$G_{ij}^{\alpha\beta} \equiv G_a^{\alpha\beta}t_{ij}^a, \quad a = 1,2,\ldots,8,$$

here i,j are color indices, and $t^a = \frac{\lambda^a}{2}$, with λ^a being the standard Gell-Mann matrices. Taking into account the tensor structure of $\Pi_{\mu\nu}^{OPE}(p)$, we can write:

$$\Pi_{\mu\nu}^{OPE}(p) = \Pi_0^{OPE}(p^2)\frac{p_\mu p_\nu}{p^2} + \Pi_1^{OPE}(p^2)\left(-g_{\mu\nu} + \frac{p_\mu p_\nu}{p^2}\right). \quad (11)$$

Here, $\Pi_0^{OPE}(p^2)$ and $\Pi_1^{OPE}(p^2)$ are invariant functions. The sum rules for the mass and decay constant of $X(3940)$ can be extracted after equating the same structures in both $\Pi_{\mu\nu}^{Phys}(p)$ and $\Pi_{\mu\nu}^{OPE}(p)$.

2.4 Sum Rules Formulation

The invariant function $\Pi^{QCD}(q^2)$ can be represented as the dispersion integral:

$$\Pi^{QCD}(p^2) = \int_{M^2}^{\infty}\frac{ds\,\rho^{QCD}(s)}{s-p^2} + \cdots \quad (12)$$

where $M^2 = 4(m_c + m_u)^2$ and $\rho^{QCD}(s)$ is the two-point spectral density. For computing of the components of the spectral densities, we employ the technical methods outlined in Ref. (Shifman,1979).

Thus, the mass of the X state can be evaluated from the sum rule:

$$m_X^2 = \frac{\int_{M^2}^{S_0} ds\, s\, \rho^{QCD}(s) e^{-s/M^2}}{\int_{M^2}^{S_0} ds\, \rho(s) e^{-s/M^2}}. \quad (13)$$

To extract the numerical value of the decay constant f_X, we use the formula:

$$f_X^2 e^{-m_X^2/M^2} = \frac{1}{m_X^2} \int_{M^2}^{S_0} ds\, \rho^{QCD}(s) e^{-s/M^2}. \quad (14)$$

Eqs. (13) and (14) constitute the sum rules required to evaluate the X state's mass and decay constant, respectively.

3. ANALYSIS AND NUMERICAL RESULTS

The QCDSR for the mass and decay constant of the X(3940) state involve various parameters quarks, gluon and mixed vacuum condensates. The vacuum values of these input parameters are listed in Table 1.

Table 1. Input parameters used in numerical computations.

Parameter	Value
m_u	$2.16^{+0.49}_{-0.26}$ MeV (Navas, 2024)
m_c	1.27 ± 0.09 GeV (Navas, 2024)
$\langle 0\|\bar{q}q\|0\rangle$	$(-0.24)^3$ GeV^3 (Gubler, 2019)
$\left\langle \frac{\alpha_s}{\pi} G^2 \right\rangle$	0.028(3) GeV^4 (Shifman, 1979) (Gubler, 2019)
m_0^2	(0.8 ± 0.1) GeV^2 (Gubler, 2019) (Reinders, 1985)

Here, q denotes the light quark mass. The QCDSR expressions also depend on the continuum threshold s_0 and the Borel parameter M^2. To ensure reliable results, we identify a parameter region where physical quantities remain nearly independent of s_0 and M^2 or show only minor variations.

To establish a suitable working window for the Borel parameter, we require:

1. The convergence of the Operator Product Expansion (OPE).
2. Suppression of higher resonance and continuum contributions.

In other words, the pole contribution should dominate over those arising from higher-dimensional condensates. As a result, we determine an optimal range for the Borel parameter that ensures the stability and accuracy of our mass and decay constant calculations.

It is important to note that, within this interval, the mass and decay constant remain stable with respect to M^2, reinforcing the reliability of the sum rule results. The continuum threshold s_0 is typically linked to the mass of the first excited state with the same quantum numbers and structure as the studied particle. However, for exotic states, identifying this excited state unambiguously is challenging. Therefore, we follow the standard sum rule approach and fix s_0 accordingly.

The obtained results for the mass and decay constant of X(3940) are presented in Table 2, while their dependence on M^2 and s_0 is illustrated in Figures 1 and 2.

Table 2. Mass and decay constant of X(3940) in vacuum.

Mass (GeV)	Decay Constant (GeV^4)
4.007 ± 0.059	$(1.819 \pm 0.044) \times 10^{-3}$

As a result, for the mass and decay constant calculations, we find the range

$$3\,\mathrm{GeV}^2 \leq M^2 \leq 5.0\,\mathrm{GeV}^2,$$

to be reliable for our purposes.

It is important to note that within this interval, the dependence of the mass and decay constant on the Borel parameter M^2 remains stable, ensuring the reliability of the sum rule predictions. The continuum threshold s_0 is typically related to the mass of the first excited state that shares the same quantum numbers and structure as the particle under investigation. However, for exotic states, identifying this excited state unambiguously is particularly challenging. To address this, we follow the standard prescriptions used in sum rule calculations and set the continuum threshold as:

$$17.5\,\mathrm{GeV}^2 \leq s_0 \leq 19.5\,\mathrm{GeV}^2.$$

The QCDSR results for the mass m_X and decay constant f_X are presented in Figures. 1 and 2. A summary of our findings for the mass and decay constant of the exotic X(3940) state is given in Table 2.

In a standard sum rules analysis, a final consistency check is necessary to assess the dependence of physical quantities on the parameters M^2 and s_0. Figures 1 and 2 illustrate the mass results, showing their variation as a function of the Borel mass at fixed s_0 values. The hadron masses remain stable under changes in M^2 and s_0, confirming the reliability of the calculations.

Similarly, Figures 3 and 4 depict the dependence of the meson decay constants on M^2 for selected fixed $s_0$values within the working region of the sum rules. While the sensitivity of the decay constants to these parameters remains within acceptable limits, uncertainties arising from variations in the continuum threshold represent the primary source of error in the final results.

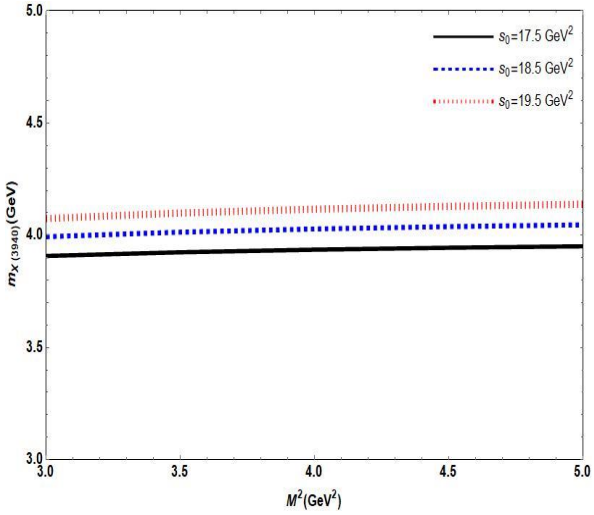


Fig.1 Mass of resonance $\mathbf{X(3940)}$ as a function of $\mathbf{M^2}$.

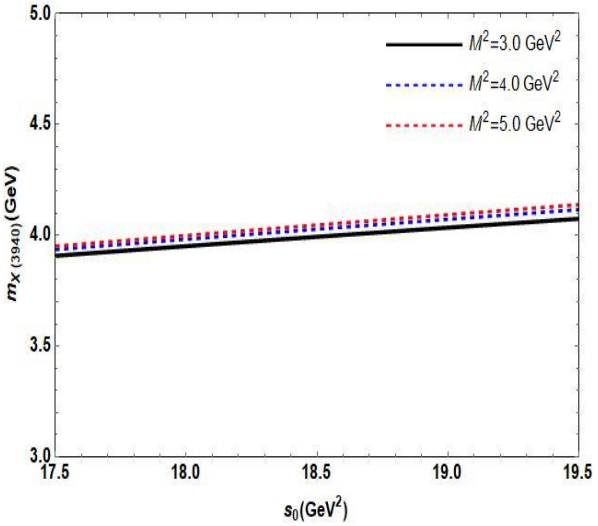


Fig.2 Mass of X(3940) state versus continuum threshold s_0.

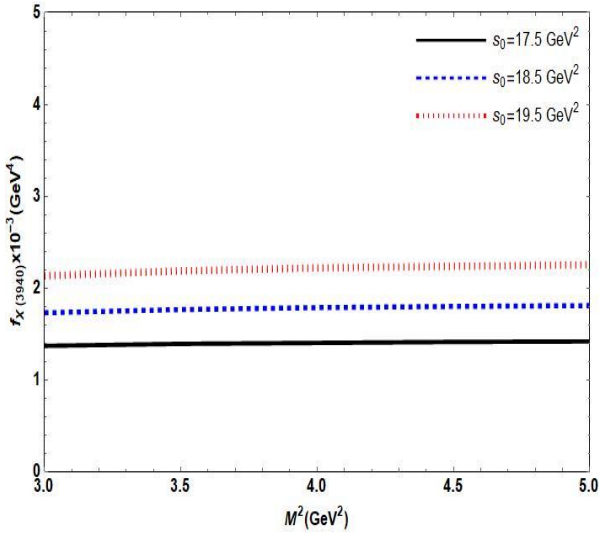


Fig.3 Decay constant of $\mathbf{X(3940)}$state as a function of $\mathbf{M^2}$.

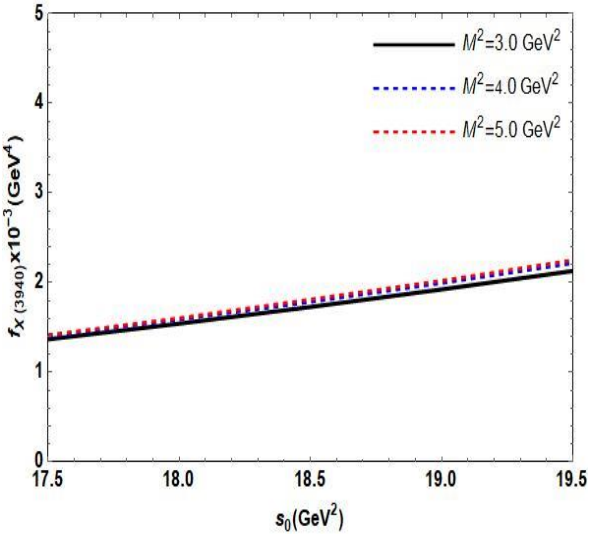


Fig.4 Decay constant of X(3940) resonance versus s_0.

4. SUMMARY

In this study, we have determined the mass and decay constant of the exotic X(3940) using the QCD two-point sum rule method, incorporating vacuum condensates up to dimension six.

Our results, within the given uncertainties, align with experimental data and are consistent with existing theoretical predictions. However, determining only the mass and decay constant is not sufficient to draw a definitive conclusion about the internal structure of X(3940).

Interestingly, the recently observed X(3960) state exhibits similar mass characteristics, suggesting a possible connection between the two resonances. While X(3940)has been primarily associated with a charmonium or exotic tetraquark interpretation, X(3960) is often considered a strong candidate for a scalar $D_s^+ D_s^-$ molecular state with quantum numbers $J^{PC} = 0^{++}$. The similarity in their masses raises the question of whether they correspond to the same physical state observed in different decay channels or whether they represent distinct but closely related exotic configurations.

To gain a deeper understanding of their compositions, further analysis is needed. This includes extending the framework to incorporate vacuum condensates beyond dimension six and exploring various decay channels of both X(3940) and X(3960), which could provide more direct insights into their underlying structures.

5. REFERENCES

Aaij, R., Abdelmotteleb, A. S. W., Abellan Beteta, C., Abudinén, F., Ackernley, T., Adefisoye, A. A., ... & Cardini, A. (2024). Observation of new charmonium or charmoniumlike states in $B^+ \to D^{*\pm}D^{\pm}K^+$ decays. Physical Review Letters, 133(13), 131902.

Aaij, R., Abellan Beteta, C., Adeva, B., Adinolfi, M., Adrover, C., Affolder, A., ... & Dordei, F. (2013). Determination of the X (3872) meson quantum numbers. Physical Review Letters, 110(22), 222001.

Abe, K. [Belle Collaboration] (2007). Observation of a new charmonium state in double charmonium production in e^+e^- annihilation at$\sqrt{s} \approx 10.6$ GeV. Physical Review Letters, 98, 082001.

Ali, A., Lange, J. S., & Stone, S. (2017). Exotics: Heavy pentaquarks and tetraquarks. Progress in Particle and Nuclear Physics, 97, 123-198.

Esposito, A., Guerrieri, A. L., Piccinini, F., Pilloni, A., & Polosa, A. D. (2015). Four-quark hadrons: an updated review. International Journal of Modern Physics A, 30, 1530002.

Fernandez, F., Entem, D. R., & Ortega, P. G. (2013). Molecular structures in hidden charm meson and charmed baryon spectrum. 6th International Workshop on Charm Physics (Charm 2013).

Petrov, A. A. (2005). X (3872), X (3940) as hybrid charmonium states?. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 9, No. 1, p. 83). IOP Publishing.

Navas, S., Amsler, C., Gutsche, T., Hanhart, C., Hernández-Rey, J. J., Lourenço, C., ... & Piepke, A. (2024). Review of particle physics. Physical Review D, 110(3), 030001.

Shi, P. P., Huang, F., & Wang, W. L. (2021). Hidden charm tetraquark states in a diquark model. Phys. Rev. D, 103(9), 094038.

Sreethawong, W., Xu, K., & Yan, Y. (2015). Exclusion of $c\bar{c}$ over-bar interpretation for X (3940). Journal of Physics G-Nuclear and Particle Physics, 42(2).

Süngü, J. Y., Türkan, A., Dağ, H., & Veliev, E. V. (2019). Hidden-beauty broad resonance $Y_b(10890)$ in thermal QCD. Advances in High Energy Physics, 2019(1), 8091865.

Süngü, J. Y., Türkan, A., Sundu, H., & Veli Veliev, E. (2022). Impact of a thermal medium on newly observed $Z_{CS}(3985)$ resonance and its b-partner. The European Physical Journal C, 82(5), 453.

Süngü, J. Y., Türkan, A., & Veliev, E. V. (2019). In the pursuit of $X(5568)$ and its charmed partner. Acta Physica Polonica B, 50, 1501.

Wang, Z. G. (2024). Analysis of the hidden-charm-hidden-strange tetraquark mass spectrum via the QCD sum rules. Nuclear Physics B, 1007, 116661.

Wang, Z. H., Zhang, Y., Jiang, L. B., Wang, T. H., Jiang, Y., & Wang, G. L. (2017). The strong decays of $X(3940)$ and $X(4160)$. The European Physical Journal C, 77, 1-8.

Yang, G., Ping, J., & Segovia, J. (2023). Charmoniumlike tetraquarks in a chiral quark model. The European Physical Journal C, 83(8), 772.

Shifman, M. A., Vainshtein, A. I., & Zakharov, V. I. (1979). QCD and resonance physics: Theoretical foundations. Nuclear Physics B, 147(5-6), 385-447.

Güngör, E., Sundu, H., Süngü, J. Y., & Veliev, E. V. (2023). Possible molecular explanation for the resonance $\Upsilon(4500)$. Few-Body Systems, 64(3), 53.

Özkan, H., & Süngü, J. Y. (2024, May). Can the $\Upsilon(4008)$ be the lowest-lying vector tetraquark? Paper presented at V. Başkent International Conference on Multidisciplinary Studies.

Gubler, P., & Satow, D. (2019). Recent progress in QCD condensate evaluations and sum rules. Progress in Particle and Nuclear Physics, 106, 1–67.

Reinders, L. J., Rubinstein, H., & Yazaki, S. (1985). Hadron properties from QCD sum rules. Physics Reports, 127(1), 1–97.

BULK GaN'DE DOĞRU BANT ARALIĞI TAHMİNİ İÇİN DEĞİŞİM-KOLERASYON FONKSİYONELLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR DFT+U ÇALIŞMASI

Volkan UNCU
Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Physics, 06560, Ankara, Türkiye
ORCID: 0009-0005-7998-9601
Beyza SARIKAVAK LİŞESİVDİN
Gazi University, Faculty of Science, Department of Physics, 06500 Teknikokullar Ankara Türkiye
ORCID: 0000-0001-9278-0742
Sefer Bora LİŞESİVDİN
Gazi University, Faculty of Science, Department of Physics, 06500 Teknikokullar Ankara Türkiye
ORCID: 0000-0001-9635-6770

ÖZET

Bu çalışmada, hekzagonal GaN'in elektronik bant yapısını, DFT çerçevesinde farklı fonksiyoneller kullanarak inceliyoruz. İncelemelerimizde Genelleştirilmiş Gradyum yaklaşımı (GGA) altında PBEsol, PBE,PBE+U, ayrıca yerel Yoğunluk Yaklaşımı (LDA) ve LDA+U yöntemleri yer almaktadır.

LDA yöntemi kullanılarak, nitrojen p-orbitallerine 6,0 eV Hubbard U düzeltmesi uyguladığımızda 3,44 eV'lik bir elektronik bant aralığı elde ediyoruz ve bu değer deneysel verilerle mükemmel uyum göstermektedir. Bant aralığının yanı sıra, Durum Yoğunluğu (DOS), elektronik bant yapısı ve Kısmi Durum Yoğunluğu (PDOS) gibi detaylı elektronik özelliklerde hesaplanmıştır.

Bu çalışma, LDA+U yönteminin GaN'de bant aralığı düzeltmesi için güvenilir bir yaklaşım olduğunu ortaya koymakta ve düşük boyutlu ile katkılanmış GaN sistemlerinin doğru modellenmesine yönelik sağlam bir temel sunmaktayım.

Anahtar kelimeler: GaN, Hacimsel, DFT, Hubbard parametresi, Elektronik Özellikler

EVALUATION OF EXCHANGE-CORRELATION FUNCTIONALS FOR ACCURATE BANDGAP ESTIMATION IN BULK GaN: A DFT+U STUDY

ABSTRACT

Accurate bandgap estimation in semiconductors remains a challenge in density functional theory (DFT) due to the limitations of conventional exchange-correlation functionals. In this work, we investigate the electronic band structure of bulk hexagonal GaN using various functionals, including Generalized Gradient Approximation (GGA) with PBEsol, PBE, PBE+U, and Local Density Approximation (LDA), and LDA+U, within the framework of DFT. With LDA, by applying a Hubbard U correction of 6.0 eV to the nitrogen p-orbitals, we achieve an electronic bandgap of 3.44 eV, in excellent agreement with the experimental value. In addition to bandgap, detailed electronic properties such as Density of States (DOS), electronic band structure, and Partial Density of States (PDOS) are also calculated. Our study highlights the usage of LDA+U as a reliable approach for bandgap correction in GaN, paving the way for its use in accurate modeling of low-dimensional and doped GaN systems.

Keywords: GaN, Bulk, DFT, Hubbard parameter, Electronic Properties

İKİ BOYUTLU (2D) GaN NANO TABAKALARIN AĞIR METAL KATKILAMASININ ELEKTRONİK ÖZELLİKLİNİN TEMEL PRENSİPLERE DAYALI İNCELENMESİ

Volkan UNCU
Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Science, Department of Physics, 06560, Ankara, Türkiye
ORCID: 0009-0005-7998-9601
Beyza SARIKAVAK LİŞESİVDİN
Gazi University, Faculty of Science, Department of Physics, 06500 Teknikokullar Ankara Türkiye
ORCID: 0000-0001-9278-0742
Sefer Bora LİŞESİVDİN
Gazi University, Faculty of Science, Department of Physics, 06500 Teknikokullar Ankara Türkiye
ORCID: 0000-0001-9635-6770

ÖZET

İki boyutlu (2D) GaN bazlı metaller, sahip oldukları benzersiz elektronik özellikler nedeniyle nanoelektronik ve optoelektronik alanlarında büyük ilgi görmektedir. Bu çalışma Zn, Cd ve Hg katkılamasının tek katmanlı GaN nano levhalarının elektronik yapısı üzerindeki etkileri, birinci prensip yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) hesaplamaları ile incelenmiştir.

Hesaplamalarda, hacimsel GaN için doğru bant aralığı veren LDA+U yaklaşımı kullanılmış ve nitrojen p-orbitallerine 6,0 eV Hubbard düzeltmesi uygulanmıştır, ardından katkı etkilerini değerlendirmek için yapı 3x3 süper hücreye genişletilmiştir.

Yapılan Durum Yoğunluğu (DOS), Kısmi Durum Yoğunluğu (PDOS) ve Band Yapısı analizleri, katkı atomlarının bant aralığını ve elektronik yapıyı önemli ölçüde değiştirdiğini göstermektedir. Özellikle ağır meral katkılarının yerelleşmiş durumlar oluşturduğu ve yük dağılımını değiştirdiği tespit edilmiştir. Bu durum, malzemenin katkılanması elektronik ve optoelektronik özelliklerini istenen uygulamalara uygun şekilde ayarlamak için etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Bu çalışma, katkılanmış GaN nano levhalarının gelecekteki elektronik ve optoelektronik cihazlar için tasarlanmasına yönelik önemli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: GaN, Nano tabaka, DFT, Katkılama, Elektronik Özellikler

FIRST-PRINCIPLES INVESTIGATION OF HEAVY METAL DOPING EFFECTS ON THE ELECTRONIC PROPERTIES OF 2D GaN NANOSHEETS

ABSTRACT

Two-dimensional (2D) GaN-based materials have garnered significant interest for their potential applications in optoelectronics and nanoelectronics. In this study, we employ first-principles density functional theory (DFT) calculations to explore the effects of Zn, Cd, and Hg doping on the electronic properties of monolayer GaN nanosheets. Using the LDA+U approach with a Hubbard correction of 6.0 eV on nitrogen p-orbitals, which gives correct result for bulk GaN, we first relax a 1×1 GaN hexagonal nanosheet and extend it to a 3×3 supercell for doping studies. Density of states (DOS), projected density of states (PDOS), and band structure analyses reveal significant changes in the bandgap and electronic structure upon doping. Our results indicate that heavy metal dopants introduce localized states and modify the charge distribution, potentially tuning the material for specific electronic and optoelectronic applications. This study provides insights into the design of doped GaN nanosheets for future device applications.

Keywords: GaN, Nanosheet, DFT, Doping, Electronic Properties

MAY OUR UNIVERSE BE AN OPEN QUANTUM SYSTEM ?

Subhayan MAİTY
Jadavpur University, Department of Physics, Kolkata, India.
ORCID: 0000-0002-4658-0640
Parna PATRA
P. K. College, Contai, Department of Physics, West Bengal, India.
ORCID: 0009-0006-6806-3894

Abstract

In the present model, we consider the cosmic fluid as a two component scalar field (complex scalar field). In the case of FLRW space-time, we have incorporated some phenomenological modifications in the Klein-Gordon equations so that it represents an open quantum system. Accordingly, we have determined an effective Lagrangian of the Modified KG equations in a co-moving Minkowski frame. It is found that the modified cosmic fulid system Lagrangian density contains a damped oscillator scalar field and a time growing scalar field.

We have shown that the canonical quantisation of this cosmic fluid Hamiltonian ensures the emergent scenario of the cosmic origin. Besides this mechanism leads to a duality in-variant non-singular continuous evolution which turns into the Einstein de-Sitter model in the asymptomatic limit.

As a result we establish that the cosmic fluid sustains its quantum nature under gravity in comoving frame. The effect of gravity is to produce the dissipation in the fluid system which corresponds to the anti-hermitian part of the fluid Hamiltonian. One can take the real part of the anti-hermitian part as a decay or dissipation rate operator . We have also shown that another role of gravity on the cosmic fluid system is to make the transition from the emergent phase to the evolving phase via ‘gravitation induced self interaction’ of the scalar field and spontaneous symmetry breaking.

This work serves as a quantum alternative of GTR. In this model, we have tried to find out one alternative way to investigate the cosmic evolution pattern from the microscopic dynamics of the cosmic fluid via Quantum Field Theory (QFT). So definitely our Universe can be described as an open quantum system and its evolution can be obtained via a quantum theory (QFT).

Keywords: Evolution of the Universe, Quantum field theory, Cosmology.

EMLAK FOTOĞRAFLARININ KALİTE DEĞERLENDİRİLMESİ: DERİN ÖĞRENME TABANLI BİR YAKLAŞIM

Akın YAŞAR
Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği Bölümü, 54187 Serdivan, Sakarya Türkiye
ORCID: 0009-0005-9006-9822
Dr. Yüksel YURTAY
Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar ve Bilişim Bilimleri Fak., Veri Bilimi ve Analitiği Bölümü, 54187 Serdivan, Sakarya Türkiye
ORCID: 0000-0003-1814-3432

ÖZET

Emlak sektöründe görsellerin kalitesi, kullanıcı deneyimini ve satış süreçlerini doğrudan etkileyen kritik bir faktördür. Bu çalışmada, emlak ilanlarında kullanılan fotoğrafların kalite sınıflandırmasını yapmak amacıyla üç farklı derin öğrenme modeli, MobileNetV2, ResNet18 ve EfficientNetB1 kullanılmıştır. Bu modeller, yaygın kullanımları, farklı mimari yapıları ve hesaplama gereksinimlerinin çeşitliliği göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Çalışmada, bu modellerin eğitim ve test performansları karşılaştırılmıştır. Deneylerde kullanılan veri seti, Türkiye'deki bir emlak ilan platformundan toplanmış ve gerçek kullanıcılar tarafından yüklenen 6.330 emlak fotoğrafını içermektedir. Görseller manuel olarak "Good" ve "Bad" şeklinde etiketlenmiştir. "Good" sınıfı, yüksek kaliteli görüntülerden oluşurken, "Bad" sınıfı bulanıklık, aşırı karanlık veya aydınlık olması, watermark ya da logo içermesi gibi kaliteyi düşüren faktörlere sahip görselleri içermektedir. Eğitim, doğrulama ve test aşamalarında kullanılan veri dağılımı şu şekildedir: 4.446 görüntü eğitim, 628 görüntü doğrulama ve 1.256 görüntü test için kullanılmıştır. Eğitim sürecinde modellerin kayıp fonksiyonu ve doğruluk metrikleri takip edilerek performansları analiz edilmiştir. Eğitim sürecini hızlandırmak ve genelleme yeteneğini artırmak amacıyla transfer öğrenme yaklaşımı benimsenmiştir. Bu kapsamda, önceden eğitilmiş modellerin ağırlıkları dondurulmuş ve yalnızca çıktı katmanları yeniden eğitilerek özelleştirilmiştir. Test aşamasında modellerin performansını değerlendirmek için ROC eğrisi, precision-recall eğrisi, F1 skoru, histogram ve karmaşıklık matrisi gibi çeşitli metrikler kullanılmıştır. Deneysel sonuçlar, MobileNetV2 modelinin %89 doğruluk oranıyla en iyi performansı sergilediğini ve en düşük kayıp değerine ulaştığını ortaya koymaktadır. ResNet18 ve EfficientNetB1, belirli kalite problemlerine karşı hassasiyet gösterse de genel doğruluk açısından MobileNetV2'nin gerisinde kalmıştır. Analizler, MobileNetV2'nin düşük kaliteli görüntüleri ayırt etmede daha başarılı olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, emlak ilan platformlarında düşük kaliteli görsellerin yüklenmesini önlemeye yönelik bir sistemin temelini oluşturmaktadır. Önerilen model, emlak ilan platformlarında kullanıcıların yükleme aşamasında rehberlik edilmesini sağlayarak kalite kontrol süreçlerini otomatik hale getirebilir.

Böylece yalnızca yüksek kaliteli görsellerin paylaşılması sağlanarak kullanıcı deneyimi iyileştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Görsel kalite değerlendirme, emlak ilanları, derin öğrenme, görüntü sınıflandırma, transfer öğrenme, MobileNetV2, ResNet18, EfficientNetB1, model karşılaştırması.

QUALITY ASSESSMENT OF REAL ESTATE PHOTOGRAPHS: A DEEP LEARNING-BASED APPROACH

ABSTRACT

The quality of visuals in the real estate sector is a critical factor that directly impacts user experience and sales processes. In this study, three different deep learning models—MobileNetV2, ResNet18, and EfficientNetB1—were used to classify the quality of images in real estate listings. These models were selected based on their widespread use, architectural differences, and varying computational requirements. The study compares the training and testing performances of these models. The dataset used in the experiments was collected from a real estate listing platform in Turkey and consists of 6,330 real estate images uploaded by actual users. The images were manually labeled as "Good" or "Bad." The "Good" class includes high-quality images, while the "Bad" class contains images affected by blurriness, excessive darkness or brightness, watermarks, or logos that degrade quality. The dataset was split as follows: 4,446 images for training, 628 images for validation, and 1,256 images for testing.

During training, loss functions and accuracy metrics were monitored to analyze model performance. To accelerate the training process and improve generalization, a transfer learning approach was adopted. Pre-trained model weights were frozen, and only the output layers were re-trained to optimize them for real estate images. In the testing phase, several metrics were used to evaluate model performance, including the ROC curve, precision-recall curve, F1 score, histogram, and confusion matrix. Experimental results show that the MobileNetV2 model achieved the highest accuracy of 89% and the lowest loss value. While ResNet18 and EfficientNetB1 exhibited sensitivity to specific quality issues, they lagged behind MobileNetV2 in overall accuracy. Analyses indicate that MobileNetV2 is more effective in distinguishing low-quality images. This study lays the foundation for a system that prevents low-quality images from being uploaded to real estate listing platforms. The proposed model can guide users during the uploading process, automating quality control. Consequently, only high-quality visuals will be shared on listing platforms, thereby enhancing the user experience.

Keywords: Visual quality assessment, real estate listings, deep learning, image classification, transfer learning, MobileNetV2, ResNet18, EfficientNetB1, model comparison.

1. GİRİŞ

Emlak sektörü, dijitalleşmenin hızla arttığı günümüzde, potansiyel müşterilere ulaşmak için görsellerin kalitesine büyük ölçüde bağımlıdır. Kullanıcılar, emlak ilanlarında gördükleri fotoğraflara dayanarak bir mülk hakkında ilk izlenimlerini oluştururlar. Düşük kaliteli görseller, bir mülkün cazibesini olumsuz etkileyebilir ve kullanıcıların o ilana olan ilgisini azaltabilir. Ayrıca görsel kalitesinin emlak fiyatları üzerindeki etkisi Li ve Chau (2019) tarafından yapılan ampirik bir çalışma ile doğrulanmış ve yüksek kaliteli görsellerin mülk değerini artırdığı gösterilmiştir. Bu nedenle, ilanlarda kullanılan fotoğrafların yüksek kaliteli olması hem satıcılar hem de alıcılar için kritik bir faktördür. İlanlardaki fotoğraf kalitesinin doğrudan satış oranlarına etkisi olduğu yapılan çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (Sharma et al., 2021).

Görsellerin kalite değerlendirmesi, geleneksel olarak manuel inceleme ve insan görüşüne dayalı bir süreçle gerçekleştirilmiştir. Ancak bu yöntem, hem zaman alıcı hem de öznel olmasından dolayı tutarlılık açısından çeşitli problemler doğurabilmektedir. Özellikle büyük emlak platformlarında yüzlerce hatta binlerce görselin sürekli olarak yüklenmesi nedeniyle, manuel kontrol yöntemlerinin uygulanabilirliği son derece sınırlıdır. Bu nedenle, görsel kalite değerlendirme süreçlerinin otomatik hale getirilmesi zorunlu hale gelmiştir.

Son yıllarda yapay zeka ve derin öğrenme tekniklerinin gelişmesiyle birlikte, görsellerin otomatik olarak değerlendirilmesi ve sınıflandırılması mümkün hale gelmiştir (Howard et al., 2017; He et al., 2016; Tan & Le, 2019). Özellikle Convolutional Neural Networks (CNN) tabanlı mimariler, görsellerdeki karmaşık öznitelikleri öğrenerek kaliteyi daha başarılı bir şekilde tahmin edebilmektedir (Kang et al., 2021). Emlak ilanlarındaki görsel kaliteyi değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmalar çeşitli metrikler ve yöntemler kullanmıştır (Kang et al., 2021; Zhang & Wang, 2020; Tang et al., 2019). Ayrıca, kullanıcıların görsel kalitesi yüksek ilanlara daha fazla ilgi gösterdiği çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Sharma et al., 2021). Bu çalışmalarda kullanılan metrikler, emlak ilan platformlarında görsel kalitenin değerlendirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Kang ve arkadaşları (2021), emlak fotoğraflarının kalite değerlendirmesinde derin öğrenme tabanlı bir yaklaşımla yüksek başarı oranlarına ulaşmışlardır. Çalışmalarında, bulanık, düşük çözünürlüklü veya uygun olmayan ışık koşullarında çekilmiş görsellerin doğru bir şekilde sınıflandırılmasını sağlamışlardır. Benzer şekilde, Zhang ve Wang (2020), bulanıklık tespiti için transfer öğrenme tabanlı bir model geliştirmiş ve özellikle ticari sektörlerde düşük kaliteli görsellerin kullanıcı ilgisi üzerindeki olumsuz etkilerini analiz etmişlerdir.

Buna ek olarak, Tang ve meslektaşları (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, emlak ilanlarındaki fotoğrafların kullanıcı etkileşimine etkisi incelenmiştir. Çalışmalarında, düşük

kaliteli görsellerin ilanların tıklanma oranlarını önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir. Profesyonel fotoğrafların kullanımıyla ilanların görünürlüğünün arttığını ve kullanıcıların olumlu geri bildirim sağladığını göstermişlerdir. Bu bulgular, fotoğraf kalitesinin kullanıcı davranışları üzerindeki kritik rolünü açıkça ortaya koymaktadır.

Derin öğrenmenin görsel kalite değerlendirme alanındaki etkisi, özellikle MobileNetV2 (Howard et al., 2017), ResNet18 (He et al., 2016) ve EfficientNetB1 (Tan & Le, 2019) gibi modellerin geliştirilmesiyle önemli ölçüde artmıştır. MobileNetV2, düşük hesaplama maliyeti ve hafif yapısı sayesinde mobil cihazlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. ResNet18 modeli ise katmanların derinliğini artırarak karmaşık desenleri tanıma yeteneğini güçlendirmekte ve çeşitli görsel görevlerde başarılı sonuçlar elde etmektedir. EfficientNetB1 ise model boyutu ile doğruluk arasında denge sağlayan optimize bir mimariye sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, emlak ilanlarında kullanılan görsellerin kalitesini değerlendirmek ve düşük kaliteli fotoğrafları tespit etmek için derin öğrenme modellerinin performanslarını karşılaştırmaktır. Özellikle MobileNetV2, ResNet18 ve EfficientNetB1 modellerinin bu tür görseller üzerinde ne kadar başarılı oldukları analiz edilecektir. Çalışma kapsamında, bu üç farklı modelin eğitim ve test performansları değerlendirilerek hangi modelin en yüksek doğruluk oranına ulaştığı tespit edilecektir. Aynı zamanda, önerilen modelin emlak platformlarında kullanıcı deneyimini iyileştirmek amacıyla nasıl kullanılabileceği üzerinde durulacaktır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Türkiye'de faaliyet gösteren bir emlak ilan platformundan toplanmış ve gerçek kullanıcılar tarafından yüklenen emlak görsellerinden oluşmaktadır. Toplamda 6.330 adet emlak fotoğrafı içeren bu veri seti, görsellerin netliği, ışık dengesi ve watermark içermemesi gibi kriterlere göre manuel olarak etiketlenmiştir. Etiketleme süreci, yazar tarafından doğrudan ve manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Görseller, kalite durumlarına göre iki sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflardan ilki olan Good kategorisi, net ve ışık dengesi sağlanmış görselleri içermektedir. Ayrıca, bu kategoride yer alan görsellerin üzerinde herhangi bir watermark veya logo bulunmamaktadır. Buna karşılık, Bad kategorisi; bulanık, aşırı karanlık veya aydınlık olan ve üzerinde watermark ya da logo bulunan görsellerden oluşmaktadır. Veri seti, eğitim, doğrulama ve test olmak üzere üç alt kümeye ayrılmış, Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Veri setinin sınıf dağılımı

Sınıf	Tanım	Görüntü Sayısı
Good	Net, ışık dengesi sağlanmış, watermark içermeyen görseller	2223
Bad	Bulanık, aşırı karanlık veya aydınlık, watermark veya logo içeren görseller	2223

Bu dağılım, modelin genelleme yeteneğini artırmak amacıyla özellikle belirlenmiştir. Eğitim verisi, modelin öğrenme sürecini gerçekleştirdiği ana bölümü temsil ederken, doğrulama verisi modelin optimizasyon sürecinde kullanılmaktadır. Test verisi ise modelin nihai başarı oranını belirlemek için ayrılmıştır.

Veri setinin tamamen manuel olarak etiketlenmiş olması, çalışmanın güvenilirliğini artırmakta ve eğitilen modellerin doğru sınıflandırma yapma yeteneklerini daha objektif bir şekilde değerlendirmeyi sağlamaktadır.

Aşağıdaki Şekil 1'de veri setinde bulunan "Good" ve "Bad" sınıflarına temsilen örnek görüntüler verilmiştir.

Şekil 1. Veri seti örnek görüntüleri

Veri seti, eğitim, doğrulama ve test olmak üzere üç alt kümeye ayrılmıştır. Dağılım Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Veri setinin küme dağılımı

Bölüm	Görüntü Sayısı	Yüzdelik Dağılım (%)
Eğitim	4.446	70%
Doğrulama	628	10%
Test	1.256	20%

2.2. Veri Ön İşleme

Görsellerin modellenmeye uygun hale getirilmesi için çeşitli ön işleme adımları uygulanmıştır. Öncelikle, tüm görseller modellerin giriş boyutlarına uygun hale getirilerek 224x224 piksel boyutuna ölçeklendirilmiştir. Daha sonra, piksel değerleri normalize edilerek [0,1] aralığına dönüştürülmüştür. Bu ön işleme adımları, görsel kalite değerlendirme çalışmalarında modellerin performansını artırmak amacıyla yaygın olarak tercih edilmektedir (Zhu ve Milanfar, 2013).

Çalışma sırasında veri artırma teknikleri, eğitim verisinin çeşitliliğini artırmak ve modelin genelleme yeteneğini geliştirmek amacıyla uygulanmıştır. Bu süreçte rastgele döndürme, parlaklık ayarı, kırpma ve yatay aynalama gibi yöntemler kullanılmıştır. Ancak, yapılan denemeler ve gözlemler, bu tekniklerin doğruluk üzerinde anlamlı bir iyileştirme sağlamadığını göstermiştir. Özellikle, eğitim sürecindeki veri artırma işlemleri modelin daha fazla çeşitlilikle karşılaşmasına rağmen, test setindeki performansı önemli ölçüde etkilememiştir. Bu durumun sebepleri arasında, veri setinin zaten yeterince çeşitli görseller içermesi ve kullanılan modellerin bu tür artırma tekniklerine karşı duyarsız kalmış olması yer alabilir. Test veri setinde veri artırma uygulandıktan sonra elde edilen sonuçlar, modelin genelleme yeteneğinin fazla iyileşmediğini ve hatta eğitim sürecinin yavaşladığını göstermektedir.

Aşağıdaki Tablo 3'de, veri artırma sonrasında modelin test veri setindeki performans çıktılarını içeren tablo yer almaktadır.

Tablo 3. Veri artırmanın modellerin performansına etkisi

Model	Doğruluk (%)	AUC	Kayıp (Loss)
Veri Artırma Uygulandı			
MobileNetV2	89.33	0.9427	0.2702
ResNet18	86.14	0.9290	0.3325
EfficientNetB1	86.06	0.9199	0.3342
Veri Artırma Uygulanmadı			
MobileNetV2	89.17	0.9435	0.2720
ResNet18	85.90	0.9271	0.3356
EfficientNetB1	86.38	0.9206	0.3373

Bu nedenle, performansa olumlu bir katkı sunmadığı tespit edilen veri artırma teknikleri eğitim sürecinden çıkarılmıştır.

2.3. Kullanılan Modeller

Bu çalışmada, emlak fotoğraflarının kalitesini belirlemek için üç farklı derin öğrenme modeli kullanılmıştır. Tablo 4'te bu modellerin özellikleri ve avantajları belirtilmiştir.

Tablo 4. Kullanılan derin öğrenme modelleri

Model	**Özellikleri**	**Avantajları**
MobileNetV2	Hafif yapı, düşük parametre sayısı	Mobil ve düşük güç gerektiren uygulamalara uygun
ResNet18	Derin ağ yapısı, daha yüksek parametre sayısı	Karmaşık desenleri tanıma başarısı yüksek
EfficientNetB1	Model boyutu ile doğruluk arasında en iyi denge	Daha düşük hesaplama maliyeti ile yüksek doğruluk

MobileNetV2, düşük hesaplama maliyeti ve hafif yapısı sayesinde mobil cihazlarda yaygın olarak kullanılmakta olup, daha az parametre gerektirmesi avantaj sağlamaktadır (Howard et al., 2017). ResNet18, katmanlar arasında doğrudan bağlantılar sağlayan yapısıyla derin ağlarda yüksek doğruluk oranlarına ulaşabilmektedir (He et al., 2016). EfficientNetB1 ise model boyutu ile doğruluk arasında optimal dengeyi sağlayan bir yapı sunmaktadır (Tan & Le, 2019).
Her modelin eğitim sürecinde gösterdiği performans ve başarı oranları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

2.4. Model Eğitimi

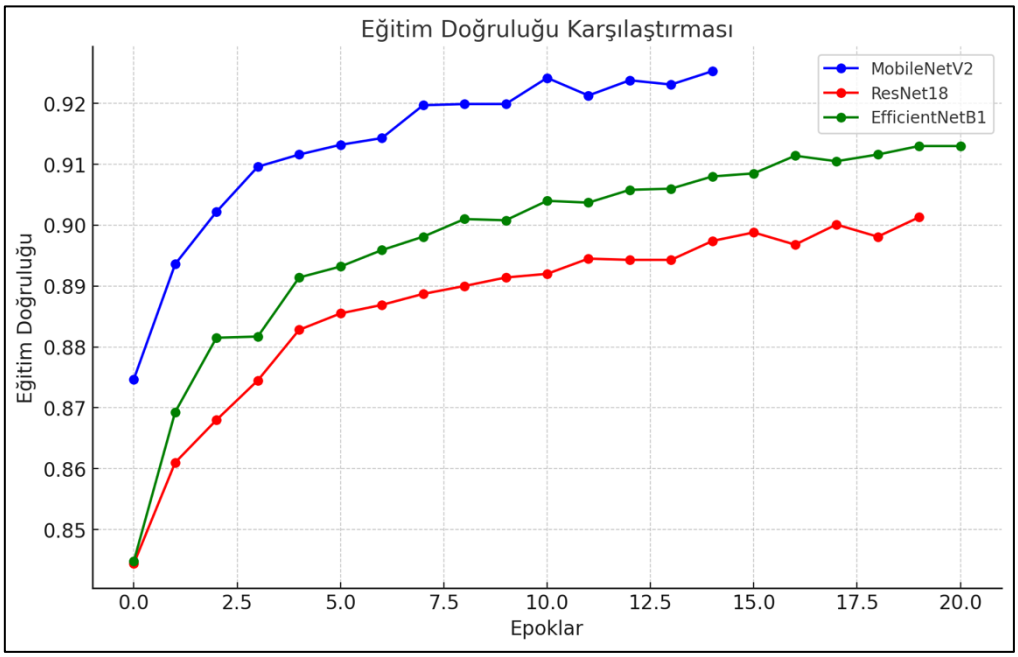
Tablo 5'de Model eğitimi sırasında kullanılan ortak hiperparametreler sunulmuştur.

Tablo 5. Model eğitimi sırasında kullanılan hiperparametreler

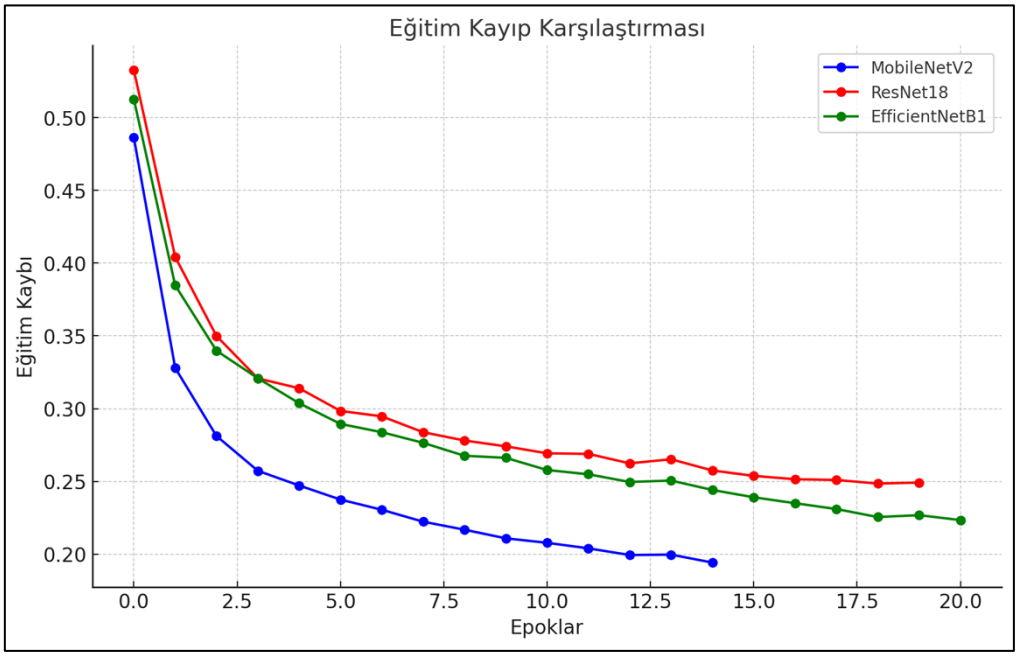
Parametre	Değer
Optimizasyon Algoritması	Adam
Öğrenme Oranı	0.0001
Batch Size	64
Epoch Sayısı	50
Kayıp Fonksiyonu	Binary Cross-Entropy

Modellerin eğitimi sırasında doğruluk ve kayıp değerleri sürekli olarak izlenmiş ve erken durdurma mekanizması kullanılarak overfitting'in önüne geçilmeye çalışılmıştır. Eğitim sürecinde MobileNetV2 modeli daha hızlı öğrenme eğrisi göstermiş, 14. Epok'ta erken durdurma çalışmıştır.

Aşağıda, kullanılan algoritmaların eğitim sürecinde doğruluk ve kayıp değerlerinin değişimini gösteren grafikler bulunmaktadır.



Şekil 2. Eğitim doğruluğu karşılaştırması



Şekil 3. Eğitim kayıp karşılaştırması

2.5. Değerlendirme Metrikleri

Eğitim sonrasında modellerin performanslarını değerlendirmek için kullanılan metrikler ve tanımları aşağıdaki Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Performans metrikleri

Metrik	Tanımı
Doğruluk (Accuracy)	Modelin genel başarı oranını gösterir
Kesinlik (Precision)	Pozitif sınıfın doğru olarak tahmin edilme oranını ifade eder
Geri Çağırma (Recall)	Pozitif sınıfın tamamını doğru tahmin etme oranını gösterir
F1 Skoru	Kesinlik ve geri çağırmanın harmonik ortalamasıdır
ROC Eğrisi & AUC	Modelin farklı eşik değerlerindeki genel başarısını temsil eder

2.6. Deneysel Sonuçlar

Deneysel çalışmalar, üç farklı derin öğrenme modelinin (MobileNetV2, ResNet18 ve EfficientNetB1) performansını karşılaştırmak ve önerilen modele hangisinin daha uyumlu olacağını saptamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Modeller, eğitim, doğrulama ve test setleri üzerinde değerlendirilmiş ve çeşitli metrikler kullanılarak başarıları ölçülmüştür. Değerlendirme sırasında doğruluk, kesinlik, geri çağırma, F1 skoru ve ROC eğrisi gibi metrikler kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında performans çıktısı yüksek olan modelin, gerçek dünya uygulamaları için kullanılabilirliğini test etmek amacıyla "Yüksek Kalite" veya "Düşük Kalite" çıktısı veren bir varyasyonu da geliştirilmiştir. Bu varyasyon, modele tek bir görsel girdisi verilerek çıktı olarak görselin kalitesini sınıflandırmak üzere yapılandırılmıştır. Böylelikle, modelin bir emlak ilan platformunun ilan verme sürecine entegre edilmesi ve gerçek zamanlı görsel kalite değerlendirmesi gerçekleştirmesi mümkün hale gelmiştir.

2.6.1. Model Performans Karşılaştırmaları

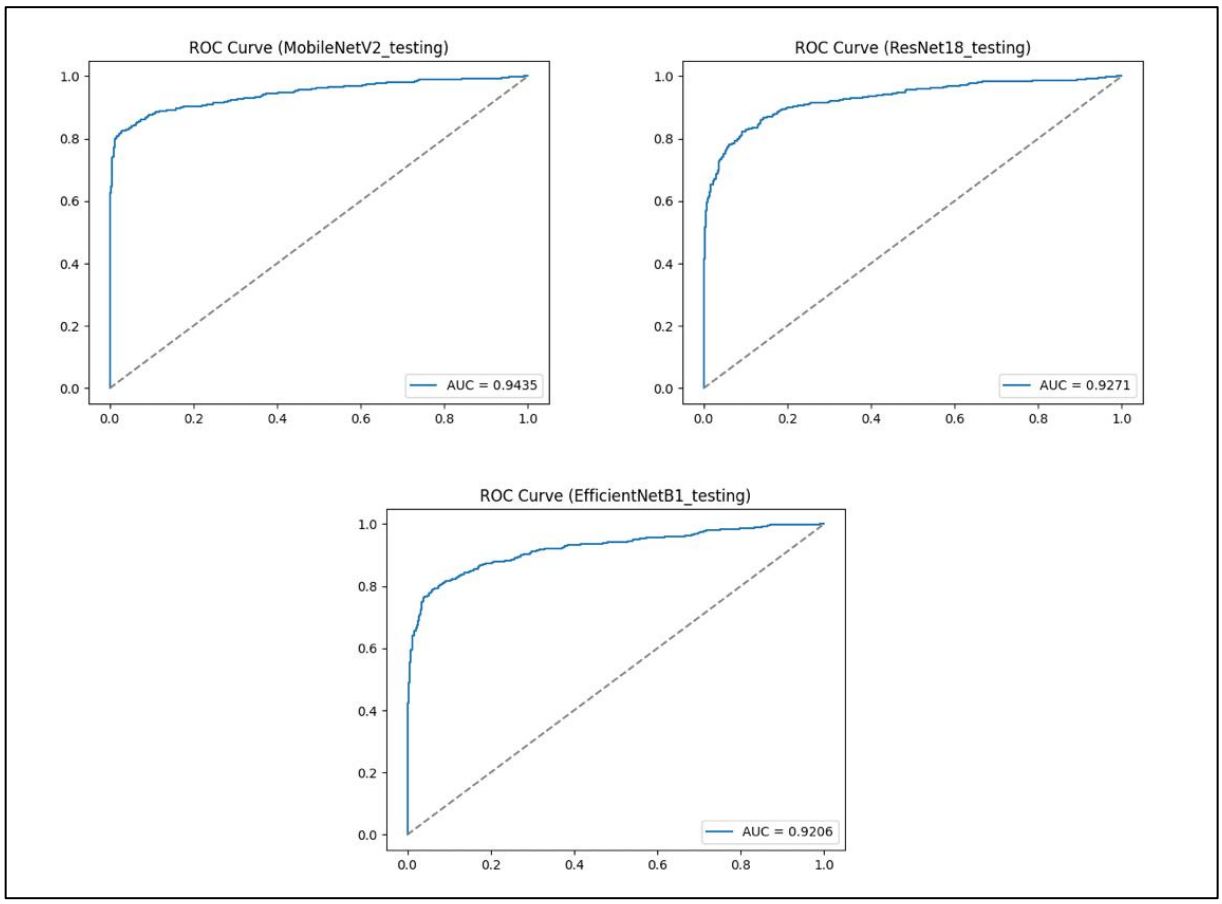
Aşağıdaki Tablo 7'de her üç modelin test çıktılarından doğruluk (accuracy), AUC, kesinlik (precision), geri çağırma (recall) ve F1 skoru değerleri özetlenmiştir. Model değerlendirmeleri, 0.5 eşik değeri kullanılarak yapılmıştır.

Tablo 7. Model performans karşılaştırmaları

Model	Doğruluk (%)	AUC	Precision	Recall	F1 Skoru
MobileNetV2	89.17	0.9435	0.9424	0.8344	0.8851
ResNet18	85.90	0.9271	0.9020	0.8057	0.8511
EfficientNetB1	86.38	0.9206	0.9271	0.7898	0.8530

ROC eğrisi, modellerin sınıflandırma performanslarını çeşitli eşik değerlerinde karşılaştırmak için kullanılmıştır. AUC (Area Under the Curve) değerleri hesaplanarak modellerin genel başarısı ölçülmüştür. Yüksek AUC değeri, modelin yanlış sınıflandırma oranının düşük

olduğunu ve daha iyi ayırt edici güce sahip olduğunu gösterir. Aşağıdaki Şekil 4'te üç modelin ROC eğrisi sunulmaktadır.



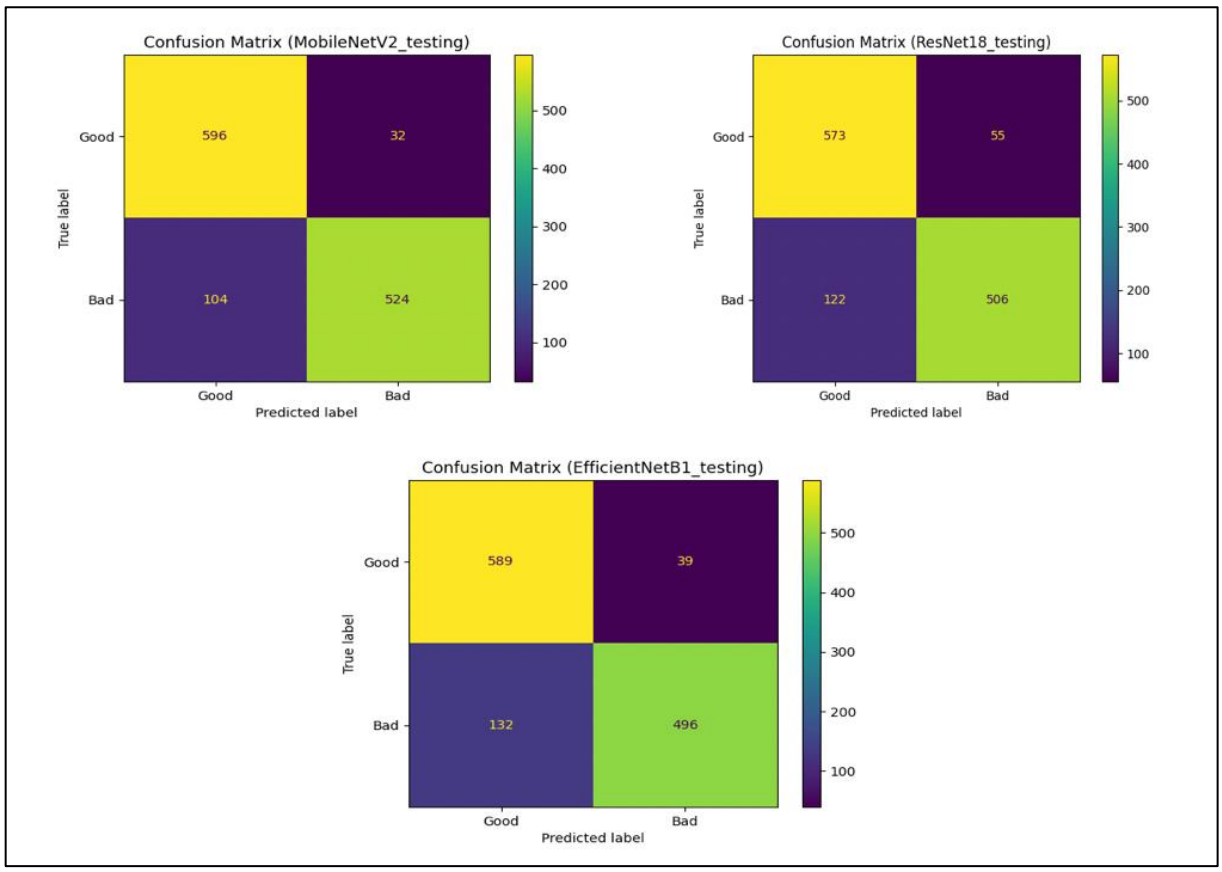
Şekil 4. Modellerin ROC eğrisi grafikleri

Modellerin ROC eğrisi grafiklerine baktığımızda, MobileNetV2'nin, diğer iki modelden yaklaşık %2'lik bir farkla ayrıştığı gözlemlenmektedir. Bu ayrım, MobileNetV2'nin görselleri doğru sınıflandırma konusunda daha yüksek bir ayırt edici güce sahip olduğunu ve sınıflandırma eşik değerlerinde daha etkili bir performans sergilediğini göstermektedir. ROC eğrisindeki bu farklılık, MobileNetV2'nin görsel kaliteyi ayırt etme yeteneğini vurgulamakta ve bu modelin diğer modellere kıyasla daha güçlü bir sınıflandırıcı olduğunu ortaya koymaktadır.

MobileNetV2, optimize edilmiş yapısı ve daha düşük parametre sayısı ile diğer modellere kıyasla test verisetinde daha yüksek doğruluk (%89.17) ve AUC (0.9435) skorlarına ulaşmıştır. Benzer şekilde, Trulia (t.y.) tarafından yürütülen çalışmada da MobileNetV2 gibi hafif ve verimli modellerin emlak ilanlarında kullanılan 'kahraman' görsellerin otomatik seçiminde başarılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Precision (Kesinlik) 0.9424, Recall (Geri Çağırma) 0.8344 ve F1 Skoru 0.8851 ile dengeli ve güçlü bir performans sergileyerek, çeşitli metriklerde yüksek sonuçlar elde etmiştir. ResNet18, MobileNetV2'ye kıyasla biraz daha düşük doğruluk

oranı (%86) ve AUC (0.9271) skoruna sahip olmakla birlikte, Precision (0.9020) ve Recall (0.8057) arasındaki dengeyi iyi bir şekilde kurarak F1 Skoru (0.8511) ile de tatmin edici sonuçlar elde etmiştir. EfficientNetB1, yüksek Precision (0.9271) ve F1 Skoru (0.8530) ile güçlü bir performans sergileyerek MobilenetV2 yi takip etmiştir, ancak Recall değerinde (0.7898) diğer iki modelin gerisinde kalmıştır.

Aşağıdaki Şekil 5'te, modellerin test setindeki gerçek ve tahmin edilen değerlerini içeren karmaşıklık matrisleri gösterilmiştir.



Şekil 5. Modellerin karmaşıklık matrisleri

Karmaşıklık matrisleri incelendiğinde, MobileNetV2 modelinin hem iyi (Good) hem de kötü (Bad) kalitedeki fotoğrafları doğru sınıflandırmada diğer modellere göre daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. MobileNetV2 modeli, "Good" sınıfında 628 fotoğraftan 596 tanesini doğru sınıflandırmış ve yalnızca 32 hata yapmıştır. "Bad" sınıfında ise 628 fotoğraftan 524 tanesini doğru sınıflandırırken 104 yanlış sınıflandırma gerçekleştirmiştir. ResNet18 modeli, MobileNetV2'ye kıyasla biraz daha yüksek hata oranıyla toplamda daha fazla yanlış sınıflandırma yapmıştır. EfficientNetB1 ise özellikle "Bad" sınıfındaki doğru tahmin sayısının düşük olması nedeniyle diğer iki modelin gerisinde kalmıştır. Bu sonuçlar, MobileNetV2'nin hem düşük kaliteli hem de yüksek kaliteli görselleri ayırt etmede dengeli bir performansa sahip olduğunu ve önerilen sınıflandırma görevinde en başarılı model olduğunu doğrulamaktadır.

3. SONUÇ

Bu çalışma, emlak ilanlarında kullanılan görsellerin kalitesini değerlendirmek ve düşük kaliteli fotoğrafları tespit etmek amacıyla üç farklı derin öğrenme modelini karşılaştırmıştır: MobileNetV2, ResNet18 ve EfficientNetB1. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, MobileNetV2 modelinin %89.17 doğruluk oranı ile en iyi performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Bu model, düşük hesaplama maliyeti ve hızlı öğrenme eğrisi sayesinde diğer modellere kıyasla daha verimli sonuçlar sağlamıştır. ResNet18 ve EfficientNetB1 modelleri de başarılı sonuçlar vermiştir; ancak, bu modellerin hesaplama maliyetleri daha yüksek olup, doğruluk oranları MobileNetV2'nin gerisinde kalmıştır. EfficientNetB1, parametre verimliliği açısından avantaj sağlasa da genel doğruluk oranı bakımından daha düşük performans göstermiştir. ResNet18 ise derin yapısı sayesinde daha karmaşık desenleri öğrenmede başarılı olmasına rağmen, işlem süresi açısından daha maliyetlidir.

Ayrıca, MobileNetV2 modelinin girdi olarak tek bir görseli alıp "Yüksek Kalite" veya "Düşük Kalite" şeklinde sınıflandırma yapabilen bir varyasyonu geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, modelin bir emlak ilan platformunun ilan verme sürecine entegre edilmesini mümkün kılmakta ve gerçek zamanlı olarak kullanıcının yüklediği görselleri değerlendirme sürecine katkı sağlamaktadır. Böylelikle, kullanıcılar ilanlarını yüklerken düşük kaliteli görsellerin anında tespit edilmesi sağlanabilir ve platform üzerinde sunulan görsellerin genel kalitesi artırılabilir.

Bu çalışma, emlak ilan platformlarında düşük kaliteli görsellerin otomatik olarak tespit edilmesini sağlayabilecek bir sistemin temelini oluşturmaktadır. Gelecek çalışmalar, daha büyük ve çeşitli veri setleri kullanarak modelin genelleme yeteneğini artırmaya ve farklı görüntü kalitesi kriterleri üzerinde performansını geliştirmeye odaklanabilir. Ayrıca, kullanıcı deneyimini iyileştirmek amacıyla bu tür modellerin uygulamalara entegrasyonu üzerinde de çalışılabilir.

4. KAYNAKÇA

1. Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., & Adam, H. (2017). MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. arXiv preprint arXiv:1704.04861.
2. He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) (pp. 770-778). IEEE.
3. Tan, M., & Le, Q. (2019). EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. In Proceedings of the International Conference on Machine Learning (ICML) (pp. 6105-6114). PMLR.
4. Kang, L., Lu, X., Li, Y., & Wang, J. (2021). A deep learning approach to real estate image quality assessment. IEEE Transactions on Image Processing, 30, 2003-2015.

5. Zhang, W., & Wang, Q. (2020). Blurriness detection in real estate images using transfer learning. Journal of Visual Communication and Image Representation, 65, 102659.
6. Tang, Y., Liu, C., & Wang, S. (2019). The impact of image quality on user engagement in real estate listings. In Proceedings of the 27th ACM International Conference on Multimedia (pp. 1231-1239).
7. Sharma, P., Gupta, R., & Verma, S. (2021). Influence of property images on buyer decision-making in online real estate platforms. Journal of Real Estate Research, 43(2), 235-260.
8. Li, H. ve Chau, K. W. (2019). The impact of image quality on real estate prices: An empirical study. Journal of Real Estate Finance and Economics, 59(2), 202-225. https://doi.org/10.1007/s11146-018-9669-9
9. Zhu, X. ve Milanfar, P. (2013). Automatic image quality assessment using a deep CNN. IEEE Transactions on Image Processing, 22(12), 4728-4741. https://doi.org/10.1109/TIP.2013.2277814
10. Trulia. (t.y.). Derin öğrenme ile kahraman görüntülerin seçimi. Trulia Emlak Blogu. Erişim tarihi: 4 Nisan 2025, https://www.trulia.com/blog/tech/selecting-hero-images-with-deep-learning/

ARTIFICIAL PRECIPITATION

Mine Tulin ZATEROGLU
Cukurova University, AOSB Vocational School of Technical Sciences, Department of Electrical and Energy, 01330 Sarıçam, Adana
ORCID: 0000-0002-1050-6174
H. Mustafa KANDIRMAZ
Cukurova University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Physics, 01330 Sarıçam, Adana
ORCID: 0000-0003-3255-1299

ABSTRACT

Freshwater comes from the atmosphere as precipitation whether above or below ground. In the last decades, demand in water has increased especially in arid areas due to climate change and growth in population. As a solution, to enchance the water resource, Artificial Precipitation has been evaluated as a method in recent years. The term, Artificial Precipitation is also called as cloud seeding. Cloud seeding is based on altering the microphysical structure of clouds, which are characterized by phase and colloidal instability, using reagents with specific physical and chemical properties. To apply these concepts, substances with strong ice-forming abilities in supercooled cloud environments, such as ice-forming aerosols and cooling agents, are typically used as reagents. Cloud seeding is also determined as a weather modification's form. It changes the precipitation's type and amount by releasing substances to air. These substances act as ice nuclei or cloud condensation nuclei that change the microphysical operations in the clouds. In general, some chemicals i.e. silver iodide and dry ice are commonly utilized in cloud seeding. Cloud seeding is used in many ways such as to evaporate the fog, and to inrease the precipitation. Furthermore, there are commonly used two weather modification methods, such as dynamic and physical, that proposed by researchers. In dynamic method, meteorological conditions such as the temperature's vertical structure, the temperature of cloud, the vertical velocity, are changed wheras the concentrations of ice nuclei or cloud condensation nuclei in phycical method.

Keywords: Artificial Precipitation, Climate, Atmosphere, Cloud Seeding

YAPAY YAĞIŞ

ÖZET

Tatlı su, yer üstünde veya altında olsun, atmosferden yağış olarak kaynaklanır. Son yıllarda, özellikle kurak bölgelerde iklim değişikliği ve nüfus artışı nedeniyle suya olan talep artmıştır. Bir çözüm olarak, su kaynağını iyileştirmek için, Yapay Yağış son yıllarda bir yöntem olarak değerlendirilmiştir. Yapay Yağış terimi, bulut tohumlaması olarak da adlandırılır. Bulut tohumlaması, faz ve kolloidal kararsızlık ile karakterize edilen bulutların mikrofiziksel yapısını, belirli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip reaktifler kullanarak değiştirmeye dayanır. Bu kavramları uygulamak için, aşırı soğutulmuş bulut ortamlarında güçlü buz oluşturma yeteneklerine sahip maddeler, örneğin buz oluşturan aerosoller ve soğutma maddeleri, genellikle reaktif olarak kullanılır. Bulut tohumlaması ayrıca bir hava değişikliğinin biçimi olarak belirlenir. Havaya maddeler salarak yağışın türünü ve miktarını değiştirir. Bu maddeler, bulutlardaki mikrofiziksel işlemleri değiştiren buz çekirdekleri veya bulut yoğunlaşma çekirdekleri gibi davranır. Genel olarak, gümüş iyodür ve kuru buz gibi bazı kimyasallar bulut tohumlamada yaygın olarak kullanılır. Bulut tohumlama, sis buharlaştırma ve yağışı artırma gibi birçok şekilde kullanılır. Ayrıca, araştırmacılar tarafından önerilen dinamik ve fiziksel olmak üzere yaygın olarak kullanılan iki hava modifikasyon yöntemi vardır. Dinamik yöntemde, sıcaklığın dikey yapısı, bulutun sıcaklığı, dikey hız gibi meteorolojik koşullar değiştirilirken, fiziksel yöntemde buz çekirdeklerinin veya bulut yoğunlaşma çekirdeklerinin konsantrasyonları değiştirilir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Yağış, İklim, Atmosfer, Bulut Tohumlama

ATMOSPHERIC RIVERS

Mine Tulin ZATEROGLU
Cukurova University, AOSB Vocational School of Technical Sciences, Department of Electrical and Energy, 01330 Sarıçam, Adana
ORCID: 0000-0002-1050-6174
H. Mustafa KANDIRMAZ
Cukurova University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Physics, 01330 Sarıçam, Adana
ORCID: 0000-0003-3255-1299

ABSTRACT

An atmospheric river is characterized by long, narrow corridors of moisture transport in the lower troposphere, operating on a mesoscale to synoptic scale. Atmospheric rivers play a crucial role in Earth's hydrological cycle, affecting both ocean basins and landmasses. Atmospheric rivers are a weather phenomenon that delivers large amounts of atmospheric moisture and strong winds within a relatively narrow area. Atmospheric rivers are a unique meteorological pattern that significantly impact the human inhabitability, ecosystem, climate, and Earth's weather. Atmospheric rivers account for over 90% of the water vapor transport toward the poles beyond roughly 30° latitude. Atmospheric rivers refer to transient corridors of intensified horizontal moisture transport in the lower troposphere, characterized by their narrow and elongated structure. Atmospheric rivers are linked to precipitation, flooding, drought, and can even influence global and regional climate feedback. In addition, atmospheric rivers trigger extreme weather events, including heavy rainfall and strong winds. In certain regions, intense atmospheric rivers are linked to extreme precipitation up to 95% of the time and wind extremes up to 75% of the time. Consequently, atmospheric rivers have significant socioeconomic effects. Atmospheric rivers are a key element of the hydrological cycle, transporting water vapor from warm mid- and low-latitude regions to colder high-latitude areas, often bringing intense precipitation, including both snowfall and rainfall.

Keywords: Atmospheric River, Climate, Atmosphere, Precipitation

ATMOSFERİK NEHİRLER

ÖZET

Atmosferik nehir, alt troposferde mezoskaladan sinoptik ölçeğe kadar uzanan uzun ve dar nem taşıma koridorlarıyla karakterize edilir. Atmosferik nehirler, hem okyanus havzalarını hem de kara kütlelerini etkileyerek Dünya'nın hidrolojik döngüsünde önemli bir rol oynar. Atmosferik nehirler, nispeten dar bir alanda büyük miktarda atmosferik nem ve kuvvetli rüzgarlar sağlayan bir hava olayıdır. Atmosferik nehirler, insan yaşanabilirliğini, ekosistemi, iklimi ve Dünya'nın havasını önemli ölçüde etkileyen benzersiz bir meteorolojik modeldir. Atmosferik nehirler, yaklaşık 30° enleminin ötesinde kutuplara doğru su buharı taşınmasının %90'ından fazlasını oluşturur. Atmosferik nehirler, dar ve uzun yapılarıyla karakterize edilen alt troposferde yoğunlaştırılmış yatay nem taşımasının geçici koridorlarını ifade eder. Atmosferik nehirler yağış, sel, kuraklık ile bağlantılıdır ve hatta küresel ve bölgesel iklim geri bildirimini etkileyebilir. Ek olarak, atmosferik nehirler yoğun yağış ve kuvvetli rüzgarlar gibi aşırı hava olaylarını tetikler. Belirli bölgelerde, yoğun atmosferik nehirler zamanın %95'ine kadar aşırı yağışa ve zamanın %75'ine kadar aşırı rüzgarlara bağlıdır. Sonuç olarak, atmosferik nehirlerin önemli sosyoekonomik etkileri vardır. Atmosferik nehirler, su buharını sıcak orta ve düşük enlem bölgelerinden daha soğuk yüksek enlem bölgelerine taşıyarak hidrolojik döngünün temel bir unsurudur ve genellikle hem kar hem de yağmur gibi yoğun yağış getirir.

Anahtar Kelimeler: Atmosferik Nehir, İklim, Atmosfer, Yağış

THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF THE Co/n-Si SCHOTTKY DIODE DEPENDING ON GIEMSA DYE AND GIEMSA:AU NANOPARTICLE INTERLAYERS UNDER THE ILLUMINATION AND DARK CONDITIONS

Hatice KAÇUŞ
Ardahan University, Engineering Faculty, Department of Electrical and Electronics Engineering,75002, Ardahan, Turkey
ORCID: 0009-0005-9425-2157

ABSTRACT: The aim of this study is to investigate the effect of Giemsa dye and Giemsa:Au nanoparticles (NPs) on the electrical properties of Co/n-Si diode in dark and illumination conditions. Co/Giemsa/n-Si/Al and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si/Al Schottky diodes were fabricated using Giemsa and Giemsa: Au NPs interface material. The voltage (V)-dependent current (I) measurements were performed depending on the environmental conditions of these diodes. Various junction parameters such as junction resistance (R_j), barrier height (Φ_b), and ideality factor (n) values were determined from I-V characteristics by thermionic emission (TE). The results revealed that the junction parameters were strong function of the interfaces and environmental conditions. The Co/Giemsa/n-Si and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si/Al Schottky diodes can be improved for photodiodes and switching applications.

Keywords: Schottky diodes; giemsa; Au nanoparticle; barrier height; inhomogeneity

1. INTRODUCTION

Metal-semiconductor (MS) Schottky contacts are rectifier contacts widely used in modern electronic and optoelectronic applications. MS contacts in the electronics industry are used in many areas such as photo detectors, fast switching circuits, microwave diodes, field effect transistors, solar cells and gas sensors. Since Schottky contacts are an important component of electronic devices, it is very important to understand and describe their electrical properties. Therefore, many theoretical and experimental studies have been conducted on MS structures in recent years. The configuration, performance and safety of a Schottky contact are significantly affected by the quality of the MS interface. If the Schottky contact is not well manufactured, the formation of an insulating layer at the MS interface is inevitable [1,2]. It is possible to go down to low dimensions where quantum effects can be seen thanks to the junctions made with different types of semiconductors. Heterostructures, which can be used to make efficient and fast circuit elements, are widely used in electronic and optoelectronic applications. These structures are used especially in the production of fast transistors, quantum well lasers, efficient solar cells, light modulation, waveguides and DBR mirrors [3]. In this study, n-Si

semiconductor, Giemsa dye and Au nanoparticles material were used in diode fabrication. Dye-based organic materials are much more advantageous in optical, electrical, and thermal applications compared to inorganic materials in terms of low cost, easy preparation, and use in flexible electronics [4]. Giemsa dye is a mixture of methylene blue, Azure B, and eosin dyes that stand out with their interesting electrical and optical properties [5]. Moreover, since it has good photothermal stability and strong optical absorption in the ultraviolet (UV)-visible region, It can also be used as an interlayer of metal-semiconductor heterostructures to control electrical behaviors [6]. In this article, Giemsa dye and Giemsa:Au NPs were used as interfacial layer between Co and n-Si, and also Co/Giemsa/n-Si/Al and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si/Al diodes were characterized by I-V measurements depending on environmental conditions to find out electrical properties for optoelectronic applications.

2. MATERIALS AND METHODS

In this study, Giemsa dye and Au nanoparticles material was purchased from Sigma-Aldrich company. In the production phase of the diode, firstly the chemical impurities on the n-Si crystals were cleaned. RCA1 and RCA2 solutions were used for this cleaning, respectively [6]. The matte surface of the cleaned n-Si crystal was coated with Al metal using a thermal evaporation unit (approximately 10^{-5} Torr pressure). In the annealing oven, these samples were annealed in a nitrogen gas environment at 450 °C for 15 minutes. Thus, Co/n-Si ohmic contacts were produced. The Giemsa dye and Giemsa:Au nanoparticles (NPs) were coated on the thin surface of the n-Si crystal by the spin coating method (3000 rpm, 30 s). The pieces were transferred back to the thermal evaporator to obtain metallic or Schottky contact on the Giemsa layer with the hole array mask which have 7.85×10^{-3} cm^2 hole areas. Thus, Co/Giemsa/n-Si/Al and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si/Al diodes were produced. The schematic diagram of Co/Giemsa/n-Si/Al diode is given in Figure 1.

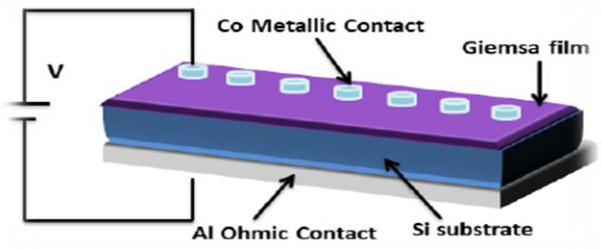


Fig. 1. Schematic diagram of Co/Giemsa/n-Si/Al diodes

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

The lnI -V plots of the Co/n-Si, Co/Giemsa/n-Si and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si diodes have been shown in Fig. 2(a,b) for dark environmental conditions. The Co/Giemsa/n-Si and Co/Giemsa:Au NPs diodes can be used as photodiode at reverse biases due to increasing current as a result of illumination conditions [7]. The diodes also showed good rectifying behavior and rectification ratio (RR) values were calculated ±1V and the changes in the n and Φ_b values of the diodes with environmetal are given in Table 1. The rectification ratio (RR) of the Co/n-Si, Co/Giemsa/n-Si and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si diodes were determined as 1582, 308 and 680 under the dark condition, 165, 13 and 40 under the light condition, respectively from I-V plots. In addition, Giemsa and Giemsa:Au NPs have a positive effect on the interface, as can be seen from the I-V measurements at room temperature of devices with and without interfaces. For example, while the ideality factor values were 4.09 and 2.27 at 300 K for the device with Giemsa and Giemsa:Au NPs , it was calculated as 3.14 for the device without Giemsa. This can be explained by the passivation at the interface or the restructuring of the interface states [8]. In forward bias, thermionic emission current and saturation current expressions can be written as Eq 1 and Eq 2 [9].

$$I=I_0\,[exp\,((V-IR_s)/nkT-1)] \quad \textbf{(1)}$$

$$I_0=AA^*T^2 exp\,(-q\Phi_b/kT) \quad \textbf{(2)}$$

Here; q is the charge of the electron, k is the Boltzmann constant, T is the absolute temperature in Kelvin, A is the diode area, A^* is the Richardson constant and 112 A/cm^{2}K^2 for n-Si, Φ_{b0} is the barrier height, n is the ideality factor. The I_0 value is used to determine the barrier height of the Schottky diode and the I_0 value is determined from the point where the ln I-V graph intersects the axis at V= 0 in the direct bias section. If Eq 2 is rewritten, Eq 3 is obtained for the barrier height expression.

$$q\Phi b=(AA^*T^2/I0) \quad \textbf{(3)}$$

The ideality factor (n) is found from the slope of the linear part of the ln I-V graph in the direct feed region and is given by the expression Eq.4.

$$n=(q/kT)\,dV/d(lnI) \quad \textbf{(4)}$$

Table 1: The calculated device parameters Co/n-Si, Co/Giemsa/n-Si and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si diodes for the TE theory and rectification ration under the dark and illumination conditions.

Device Structure	Tem (K)	I-V (dark)		I-V (illumination)		Rectification ratio (RR)	
		n	Φ_b (eV)	n	Φ_b (eV)	dark	illumination
Co/n-Si	300	3.14	0.74	2.02	0.81	1582	165
Co/Giemsa/n-Si	300	4.09	0.51	4.26	0.65	308	13
Co/Giemsa:Au NPs/n-Si	300	2.27	0.72	2.09	0.76	680	40

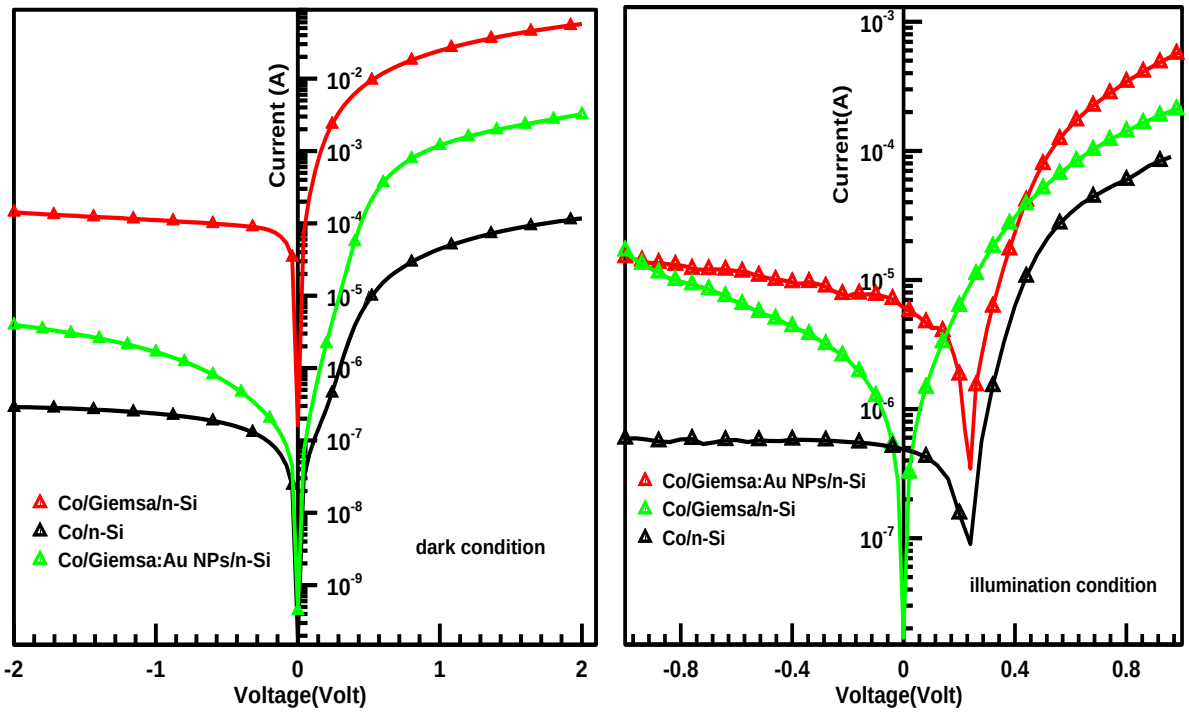


Fig.2 The lnI -V plots of the Co/n-Si, Co/Giemsa/n-Si and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si diodes under the dark and illumination condition.

Junction resistance (Rj) describes diodes of whole resistance. The R_j can be obtained by formula of $R_j = dV/dI$ from I-V measurements [10]. While the shunt resistance (R_{sh}) is calculated from reverse bias region, series resistance (R_s) is calculated from forward bias region in the R_j-V plots. The R_{sh} can be explained with contact-semiconductor and changes interface, Rs give information about interfacial layer resistance [11]. The levels of R_{sh} and R_s values are 10^7 and 10^4 Ω at the dark condition and the levels R_{sh} and R_s values are 10^6 and 10^4 Ω at the illumination condition. These levels are good for an electronic device [10,11]. Fig. 3 displays R_j versus voltage plots of the Co/n-Si, Co/Giemsa/n-Si and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si diodes for changing

device structure.The R_j values decreased with using interfacial layer almost periodically due to increasing current especially at reverse biases.

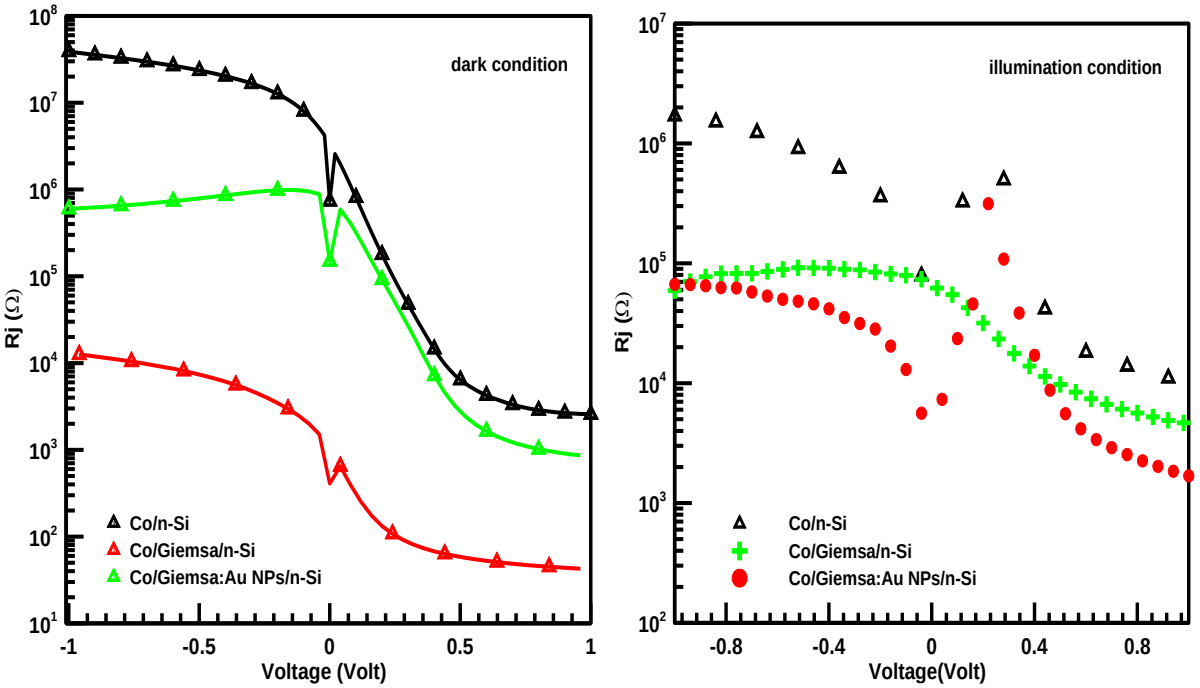


Fig.3 Rj–V plots of the of the Co/n-Si, Co/Giemsa/n-Si and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si diodes under the dark and illumination condition.

4. CONCLUSIONS

We used Giemsa dye and Giemsa:Au NPs for interlayer film structure between Co and n-type silicon to fabricate Co/Giemsa/n-Si and Co/Giemsa:Au NPs/n-Si diodes. The I-V was used to determine ideality factor, barrier height and junction resistance under the dark and illumination. The ideality and barrier height values changed with environmental conditions and interfacial layer. The results highlight the photovoltaic sensor behavior of these diodes. These diodes can be improved for thermal sensing as well as switching applications.

REFERENCES

[1] Osvald, J. (2022). Intersection of 4H-SiC Schottky diodes *I-V* curves due to temperature dependent series resistance, Semiconductor Science and Technology, 37, 12, 2022**, doi:** 10.1088/1361-6641/ac9859

[2] Duman, S., Gurbulak, B., Şata, M. (2022). Analysis of temperature dependent current-voltage characteristics of Sn/*p*-GaTe/In Schottky diode, Optical Materials, 125, 2022, https://doi.org/10.1016/j.optmat.2022.112138.

[3] Ertap, H., Kacus, H., Aydogan, S., Karabulut, M. (2020). Analysis of temperature dependent electrical characteristics of Au/GaSe Schottky barrier diode improved by Ce-doping, Sensors and Actuors A-Physical, 315, 112264, 2020, http://dx.doi.org/10.1016/j.sna.2020.112264.

[4] Biber, M., Aydoğan, S., Caldiran,Z., Cakmak, B., Karacali, T., and A. Turut, (2017).The influence of annealing temperature and time on the efficiency of pentacene: PTCDI organic solar cells," Results Phys., vol. 7, pp. 3444–3448, 2017, doi: 10.1016/j.rinp.2017.09.014.

[5] Yilmaz, M., Kocyigit, A., Aydogan, S., Incekara, U., Sahin, Y., and Kacus, H., (2020). Influence of illumination intensity on electrical characteristics of Eosin y dye-based hybrid photodiode: Comparative study, Appl. Phys. A, Solids Surf., vol. 126, no. 10, pp. 1–12, Sep. 2020, doi: 10.1007/s00339-020-03828-4.

[6] Al-Saidi, I. A.-D.-H. A. and Abdulkareem, S. A.-D. (2016). Nonlinear optical properties and optical power limiting effect of Giemsa dye, Opt. Laser Technol., vol. 82, pp. 150–156, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.optlastec.2016.03.013.

[7] Kacus, H., Yilmaz, M., Incekara, U., Kocyigit, A., and Aydogan, S., (2021). The photosensitive activity of organic/inorganic hybrid devices based on aniline blue dye: Au nanoparticles (AB@Au NPs), Sens. Actuators A, Phys., vol. 330, Oct. 2021, Art. no. 112856, doi: 10.1016/J.SNA.2021.112856.

[8] Kacus, H., Yilmaz, M., Kocyigit, A., Incekara, U., and S. Aydogan, S., (2020). Optoelectronic properties ofCo/pentacene/Si MIS heterojunction photodiode, Phys. B, Condens. Matter, vol. 597, Nov. 2020, Art. no. 412408, doi: 10.1016/j.physb.2020.412408.

[9] Rhoderick, E.H., Williams,R.H., Metale Semiconductor Contacts, vol. 20, Clarandon Press, Oxford University Press, 1988, p. 48. ISBN:9780198593362, 0198593368

[10] Rao L.D., and Reddy, V. R., (2016). Electrical parameters and series resistance analysis of Au/Y/p-InP/Pt Schottky barrier diode at room temperature, in Proc. AIP Conf., 2016, vol. 1731, no. 1, Art. no. 120020, doi:10.1063/1.4948092.

[11] Mayimele, M.A., Diale, M., Mtangi, W., and Auret, F.D., (2015). Temperature dependent current–voltage characteristics of Pd/ZnO Schottky barrier diodes and the determination of the Richardson constant, Mater.Sci. Semicond. Process., vol. 34, pp. 359–364, Jun. 2015, doi:10.1016 /j.mssp. 2015.02.018.

CROSS-LINKING METHODS FOR GRAPHENE AEROGEL SUPERCAPACITOR ELECTRODES SYNTHESIS

Prof. Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL
Karabük University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgy and Materials Science, 78050 Karabük
ORCID: 0000-0003-1546-875X
Prof. Dr. Necmi Serkan TEZEL
Karabük University, Faculty of Engineering, Department of Electric-Electronic Engineering, 78050 Karabük
ORCID: 0000-0002-9452-677X

ABSTRACT

The observed aggregation of layers within polymeric matrices is said to be a result of insufficient dispersion level, mostly due to π-π stacking interactions. The resulting limitations have led to the need to develop three-dimensional (3D) structures of the material, thus enabling extensive use of its inherent properties. Among all these 3D materials, including structures such as aerogels, microporous films, and hydrogels; aerogels appear to show the greatest promise. Graphene aerogel is known to exhibit a naturally occurring high lipophilic state and exhibits persistent superhydrophobic properties. High-temperature annealing process will lead to increased covalently cross-linked materials. It is predicted that higher temperature will break the bonds between carbon and oxygen groups, leading to stronger carbon-carbon bonds. The presence of covalent bonding in aerogels prevents the formation of defects, resulting in higher tensile and compressive strength compared to aerogels without covalent bonding. Cross-linking is a process in which chemical bonds of two or more polymer chains are formed together to develop a 3D network structure, and this 3D structure can improve the mechanical, chemical, electrical and thermal properties of the material. The presence of oxygen-rich functional groups in the basal planes and at the edges of graphene oxide layers makes them very sensitive to experimental conditions, meaning that they can only assemble themselves into a 3D structure when certain conditions are met. Without reinforcement, the mechanical properties of 3D structures are generally poor. This has led to the use of cross-linking agents including polymers, organic molecules, multivalent ions, nanoparticles and bio-macromolecules in the synthesis process. In this study, our aim is to investigate the cross-linking methods for the synthesis and performance improvement of graphene aerogel supercapacitor electrodes and to investigate their contribution to the performance.

Keywords: Supercapacitor, graphene aerogel, cross-linking, conductive polymer

GRAFEN AEROJEL SÜPERKAPASİTÖR ELEKTROT SENTEZİ İÇİN ÇAPRAZ BAĞLAMA YÖNTEMLERİ

ÖZET

Polimerik matrisler içinde tabakaların gözlenen agregasyonunun, çoğunlukla π-π istifleme etkileşimlerinden kaynaklanan yetersiz dağılım seviyesinin bir sonucu olduğu söylenmektedir. Ortaya çıkan sınırlamalar, malzemenin üç boyutlu (3D) yapılarının geliştirilmesi ihtiyacını doğurmuş ve böylece doğal özelliklerinin kapsamlı bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır. Aerojeller, mikro gözenekli filmler ve hidrojeller gibi yapılar da dahil olmak üzere tüm bu 3B malzemeler arasında en büyük vaadi aerojellerin gösterdiği görülmektedir. Grafen aerojelin doğal olarak oluşan yüksek lipofilik bir durum sergilediği ve sürekli süper hidrofobik özellikler gösterdiği bilinmektedir. Yüksek sıcaklıkta tavlama işlemi, kovalent olarak çapraz bağlı malzemelerin artmasına yol açacaktır. Daha yüksek sıcaklığın karbon ve oksijen grupları arasındaki bağları kıracağı ve daha güçlü karbon-karbon bağlarına yol açacağı tahmin edilmektedir. Aerojellerde kovalent bağın varlığı, kusurların oluşmasını engelleyerek, kovalent bağın olmadığı aerojellere kıyasla daha yüksek çekme ve basınç mukavemeti ile sonuçlanır. Çapraz bağlama, iki veya daha fazla polimer zincirinin kimyasal bağlarının bir 3D ağ yapısı geliştirmede birlikte oluşturulduğu bir süreçtir ve bu 3D yapı malzemenin mekanik, kimyasal, elektriksel ve termal özelliklerini geliştirebilir. Bazal düzlemlerde ve grafen oksit tabakalarının kenarlarında oksijen bakımından yüksek fonksiyonel grupların bulunması, onları deneysel koşullara karşı oldukça hassas hale getirmektedir; bu da ancak belirli koşullar sağlandığında kendilerini 3D bir yapıda bir araya getirebilecekleri anlamına gelmektedir. Takviye olmadan, 3D yapıların mekanik özelliklerinin genellikle zayıf olduğu belirtilmektedir. Bu durum, sentez sürecinde polimerler, organik moleküller, çok değerlikli iyonlar, nanopartiküller ve biyo-makromolekülleri içeren çapraz bağlama ajanlarının kullanılmasına yol açmıştır. Bu çalışmada amacımız, grafen aerojel süperkapasitör elektrotların sentezi ve performaslarının iyileştirilmesi için çapraz bağlama yöntemlerini incelemek ve performansa katkısını araştırmaktır.

Anahtar kelimeler: Süperkapasitör, grafen aerojel, çapraz bağlama, iletken polimer

1. GİRİŞ

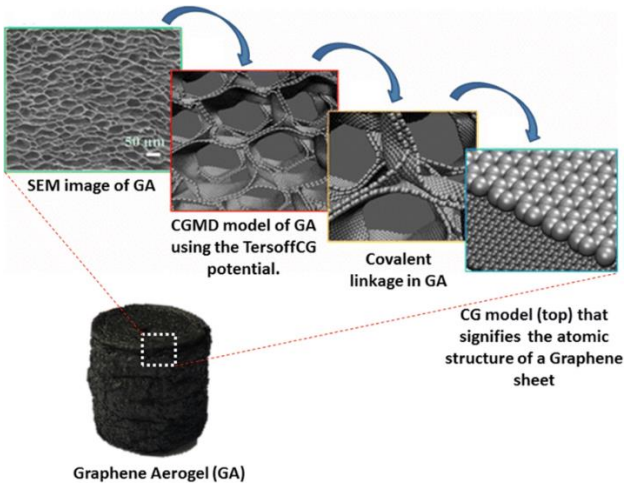
Daha yüksek güç yoğunluğuna, daha uzun kullanım ömrüne ve pillerden daha yüksek hız kapasitesine sahip süperkapasitörler, önemli elektrik enerjisi depolama aygıtlarıdır (Jalal vd., 2021; Gao vd., 2023). Süperkapasitörlerde yüksek özgül kapasitans, iyileştirilmiş elektrot

yüzey alanı ve genellikle metal bazlı malzemeler eklenerek elde edilen diğer özellikler gibi belirli özellikler istenir. Süperkapasitörlerde simetrik elektrot olarak kullanılan karbon bazlı malzemeler, daha yüksek enerji verimlilikleri ve güç yönetimleri nedeniyle daha etkilidir (Liu vd., 2019). Çift katmanlı kapasitörlerin verimliliğinin, karbon bazlı malzemenin yüzey alanındaki değişikliklere ve elektriksel iletkenliğine bağlı olarak değiştiği bulunmuştur (Sheberla vd., 2017). Aktif karbon, nanotüpler veya üç boyutlu grafen gibi gözenekli karbonun süperkapasitörler içinde aktif malzeme olarak kullanılabileceği belirtilmektedir (Lv vd., 2018; Kumar vd., 2021). İyileştirmenin nedeni, alandaki artışın elektrotlar ile elektrolitler içindeki iyonlar arasındaki temasın iyileştirilmesine olanak sağlamasıdır. Bu karbon bazlı sistem ve bazı olumsuzluklar arasında diğer polimerlere veya metal oksitlere kıyasla daha düşük özgül kapasitans gibi önemli zorluklar yer almaktadır. Bu sorunun üstesinden gelmek için kullanılan bir yöntem, iletken polimerlerin karbonla birlikte sentezlendiği kompozit elementlere geçmektir, bu da denge sağlar, sınırlamaları ortadan kaldırır ve özelliklerini iyileştirir ki; enerji depolama kapasitelerine elverişli farklı elektrokimyasal özelliklere sahip iletken polimerlerdir ve bu nedenle süperkapasitör tabanlı uygulamalarda kullanılırlar. Bu kategorideki daha belirgin unsurlardan bazıları, hepsi doğal olarak yüksek iletkenlik seviyeleri sergileyen ve ayrıca geri dönüşümlü redoks reaksiyonuna girme konusunda benzersiz bir yetenek gösteren polianilin (PANI), polipirol (PPy) ve politiyofen gibi elementleri içerir. Bu özellik, polimer ve elektrolit arasındaki arayüzde hızlı ve geri dönüşümlü Faradaik reaksiyonların bir sonucudur ve daha sonra genellikle karbon gibi diğer malzemelerden daha fazla yüksek özgül kapasitansa katkıda bulunur. Ayrıca bu proses kullanılarak yapılan geliştirmenin daha ucuz veya düşük maliyetli olduğu, ayrıca çevre üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı, yani daha sürdürülebilir olduğu belirtilmektedir (Shah vd., 2024).

2. GRAFEN AEROJEL YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

Grafen aerojelinin benzersiz ağ yapısının tanınması, grafen tabakalarının katmanlanmasıyla oluştuğu için son derece önemlidir. Grafen aerojelini bir bütün olarak karakterize eden birleşik özellikler, yapısal düzenlemeleri nedeniyle grafen tabakalarının temel niteliklerinden büyük ölçüde etkilenir ve şekillenir. Grafen tabakalarının içsel özellikleri, grafen aerojelinin genel niteliklerini ve işlevselliğini önemli ölçüde etkiler. Mikroskobik gözlemlere göre, küçük boyutlu taneciklerin sürekli olarak sıkı ve kesintisiz bir duvar yapısı elde etmede zorluklarla karşılaştığı kaydedilmiştir (Şekil 1). Sonuç olarak, duvar yüzeyinin hatalar boyunca üst üste binen çoklu eklemlere sahip olduğu gözlemlenmiştir (Ni vd., 2015). Bu, cam elyaf takviyeli

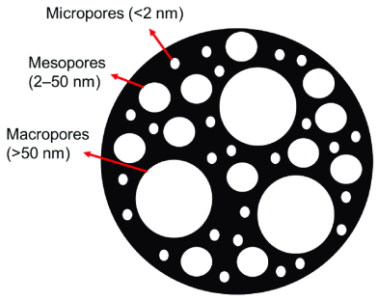
polimer kompozitin azaltılmış bir basınç modülü ve azaltılmış bir akma gerilimi sergileyeceği anlamına gelir.



Şekil 1. Grafen aerojelinin modelleme şeması (Shang vd., 2017).

Minimum 20 µm kalınlığındaki levhalar kullanılarak üretilen grafen aerojel, dikkate değer bir elastikiyete sahiptir ve %80'e kadar bir basınç gerilimine maruz kaldığında bile ilk formunu tamamen geri kazanma yeteneğine sahiptir. Araştırmada gösterilen mekanik özellikler, grafen taneleri arasındaki ilişki nedeniyle ortaya çıkan dikkate değer engelleyici etkiye atfedilebilir. Grafen aerojellerinin özelliklerinin, oksijen içerdiği fonksiyonel grupların varlığından önemli ölçüde etkilendiği söylenmektedir. Grafen aerojeli oluşturmak için tavlama prosedürünü kullanan araştırmada, oksijen gruplarının miktarının azaldığı görülmüştür. Bu azalmanın, malzemenin genel elastikiyetindeki dikkate değer bir gelişmeyle doğrudan orantılı olduğu keşfedilmiştir (Li vd., 2018). Ek olarak, grafen aerojelinin geliştirilmesinde oksijen seviyesini etkili bir şekilde azaltmak için basit bir tavlama işleminin kullanılabileceği kaydedilmiştir. Ayrıca, tabakalar arasındaki ara katman boşluğunu azaltarak daha iyi bağlanmaya olanak tanır (Qiu vd., 2017). Bu, daha düşük yoğunluğa ancak daha yüksek ve iyileştirilmiş mekanik özelliklere sahip bir nihai ürün veya grafen aerojeli malzemesiyle sonuçlanacaktır. Yüksek sıcaklıkta tavlama işleminin kovalent olarak çapraz bağlı malzemelerin artmasına yol açacağı bulunmuştur. Daha yüksek sıcaklığın karbon ve oksijen grupları arasındaki bağları kıracağı ve daha güçlü karbon-karbon bağlarına yol açacağı tahmin edilmektedir. Aerojellerde kovalent bağın varlığı, kusurların oluşmasını engelleyerek, kovalent bağdan yoksun aerojellere kıyasla gelişmiş çekme ve basınç dayanımları ile sonuçlanır. Bu teknik kullanılarak oluşturulan grafen aerojeli %97,58'lik bir gözeneklilik seviyesine sahiptir (dos Santos-Gómez vd., 2021). Mikro

gözenekler, 2 nm'den küçük bir boyuta sahip olanlardır, mezo gözenekler ise 2 ila 50 nm arasındakilerdir ve makro gözenekler ise 50 nm'nin üzerindekilerdir (Yang vd., 2017) (Şekil 2).



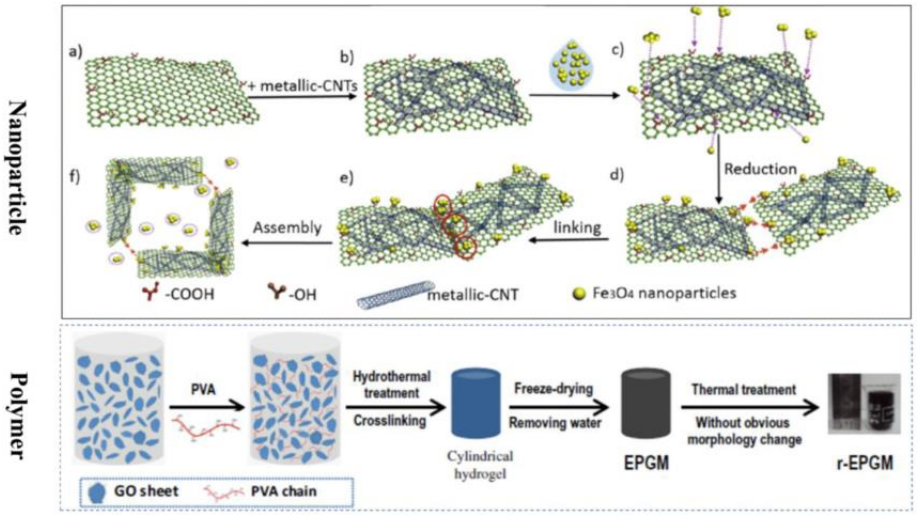
Şekil 2. Hierarchical pore structures (Macchi vd., 2021).

Mezo gözeneklerin varlığının difüzyon direncini azaltmaya yardımcı olduğu ve bunun süper kapasitörün hız kapasitesini artırabileceği söylenmektedir; ayrıca silika nanopartiküller gibi elementler kullanılarak şablon sentezi veya potasyum hidroksit veya karbondioksit kullanılarak aktivasyon süreci kullanılarak da kontrol edilebilir. Mezogözenek yapısının optimize edilmesi, elektrolit iyonlarının elektrot malzemesinde hareket etmesi için verimlilik yolları oluşturduğu için genel iletkenliğin yanı sıra güç yoğunluğunun da iyileştirilmesine olanak tanır (Yang vd., 2017). Mezogözenekli bir ağ olmadan, iyonları yüksek yüzey alanı bölgesinden taşımak zor olurdu ve bu da cihazın verimliliğini ve güç yoğunluğunu engellerdi. Sol-jel kimyası altında, tek tek tabakalar için çapraz bağlama yapılır ve daha sonra süper kritik olarak kurutulur (Worsley vd., 2010). 3D grafen aerojeli, yapı boyunca altıgen bir düzenlemede bağlanmış sp^2 karbon atomlarından oluşur. Yapı içindeki altıgen bağlantılar, iyonun taşınması ve ayrıca grafen tabakalarının kümelenmesini önleme konusunda kritik bir rol oynayan artan yüzey alanları ve daha büyük gözeneklerle sonuçlanır.

3. ÇAPRAZ BAĞLAMA METOTLARI

Çapraz bağlama, iki veya daha fazla polimer zincirinin kimyasal bağlarının 3B ağ yapısının geliştirildiği bir işlemdir (Jing vd., 2022). Daha önce vurgulandığı gibi, 3B yapı malzemenin mekanik, kimyasal, elektriksel ve termal özelliklerini iyileştirebilir. Grafen oksit tabakalarının bazal düzlemlerinde ve kenarlarında oksijen açısından zengin fonksiyonel grupların varlığı, bunları deneysel koşullara karşı oldukça hassas hale getirir; bu da, belirli koşullar karşılandığında kendilerini yalnızca 3B bir yapıda bir araya getirebilecekleri anlamına gelir (Lee vd., 2021). Takviye olmadan, 3B yapıların mekanik özelliklerinin genellikle zayıf olduğu

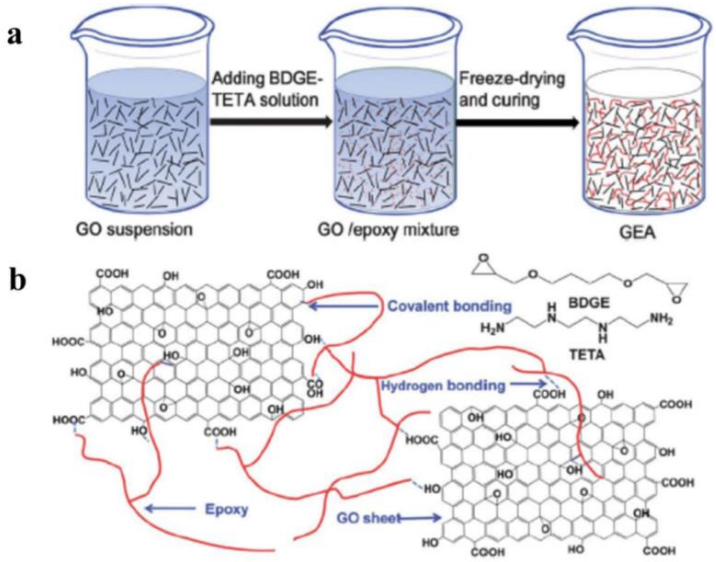
belirtilmektedir (Albarqouni vd., 2022). Bu, sentez sürecinde polimerler, organik moleküller, çok değerlikli iyonlar, nanopartiküller ve biyomakromoleküller dahil olmak üzere çapraz bağlama ajanlarının eklenmesine yol açmıştır (Zakharchenko vd., 2011). Birden fazla çapraz bağlama yöntemi vardır: fiziksel çapraz bağlama ve kimyasal çapraz bağlama yöntemleri. Fiziksel çapraz bağlamanın, bir çapraz bağlayıcı ile birlikte grafen oksit tabakaları için bağlama olduğu söylenmektedir. Bu, esas olarak Şekil 3'de gösterildiği gibi hidrojen bağıyla yapılabilir. Bu işlemde kullanılabilecek birkaç teknik vardır. Bu çalışmada, yüzey desteğinin metalik-karbon nanotüpler (CNT'ler) ağlarının yardımıyla birleştirilmesini ve grafen oksit tabakalarının manyetik nanopartiküllerle hidrojen bağıyla ara yüzey çapraz bağlanmasını vurgulamaktadır (Qin vd., 2019). Ağ yapısının sürekli doğasının mekanik kararlılığı iyileştirmeye yardımcı olduğu ve ayrıca tercih edilen adsorpsiyon bölgelerini iyileştirdiği söylenmektedir. Aynı sonucu elde etmek için polimerlerin eklenmesi de kullanılabilir.



Şekil 3. Fiziksel çapraz bağlama (Jing vd., 2022).

Başka bir çalışmada, polivinil alkolün kullanımı araştırılmıştır (Tao vd., 2014). Aerojel, küçültülmüş veya genişletilmiş gözenekli bir grafen makroform aerojelinin hazırlanmasına izin veren hidrotermal koşullar altında hazırlanmıştır. Aerojelin çeşitli boyutlarda gözeneklere sahip olduğu söylenmektedir. Başka bir çalışmada, üretim yine polivinil alkol ve nanofiberler, Fe_3O_4 nanopartikülleri ve grafen oksit tabakaları gibi diğer bileşenler kullanılarak hidrojen bağına dayanan 3B manyetik grafen oksit kompozit aerojel için gerçekleştirilmiştir (Arabkhani vd., 2020). Kimyasal çapraz bağlamanın, Şekil 4'de gösterildiği gibi kovalent bağlama kullanılarak grafen oksit tabakalarının bağlanması sürecine dayandığı söylenmektedir ve bunun yüksek

düzeyde düzgünlük ve stabilizasyon özelliklerine sahip olduğu söylenmektedir (Zakharchenko vd., 2011).



Şekil 4. Kimyasal çapraz bağlama prosedürü (Jing vd., 2022).

Grafen oksit tabakalarının kendi kendine birleşme ve jelleşme özelliklerinin hem üç değerlikli hem de iki değerlikli iyonların kullanımıyla geliştirildiği belirtilmiştir (Gorgolis & Galiotis, 2017). Bunu başarmak için bir teknik, çapraz bağlı bir grafen oksit-epoksi kompoziti oluşturmaya yardımcı olmak için dondurarak kurutma ve ardından kürlemeyi içeren basit iki adımlı bir işlem kullanmaktır. Bu durumda, epoksi çapraz bağlanabilir polimer olarak işlev görür ve kovalent bağların etkileşimi bağlanma ile sonuçlanır. Bu teknikle üretilen malzemenin daha iyi elastikiyete, üstün termal kararlılığa ve olağanüstü basınç dayanımına sahip olduğu iddia edilmektedir (Ye vd., 2013). Başka bir çalışmada polivinil alkol, selüloz ve grafen kullanılmıştır. Bunlar öncüllerdir ve kovalent çapraz bağlama, bunlar arasındaki kimyasal reaksiyonlar yoluyla elde edilir. Kovalent bağlar, son aerojel içinde üç boyutlu bir ağ yapısı geliştirilerek oluşturulur. Elde edilen aerojelin 12,31 mg/cm^3 gibi düşük bir yoğunluğa sahip olduğu ve en az %80'e kadar sıkıştırılabildiği bulunmuştur (Sun vd., 2023). Yıllar içinde, farklı çalışmalar çapraz bağlama sentezinin ve farklı malzemelerin kullanımını göstermiştir. Kullanılan malzemelerden biri, herhangi bir katkı maddesi veya çapraz bağlayıcı olmadan 3B jel formuna geliştirilebilen poli indol olmuştur. Poli indolün 0,5 A/g akım yoğunluğunda 168 F/g'lik geliştirilmiş bir kapasitansa sahip olduğu söylenmektedir. Poli indolün çapraz bağlama için kullanıldığı söylenmektedir ve PG aerojelinin sonucu, performans ve özelliklerde önemli bir iyileşme göstermektedir (Thadathil vd., 2022). Benzer şekilde, vanadyum oksit, metal

oksitler ve polivinilpirolidon (Yilmaz vd., 2017; Wei vd., 2021; Tran vd., 2016) gibi diğer bileşenler kullanılarak çapraz bağlama elde edilmiştir. Mikro ekstrüzyon baskı için grafen oksit mürekkebi kullanımı da vardır. Katyonların, GEO tabakaları arasında güçlü çapraz bağlama ağları geliştirme sürecinden sorumlu olduğu söylenmektedir. Bunlar, işlem sırasında istenen 3B mimarinin elde edilmesine katkıda bulunur. Buradaki çapraz bağlama, tutarlı bir yapı geliştirmek için grafen oksit tabakalarının katyonlarla kimyasal ve fiziksel bağlanmasıdır (Han vd., 2023). Gözenek boyutu 3-5 nm'de daha küçüktü ve bunun iyon difüzyonunu ve elektrokimyasal performansı iyileştirdiği söyleniyordu. Spesifik kapasitans, standartla karşılaştırıldığında daha yüksek olan 0,25 A/g'de 378 F/g idi ve 8000 döngüden sonra bile kapasitansın %93,7'sini koruyabildi (Tran vd., 2016). CV eğrilerinin neredeyse simetrik ve dikdörtgen olduğu bulundu ve bu, ideal elektriksel çift katmanlı kapasitif karakteristikleri gösteriyordu. Eğri altındaki alanın, daha yüksek şarj depolama kapasitesini gösteren eleman için en büyük olduğu söylendi. GCD eğrileri erken üçgendi ve deşarj süresinin 1 A/g'de daha uzun olduğu bulundu ve bu da yüksek kapasitansı gösteriyordu (Tran vd., 2016).

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Süperkapasitörler, geleneksel pillere kıyasla benzersiz avantajlar sunan enerji depolama teknolojisine olan artan ihtiyaç nedeniyle önem kazanmaktadır. Süperkapasitörlerin birincil gereksiniminin, hızlı enerji patlamaları sağlama ve ayrıca çoklu şarj-deşarj döngüleri boyunca enerjinin verimli bir şekilde depolanması ve serbest bırakılması yeteneklerinden kaynaklandığı söylenmektedir. Grafen, olağanüstü yüksek yüzey alanı, mükemmel elektriksel iletkenlik ve mekanik mukavemet sağlar. Söz konusu özelliklerin süperkapasitör uygulamalarında oldukça kritik ve değerli olduğu bilinmektedir. Çalışmalar ve karşılaştırmalardan, çapraz bağlama yönteminin hidrotermal yöntemle sıklıkla birlikte çalışarak oldukça arzu edilen yüksek özgül kapasitans oluşturduğu ve bunların 1000 F/g aralığının ötesine ulaşırken aynı zamanda yüksek enerji ve güç yoğunluğuna sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sentez üzerine yapılan çalışmalar ayrıca hidrotermal yöntemlerle yeniden başlatma kapasitesinin iyileştiğini, 10.000 döngüden sonra bile yaklaşık %90 artı önemli bir tutma gösterdiğini ortaya koymuştur. Aerojel için gerekli olan GO'nun hazırlanmasında hidrotermal yöntemin yaygın olarak kullanıldığı ve onu en etkili yöntem haline getirdiği ve daha sonra diğer tekniklerle birleştirildiğinde güçlü özelliklere yol açtığı gösterilmiştir. Genel olarak, çalışma, belirli sentezler üzerine yapılan çalışmaların da genellikle aerojelin hazırlanmasında kompozit malzemelerden ve yöntemlerden yararlandığını ve yapının 2B'dan 3B'a kaymasıyla yüzey alanının iyileştiği vurgulanmıştır.

REFERENCES

Albarqouni, Y. M., Lee, S. P., Ali, G. A., Ethiraj, A. S., Algarni, H., & Chong, K. F. (2022). Facile synthesis of reduced graphene oxide aerogel in soft drink as supercapacitor electrode. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 1-11.

Arabkhani, P., & Asfaram, A. (2020). Development of a novel three-dimensional magnetic polymer aerogel as an efficient adsorbent for malachite green removal. *Journal of Hazardous Materials*, *384*, 121394.

dos Santos-Gómez, L., García, J. R., Montes-Morán, M. A., Menéndez, J. A., García-Granda, S., & Arenillas, A. (2021). Ultralight-weight graphene aerogels with extremely high electrical conductivity. *Small*, *17*(41), 2103407.

Gao, D., Luo, Z., Liu, C., & Fan, S. (2023). A survey of hybrid energy devices based on supercapacitors. *Green Energy & Environment*, *8*(4), 972-988.

Gorgolis, G., & Galiotis, C. (2017). Graphene aerogels: a review. *2D Materials*, *4*(3), 032001.

Han, S. C., Quan, J. L., Zhou, F. G., Xue, Y. H., Li, N., Li, F. Y., & Wang, D. (2023). 3D printing of architectured graphene-based aerogels by cross-linking GO inks with adjustable viscoelasticity for energy storage devices. *Rare Metals*, *42*(3), 971-981.

Jalal, N. I., Ibrahim, R. I., & Oudah, M. K. (2021). A review on Supercapacitors: Types and components. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1973, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.

Jing, J., Qian, X., Si, Y., Liu, G., & Shi, C. (2022). Recent advances in the synthesis and application of three-dimensional graphene-based aerogels. *Molecules*, *27*(3), 924.

Kumar, S., Saeed, G., Zhu, L., Hui, K. N., Kim, N. H., & Lee, J. H. (2021). 0D to 3D carbon-based networks combined with pseudocapacitive electrode material for high energy density supercapacitor: A review. *Chemical Engineering Journal*, *403*, 126352.

Lee, S. P., Ali, G. A., Hegazy, H. H., Lim, H. N., & Chong, K. F. (2021). Optimizing reduced graphene oxide aerogel for a supercapacitor. *Energy & Fuels*, *35*(5), 4559-4569.

Li, C., Ding, M., Zhang, B., Qiao, X., & Liu, C. Y. (2018). Graphene aerogels that withstand extreme compressive stress and strain. *Nanoscale*, *10*(38), 18291-18299.

Liu, C. F., Liu, Y. C., Yi, T. Y., & Hu, C. C. (2019). Carbon materials for high-voltage supercapacitors. *Carbon*, *145*, 529-548.

Lv, H., Yuan, Y., Xu, Q., Liu, H., Wang, Y. G., & Xia, Y. (2018). Carbon quantum dots anchoring MnO_2/graphene aerogel exhibits excellent performance as electrode materials for supercapacitor. *Journal of Power Sources*, *398*, 167-174.

Macchi, S., Denmark, I., Le, T., Forson, M., Bashiru, M., Jalihal, A., & Siraj, N. (2021). Recent advancements in the synthesis and application of carbon-based catalysts in the ORR. *Electrochem*, *3*(1), 1-27.

Ni, N., Barg, S., Garcia-Tunon, E., Macul Perez, F., Miranda, M., Lu, C., ... & Saiz, E. (2015). Understanding mechanical response of elastomeric graphene networks. *Scientific reports*, *5*(1), 13712.

Qin, Y., Zhang, Y., Qi, N., Wang, Q., Zhang, X., & Li, Y. (2019). Preparation of graphene aerogel with high mechanical stability and microwave absorption ability via combining surface support

of metallic-CNTs and interfacial cross-linking by magnetic nanoparticles. *ACS Applied Materials & Interfaces*, *11*(10), 10409-10417.

Qiu, L., Huang, B., He, Z., Wang, Y., Tian, Z., Liu, J. Z., ... & Li, D. (2017). Extremely low density and super-compressible graphene cellular materials. *Advanced Materials*, *29*(36), 1701553.

Shah, S. S., & Aziz, M. A. (2024). Properties of electrode materials and electrolytes in supercapacitor technology. *J. Chem. Environ*, *3*(1), 10-56946.

Shang, J. J., Yang, Q. S., & Liu, X. (2017). New coarse-grained model and its implementation in simulations of graphene assemblies. *Journal of chemical theory and computation*, *13*(8), 3706-3714.

Sheberla, D., Bachman, J. C., Elias, J. S., Sun, C. J., Shao-Horn, Y., & Dincă, M. (2017). Conductive MOF electrodes for stable supercapacitors with high areal capacitance. *Nature materials*, *16*(2), 220-224.

Sun, P., Wang, M., Wu, T., Guo, L., & Han, W. (2023). Covalent crosslinking cellulose/graphene aerogels with high elasticity and adsorbability for heavy metal ions adsorption. *Polymers*, *15*(11), 2434.

Thadathil, A., Edavan Chathoth, N., Ismail, Y. A., Anjukandi, P., & Periyat, P. (2022). Three-dimensional mesoporous polyindole architectures for supercapacitor applications. *The Journal of Physical Chemistry C*, *126*(40), 16965-16982.

Tao, Y., Kong, D., Zhang, C., Lv, W., Wang, M., Li, B., ... & Yang, Q. H. (2014). Monolithic carbons with spheroidal and hierarchical pores produced by the linkage of functionalized graphene sheets. *Carbon*, *69*, 169-177.

Tran, N. Q., Kang, B. K., Tiruneh, S. N., & Yoon, D. H. (2016). Design of Advanced MnO/N-Gr 3D Walls through Polymer Cross-Linking for High-Performance Supercapacitor. *Chemistry–A European Journal*, *22*(5), 1652-1657.

Wei, N., Zhu, C., Lu, S., Liu, C., Li, Y., & Wang, L. (2021). Sensitive compressible electrochemical-driven asymmetric supercapacitor-type sensor based on cross-linked honeycomb naofoam and resilient graphene aerogel framework. *Journal of Alloys and Compounds*, *869*, 159379.

Worsley, M. A., Pauzauskie, P. J., Olson, T. Y., Biener, J., Satcher Jr, J. H., & Baumann, T. F. (2010). Synthesis of graphene aerogel with high electrical conductivity. *Journal of the American Chemical Society*, *132*(40), 14067-14069.

Yang, T., Lin, H., Zheng, X., Loh, K. P., & Jia, B. (2017). Tailoring pores in graphene-based materials: from generation to applications. *Journal of Materials Chemistry A*, *5*(32), 16537-16558.

Ye, S., Feng, J., & Wu, P. (2013). Highly elastic graphene oxide–epoxy composite aerogels via simple freeze-drying and subsequent routine curing. *Journal of Materials Chemistry A*, *1*(10), 3495-3502.

Yılmaz, G., Lu, X., & Ho, G. W. (2017). Cross-linker mediated formation of sulfur-functionalized V_2O_5/graphene aerogels and their enhanced pseudocapacitive performance. *Nanoscale*, *9*(2), 802-811.

Zakharchenko, K. V., Fasolino, A., Los, J. H., & Katsnelson, M. I. (2011). Melting of graphene: from two to one dimension. *Journal of Physics: Condensed Matter*, *23*(20), 202202.

APPLICATIONS OF CELLULOSE BASED COMPOSITE FOAMS AND AEROGELS FOR BATTERIES

Prof. Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL
Karabük University, Faculty of Engineering, Department of Metallurgy and Materials Science, 78050 Karabük
ORCID: 0000-0003-1546-875X
Prof. Dr. Necmi Serkan TEZEL
Karabük University, Faculty of Engineering, Department of Electric-Electronic Engineering, 78050 Karabük
ORCID: 0000-0002-9452-677X

ABSTRACT

In order to reduce the negative impact on the environment and economy and to slow down energy consumption, it is of great importance to develop advanced, low-cost and sustainable energy storage devices. Currently, supercapacitors and rechargeable batteries are recognised as the two main promising energy storage devices. Electrochemically active materials are the key to manufacturing high-performance electrochemical energy storage devices. To improve their electrochemical performance, it is necessary to design porous structures with an enlarged specific surface area and controllable pore sizes. Recently, foams and aerogels have attracted great interest from academia and industry worldwide. Therefore, biomass-based, mainly polysaccharide-based foams and aerogels have emerged as a new generation of porous materials. The porous structure, chemical and mechanical stability and good flexibility of cellulose-based foams and aerogels make them ideal framework support materials for energy storage devices. Compared with traditional metal-based support materials, cellulose-based foams and aerogels not only show much lower density and better flexibility, but also have several advantages that contribute to better electrochemical performance, such as hydrophilic surfaces and rich absorbent areas to enhance the absorption and transport of electrolyte ions, abundant hierarchical pore structure for charge storage. To date, cellulose foams and aerogels have been recognised as promising and sustainable architectures to combine with various other active materials used for the design and fabrication of advanced energy storage devices such as supercapacitors and rechargeable batteries. In this work, our aim is to provide information on critical advances regarding the applications of cellulose-based composite foam and aerogel electrodes for energy storage device batteries.

Keywords: Battery, aerogel, cellulose, energy storage, composite foam

BATARYALAR İÇİN SELÜLOZ TABANLI KOMPOZİT KÖPÜK VE AEROJELLERİN UYGULAMALARI

ÖZET

Çevre ve ekonomi üzerindeki olumsuz etkiyi azaltmak ve enerji tüketimini yavaşlatmak için gelişmiş, düşük maliyetli ve sürdürülebilir enerji depolama cihazları geliştirmek büyük önem taşımaktadır. Şu anda, süperkapasitörler ve şarj edilebilir bataryalar iki ana umut verici enerji depolama cihazı olarak kabul edilmektedir. Elektrokimyasal aktif malzemeler, yüksek performanslı elektrokimyasal enerji depolama cihazları üretmenin anahtarıdır. Elektrokimyasal performanslarını artırmak için, genişletilmiş spesifik yüzey alanına ve kontrol edilebilir gözenek boyutlarına sahip, gözenekli yapılar tasarlamak gerekmektedir. Son zamanlarda, köpükler ve aerojeller dünya çapında akademi ve endüstriden büyük ilgi görmektedir. Bu nedenle biyokütle bazlı, esas olarak polisakkarit bazlı köpükler ve aerojeller yeni nesil gözenekli malzemeler olarak ortaya çıktı. Selüloz bazlı köpüklerin ve aerojellerin gözenekli yapısı, kimyasal ve mekanik kararlılığı ve iyi esnekliği, onları enerji depolama cihazları için ideal çerçeve destek malzemeleri yapmaktadır. Geleneksel metal bazlı destek malzemeleriyle karşılaştırıldığında,selüloz bazlı köpükler ve aerojeller yalnızca çok daha düşük yoğunluk ve daha iyi esneklik göstermekle kalmaz, aynı zamanda hidrofilik yüzeyler ve elektrolit iyonlarının emilimini ve taşınmasını artırmak için zengin emici alanlar, yük depolama için bol miktarda hiyerarşik gözenek yapısı gibi daha iyi elektrokimyasal performansa katkıda bulunan çeşitli avantajlara da sahiptir. Bugüne kadar, selüloz köpükler ve aerojeller, süper kapasitörler ve şarj edilebilir piller gibi gelişmiş enerji depolama cihazlarının tasarımı ve üretimi için kullanılan çeşitli diğer aktif malzemelerle birleştirmek için umut verici ve sürdürülebilir mimariler olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmada da amacımız, enerji depolama cihazı bataryalar için selüloz bazlı kompozit köpük ve aerojel elektrotlarının uygulamalarına ilişkin kritik ilerlemeler hakkında bilgi vermektir.

Anahtar kelimeler: Batarya, aerojel, selüloz, enerji depolama, kompozit köpük

1. GİRİŞ

Biyokütle bazlı, özellikle polisakkarit bazlı köpükler ve aerojeller 21. yüzyılın başında yeni nesil gözenekli malzemeler olarak ortaya çıkmıştır (Budtova, 2019). Çeşitli polisakkaritler arasında selüloz, yüksek bolluğu, yüksek mekanik mukavemeti ve mükemmel kimyasal stabilitesi ışığında üç boyutlu (3D) gözenekli köpüklerin ve aerojellerin hazırlanması için yaygın olarak araştırılmıştır (Han vd., 2021). Geleneksel metal bazlı destek malzemeleriyle

karşılaştırıldığında, selüloz bazlı köpükler ve aerojeller yalnızca çok daha düşük yoğunluk ve daha iyi esneklik göstermekle kalmaz, aynı zamanda elektrolit iyonlarının emilimini ve taşınmasını artırmak için hidrofilik yüzeyler ve zengin emici bölgeler, yük depolama için bol miktarda hiyerarşik gözenek yapısı gibi daha iyi elektrokimyasal performansa katkıda bulunan çeşitli avantajlara sahiptir (Chen vd., 2018; Dutta vd., 2017). Bugüne kadar, selüloz köpükler ve aerojeller, süper kapasitörler ve şarj edilebilir piller gibi gelişmiş enerji depolama cihazlarının tasarımı ve üretimi için kullanılan çeşitli diğer aktif malzemelerle bileşik oluşturmak için umut verici ve sürdürülebilir mimariler olarak kabul edilmiştir (Lavoine & Bergström, 2017; Dutta vd., 2017). Batarya, iç redoks reaksiyonları yoluyla kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilir. Şu anda en popüler şarj edilebilir pil türleri arasında lityum-iyon piller (LIB), lityum-sülfür piller (LSB) ve sodyum-iyon piller (SIB) bulunmaktadır. Bunlar arasında LIB, yüksek enerji yoğunluğu, uzun çevrim ömrü, büyük çıkış voltajı ve düşük kendi kendine deşarj oranı avantajlarına sahiptir. Şu anda taşınabilir elektronik cihazlar için ana güç kaynağı haline gelmiştir.

2. SELÜLOZ TABANLI KOMPOZİT KÖPÜK VE AEROJELLERİN UYGULAMALARI

Selüloz bazlı köpükler veya aerojeller için şu tanımları kullanacağız:

1) selüloz bazlı köpükler, selüloz öncüllerinden dondurarak kurutma veya konvektif kurutma yoluyla elde edilir, nispeten düşük yüzey alanına ve makro gözeneklere (gözenek boyutu ≥ 50 nm) sahiptir.

2) Selüloz bazlı aerojeller, yüksek spesifik yüzey alanı, yüksek gözeneklilik (≥%90) ve mezogözenekler (2 nm ≤ gözenek boyutu ≤ 50 nm) ile süperkritik kurutma yoluyla selüloz öncüllerinden hazırlanır. Buna ek olarak, son yıllarda lityum metal piller (LMB), LSB ve SIB gibi birkaç yeni şarj edilebilir pil türü icat edilmiştir.

2.1. LIB için selüloz bazlı kompozit köpükler ve aerojeller

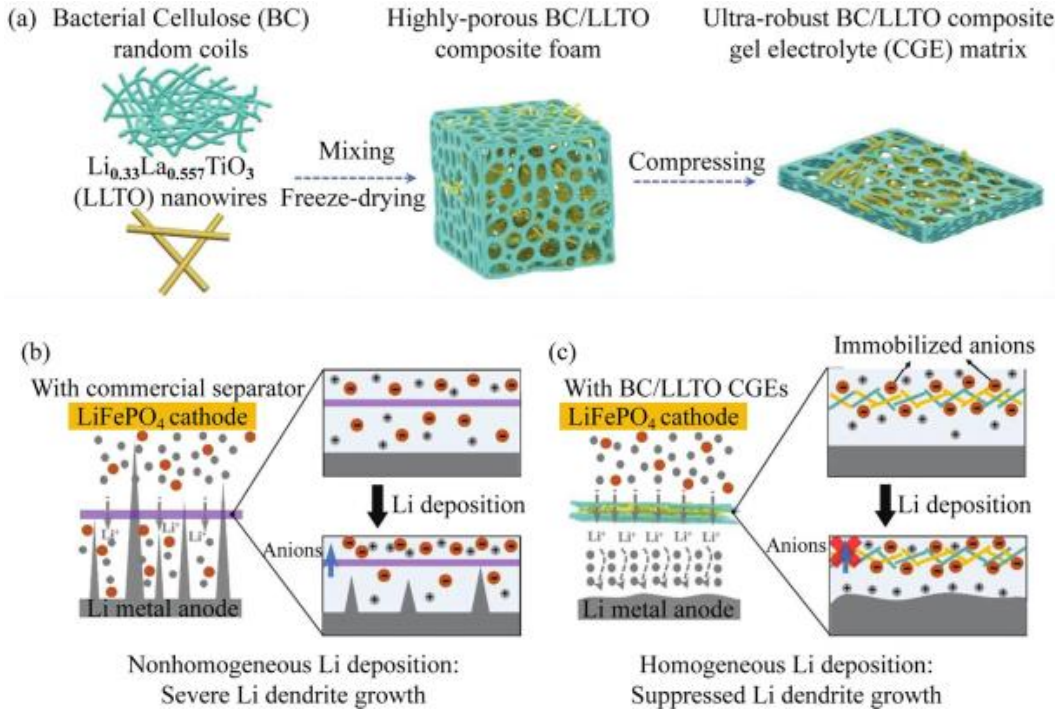
LIB'nin geliştirilmesi, günlük yaşam üzerinde tartışmasız derin bir etkiye sahip olan endüstriyel uygulamaların neredeyse tüm alanlarına heyecan verici ve yeni bir sınır sağlamıştır. CDCF (selüloz türevli karbon köpük) gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının aktif malzemelerle birlikte kullanılması LIB elektrotları olarak kullanılabilir. Örneğin, Huang ve arkadaşları (Huang vd., 2016) LIB'de demir oksitler için esnek bir çerçeve olarak (bakteriyel selüloz) BC'den türetilen 3D karbonlu bir köpük üretmiştir. Yüksek oranda birbirine bağlı nanofiber yapılara sahip 3D karbonize BC (CBC) iyi elektrik iletkenliği ve mekanik stabilite sergilemektedir. Ayrıca, amorf

Fe_2O_3'ü (A-Fe_2O_3) CBC nanolifleri üzerine in situ termal ayrıştırma yöntemiyle sıkıca kapladılar. A-Fe_2O_3@CBC'nin BET analizi ile özgül yüzey alanı ve toplam gözenek hacmi sırasıyla 327 m^2/g ve 0,59 cm^3/g olarak hesaplanmıştır. CBC'den gelen büyük gözenekler elektrolitin elektrotun içine nüfuz etmesini kolaylaştırabilmiş ve Fe_2O_3'te bulunan küçük gözenekler lityum iyonlarının taşınmasını iyileştirebilmiştir. İyi dağılmış Fe_2O_3 nanokabukları ve A-Fe_2O_3@CBC kompozitindeki hiyerarşik gözenekler nedeniyle, hazır Fe_2O_3 anot (A-Fe_2O_3@CBC) bir yarım hücreye monte edildiğinde istikrarlı döngü performansı ve yüksek hız kapasitesi sergileyerek gelecekteki yüksek performanslı LIB uygulamaları için umut verici bir anot malzemesi haline gelmektedir. Wan ve arkadaşları (Wan vd., 2015) hidrotermal bir yaklaşım ve ardından karbonizasyon yoluyla BC'den türetilen (Fe_3O_4-BC-CNFs olarak adlandırılan) yeni bir esnek nano-Fe_3O_4 dekorlu 3D karbon nanofiber köpük hazırlamıştır. Optimize edilmiş Fe_3O_4 yüklemesiyle elde edilen Fe_3O_4-BC-CNFs elektrotları mükemmel mekanik stabilite sergilemiş ve 100 mA/g'de 100 döngüden sonra 754 mA h/g'lik yüksek bir tersinir kapasite sağlamıştır. Mükemmel elektrokimyasal performans, BC-CNF'ler üzerinde yüksek oranda dağılmış Fe_3O_4 nanopartiküllerine ve geniş bir malzeme/elektrolit temas alanı sağlayan ve yüksek Li^+ difüzyon hızlarını teşvik eden birbirine bağlı BC-CNF'lere atfedilmektedir.

2.2. LMB için selüloz bazlı kompozit köpükler ve aerojeller

LMB, elektrot olarak lityum metali kullanan enerji depolama pilleridir. Sıradan kuru pillerle aynı prensiple, lityum metali oksitleyerek elektrik üretir. LMB, düşük redoks elektrokimyasal potansiyele ve yüksek teorik spesifik kapasiteye (3860 mA h/g) sahip lityum metal anottan yararlanarak yüksek enerji yoğunlukları nedeniyle daha fazla dikkat çekmektedir (Cheng vd., 2017). Bununla birlikte, şarj/deşarj döngüleri sırasında lityum dendritlerin kontrolsüz büyümesiyle ilişkili kısa döngü ömrü ve güvenlik sorunları yaygın kullanımlarını engellemiştir. Bu sorunları çözmek için Ding ve arkadaşları (Ding vd., 2019), matris olarak özel olarak yapılandırılmış bir köpük imal ederek LMB'nin iyon birikimini etkili bir şekilde stabilize edebilen ultra sağlam bir kompozit jel elektrolit (CGE) tasarlamıştır. BC ve $Li_{0,33}La_{0,557}TiO_3$ nanotellerini (LLTO NW'ler) bir köpükte birleştirerek 3D birbirine bağlı oldukça gözenekli bir yapıya sahip bir jel elektrolit matrisi üretmişlerdir (Şekil 1a). Şekil 1b'de gösterildiği gibi, kontrol edilemeyen ve dengesiz Li birikimi, ticari ayırıcılara sahip LMB'de ciddi Li dendrit büyümesine yol açmaktadır. Şekil 1c'de BC/LLTO CGE ile LMB'deki Li dendrit büyümesinin etkili bir şekilde bastırıldığı gösterilmiştir. Bu çalışma, düzensiz Li birikiminin Li dendritlerinin

büyümesinin kaynağı olduğunu ve elektrolitlerdeki anyonların immobilize edilmesinin elektrodepozisyonun kararlılığının yararına olduğunu kanıtlamıştır (Xin vd., 2017).



Şekil 1. a) BC/LLTO CGE'nin üretim şeması; b) ticari ayracın katkısı; c)Li depolama (Ding vd., 2019).

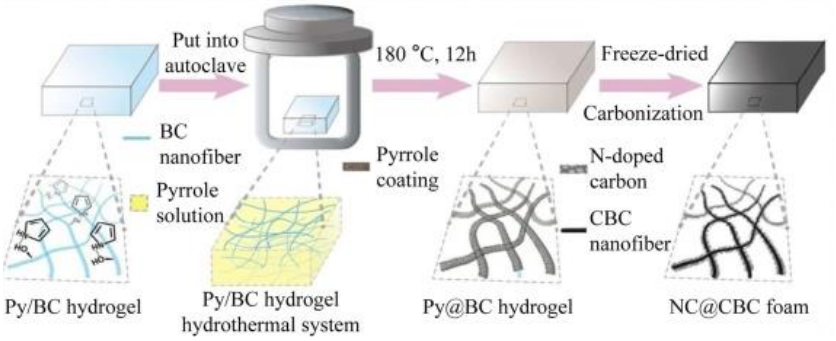
2.3. LSB için selüloz bazlı kompozit köpükler ve aerojeller

LSB, düşük maliyeti ve yüksek enerji yoğunluğu (2567 W h/kg) nedeniyle yeni nesil şarj edilebilir piller için en umut verici adaylardan biri olarak kabul edilmektedir (Li vd., 2017-a). Bununla birlikte, düşük aktif malzeme kullanımı ve zayıf çevrim ömrü pratik uygulamalarını sınırlamaktadır (Jo vd., 2019). Ayrıca sülfür katodun, sülfür türlerinin yüksek izolasyonu ve çözünür lityum polisülfitlerin neden olduğu mekik etkisi gibi birçok olumsuz sorunu vardır (Li vd., 2017-b). Son çalışmalar, bu pillerde karbon kaplı bir ayırıcı kullanılması gibi çeşitli karbonlu malzemelerin sorunu hafifletebileceğini bulmuştur. Karbon kaplama katmanı sadece sülfür katotlara bir elektron yolu sağlamakla kalmaz, aynı zamanda lityum polisülfürün ayırıcıdan geçişini etkili bir şekilde azaltır ve sülfür katot yüzeyinde bırakır (Jo vd., 2019). Ancak bu durum, tüm aktif ve inaktif kütleler dikkate alındığında katotta kaçınılmaz olarak tipik olarak düşük kükürt içeriğiyle sonuçlanacaktır (Li vd., 2018). Bu sorunun üstesinden gelmek için Li ve arkadaşları (Li vd., 2017-b) BC köpüklerinin pirolizinden elde edilen son derece düşük yoğunluklu çapraz bağlı karbon nanofiber köpükler üzerinde çalışmıştır. Karbon

nanofiber köpüklere dayalı sülfür elektrodu, 200 döngüden sonra korunan ilk kapasitenin %76'sı ile mükemmel döngü kararlılığı sergilemiş ve karbon nanofiber köpüğün sülfür katodu için ayrı bir elektrot matrisi olarak üstünlüğünü göstermiştir. Ayrıca, karbon nanofiber köpük, 610 m^2/g BET analizi yüzey alanı, 370 m^2/g mikro gözenek yüzey alanı, 0,63 cm^3/g büyük gözenek hacmi ve 0,154 cm^3/g büyük mikro gözenek hacmi ile mikro gözenek ve mezo gözeneklerin bir arada bulunduğu gözenek yapısına sahiptir. Geniş gözenek hacmi ve mikro gözenek yüzey alanı, aktif malzemeler için çok sayıda reaksiyon bölgesi sağlayabilir ve lityum polisülfürün dışarı difüzyonunu engelleyebilir. Benzer şekilde, Huang ve arkadaşları (Huang vd., 2015) LSB'de sülfür için esnek bir çerçeve olarak 3D CBC köpüğünü tanıtmıştır. Nanofiber ağ ile hazırlanan CBC yüksek elektrik iletkenliği ve iyi mekanik stabilite sergilemiştir. CBC'nin toplam gözenek hacmi 5.29 cm^3/g kadar yüksektir. CBC'nin kendine özgü makrogözenekli yapısı, kükürt yüklemesini (ağırlıkça %81) en üst düzeye çıkarmaya ve elektrolit geçirgenliğini teşvik etmeye elverişlidir. Kükürt içeriğinin daha da artırılmasını sağlamak için Li ve arkadaşları (Li vd., 2017-a) BC köpüklerinin pirolizi ile N ve O katkılı karbon nanoribbon (CNR) köpükleri elde etmiştir. Hazırlanan N, O katkılı CNR köpükleri jel bazlı sülfür katotları oluşturmak için kullanılmış ve aynı anda hem yüksek sülfür içeriği hem de yüksek sülfür yüklemesi elde edilmiştir. Mikro ve mezo-gözenekli yapı, çözünebilir polisülfitlerin kükürt elektrotunda fiziksel olarak hapsedilmesinde etkilidir. Kapasite, tüm elektrot seviyesinde %90 kükürt içeriği ile 943 mAh/g'ye kadar çıkmaktadır. Mükemmel pil performansı, büyük miktarda katot elektrolitini sıkıca tutabilen ve lityum polisülfürün mekik etkisini azaltabilen jel bazlı katot yapısına bağlanmaktadır.

2.4. SIB için selüloz bazlı kompozit köpükler ve aerojeller

Son zamanlarda SIB, yüksek bolluğu, düşük maliyeti ve LIB ile benzer kimyasal özellikleri nedeniyle LIB için umut verici adaylar olarak artan bir ilgi görmüştür (Zhang vd., 2017). LIB'nin çalışma mekanizmasına benzer şekilde SIB, enerji depolamak için pozitif ve negatif elektrotlar arasında hareket etmek üzere sodyum iyonlarına dayanan şarj edilebilir bir pildir (Hwang vd., 2017). Şekil 2'de gösterildiği gibi, Huang ve arkadaşları (Huang vd., 2018) oksijen indirgeme reaksiyonları (ORR) ve SIB için BC'den türetilen 3D nanofiber ağına sahip azot katkılı karbon (NC) malzemeler bildirmiştir.



Şekil 2. NC@CBC köpüğünün üretimi (Huang vd., 2018).

BC nanofiber yüzeyine hidrotermal olarak farklı miktarlarda pirol biriktirmişler ve ardından NC@CBC malzemeleri hazırlamak için farklı sıcaklıklar altında bir karbonizasyon işlemi gerçekleştirmişlerdir. 3D makrogözenekli ağ ve uygun azot katkısı miktarı nedeniyle NC@CBC, ORR ve SIB uygulamaları için bir elektrot malzemesi olarak kullanılabilecek önemli uzun vadeli döngü kararlılığı ve mükemmel hız kapasitesi sergilemiştir (Xin vd., 2017).

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Selüloz bazlı kompozit köpüklerin ve aerojellerin yeni nesil esnek enerji depolama cihazlarının geliştirilmesi için büyük umut vaat ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, araştırmalar hala temel düzeyde ve laboratuvar çalışmalarında ilerlemektedir, pratik uygulamalarını gerçekleştirmek için çok daha fazla çabaya ihtiyaç duyulacaktır. Öncelikle, kurutma yöntemlerinin sınırlamaları nedeniyle selüloz köpüklerin ve aerojellerin düşük maliyetli ve büyük ölçekli üretimini geliştirmek hala büyük bir zorluktur. En büyük zorluk, selüloz köpüklerin kurutma sırasında yüzey geriliminin etkisi altında büzülmeye, deformasyona ve çökmeye eğilimli olması, böylece mekanik olarak kararlı 3D ağ yapısına sahip selüloz köpüklerin neredeyse hiç elde edilememesidir. Çoğu durumda, aktif malzemeler esas olarak selüloz köpüklerin ve aerojellerin yüzeyinde biriktirilir, bu da açıklıkları daraltacak ve sonraki kaplama maddelerinin yanı sıra iyonların ve elektrolitlerin erişimini engelleyerek en iyi elektrokimyasal performansın elde edilmesini engelleyecektir. Bazı durumlarda, selüloz köpükler ve aerojeller ile aktif malzemeler, özellikle karbon bazlı malzemeler arasındaki arayüz bağı yeterince güçlü değildir, bu da daha düşük mekanik kararlılığa sahip kompozitlere yol açacak veya hatta bazı aktif malzemelerin kompozit elektrotlardan düşmesine neden olacaktır. Selüloz köpükler ve aerojeller ile aktif malzemeler arasındaki bağı güçlendirmek için, gelecekteki çalışmalarda farklı bileşenler arasındaki yüzey/arayüz mühendisliği konusunda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Esneklik, yüksek özgül yüzey alanı, geliştirilmiş

ıslatma özelliği ve bazı diğer iyileştirilmiş özellikler, selüloz bazlı kompozit köpük ve aerojel elektrotlar tasarlanarak elde edilebilmesine rağmen, yalıtkan selüloz kesinlikle iletkenliği azaltacaktır. Bu nedenle, malzeme bileşenlerinin ve üretim tekniklerinin rasyonel tasarımı, selülozun iletkenlik eksikliğini telafi etmek için daha fazla çabaya ihtiyaç duymaktadır.

REFERENCES

Budtova, T. (2019). Cellulose II aerogels: A review. *Cellulose*, *26*, 81-121.

Chen, W., Yu, H., Lee, S. Y., Wei, T., Li, J., & Fan, Z. (2018). Nanocellulose: a promising nanomaterial for advanced electrochemical energy storage. *Chemical Society Reviews*, *47*(8), 2837-2872.

Cheng, X. B., Zhang, R., Zhao, C. Z., & Zhang, Q. (2017). Toward safe lithium metal anode in rechargeable batteries: a review. *Chemical reviews*, *117*(15), 10403-10473.

Ding, C., Fu, X., Li, H., Yang, J., Lan, J. L., Yu, Y., ... & Yang, X. (2019). An ultrarobust composite gel electrolyte stabilizing ion deposition for long-life lithium metal batteries. *Advanced Functional Materials*, *29*(43), 1904547.

Dutta, S., Kim, J., Ide, Y., Kim, J. H., Hossain, M. S. A., Bando, Y., ... & Wu, K. C. W. (2017). 3D network of cellulose-based energy storage devices and related emerging applications. *Materials Horizons*, *4*(4), 522-545.

Han, X., Wang, Z., Ding, L., Chen, L., Wang, F., Pu, J., & Jiang, S. (2021). Water molecule-induced hydrogen bonding between cellulose nanofibers toward highly strong and tough materials from wood aerogel. *Chinese Chemical Letters*, *32*(10), 3105-3108.

Huang, Y., Zheng, M., Lin, Z., Zhao, B., Zhang, S., Yang, J., ... & Shi, Y. (2015). Flexible cathodes and multifunctional interlayers based on carbonized bacterial cellulose for high-performance lithium–sulfur batteries. *Journal of Materials Chemistry A*, *3*(20), 10910-10918.

Huang, Y., Lin, Z., Zheng, M., Wang, T., Yang, J., Yuan, F., ... & Sun, D. (2016). Amorphous Fe_2O_3 nanoshells coated on carbonized bacterial cellulose nanofibers as a flexible anode for high-performance lithium ion batteries. *Journal of Power Sources*, *307*, 649-656.

Huang, Y., Wang, L., Lu, L., Fan, M., Yuan, F., Sun, B., ... & Sun, D. (2018). Preparation of bacterial cellulose based nitrogen-doped carbon nanofibers and their applications in the oxygen reduction reaction and sodium–ion battery. *New Journal of Chemistry*, *42*(9), 7407-7415.

Hwang, J. Y., Myung, S. T., & Sun, Y. K. (2017). Sodium-ion batteries: present and future. *Chemical Society Reviews*, *46*(12), 3529-3614.

Jo, H., Oh, J., Lee, Y. M., & Ryou, M. H. (2019). Effect of varying the ratio of carbon black to vapor-grown carbon fibers in the separator on the performance of Li–S batteries. *Nanomaterials*, *9*(3), 436.

Lavoine, N., & Bergström, L. (2017). Nanocellulose-based foams and aerogels: processing, properties, and applications. *Journal of Materials Chemistry A*, *5*(31), 16105-16117.

Li, S., Mou, T., Ren, G., Warzywoda, J., Wei, Z., Wang, B., & Fan, Z. (2017-a). Gel based sulfur cathodes with a high sulfur content and large mass loading for high-performance lithium–sulfur batteries. *Journal of Materials Chemistry A*, *5*(4), 1650-1657.

Li, S., Warzywoda, J., Wang, S., Ren, G., & Fan, Z. (2017-b). Bacterial cellulose derived carbon nanofiber aerogel with lithium polysulfide catholyte for lithium–sulfur batteries. *Carbon*, *124*, 212-218.

Li, X., Banis, M., Lushington, A., Yang, X., Sun, Q., Zhao, Y., ... & Sun, X. (2018). A high-energy sulfur cathode in carbonate electrolyte by eliminating polysulfides via solid-phase lithium-sulfur transformation. *Nature communications*, *9*(1), 4509.

Xin, S., You, Y., Wang, S., Gao, H. C., Yin, Y. X., & Guo, Y. G. (2017). Solid-state lithium metal batteries promoted by nanotechnology: progress and prospects. *ACS Energy Letters*, *2*(6), 1385-1394.

Wan, Y., Yang, Z., Xiong, G., & Luo, H. (2015). A general strategy of decorating 3D carbon nanofiber aerogels derived from bacterial cellulose with nano-Fe_3O_4 for high-performance flexible and binder-free lithium-ion battery anodes. *Journal of Materials Chemistry A*, *3*(30), 15386-15393.

Zhang, J., Li, C., Peng, Z., Liu, Y., Zhang, J., Liu, Z., & Li, D. (2017). 3D free-standing nitrogen-doped reduced graphene oxide aerogel as anode material for sodium ion batteries with enhanced sodium storage. *Scientific reports*, *7*(1), 1-7.

EVALUATING THE IMPACT OF ACTIVATION FUNCTIONS ON TRANSFORMER ARCHITECTURE PERFORMANCE

Ramazan KATIRCI
Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, 58000, Sivas, Turkey
ORCID: 0000-0003-2448-011X
Hilal ÇELİK
Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, 58000, Sivas, Turkey
ORCID: 0000-0001-5428-3411

ABSTRACT

The performance of deep learning architectures, especially those with more components compared to traditional methods like Transformer, is significantly influenced by the choice of various components, particularly activation functions, which determine the efficiency, convergence speed, and accuracy of model training. This study analyzes and compares the impact of several commonly used activation functions, including GELU, ELU, Mish, Swish, Leaky ReLU, ReLU, Softmax, and Softplus, within the context of Transformer models. A comprehensive evaluation is performed based on key metrics such as validation accuracy, training and validation loss, and computational efficiency. The results reveal that GELU and Swish achieve the highest validation accuracy, along with lower training and validation loss, demonstrating their superior ability to enhance model generalization and stability during training. In contrast, Softplus and Softmax show lower performance in terms of both accuracy and computational efficiency. Specifically, GELU reaches a validation accuracy of 96.53% and completes training in about 1 hour and 16 minutes. Swish achieves 95.83% accuracy with a training time of approximately 1 hour and 15 minutes. Meanwhile, Softmax reaches 93.71% accuracy, taking 1 hour and 44 minutes for training, and Softplus achieves 90.57% accuracy with a training time of 1 hour and 42 minutes. These findings highlight that GELU and Swish offer the best balance between performance and training efficiency, while Softmax and Softplus are less efficient both in terms of accuracy and training time.

Keywords: Transformer Architecture, Machine Learning Models, Deep Learning, Activation Functions

INTRODCUTION

Deep learning has revolutionized various fields, including biotechnology [1], agriculture[2], materials science[3], healthcare[4] and social sciences[5], as well as many other domains such as [6] and natural language processing[7], by enabling models to extract complex patterns from large datasets. Among these advancements, Natural Language Processing (NLP) has emerged as a critical subfield that focuses on enabling machines to understand, generate, and process human language. NLP has found widespread applications in tasks such as machine translation[8], question answering [9] and text generation [10], where deep learning models, particularly Transformer-based architectures, have demonstrated significant success.

The Transformer architecture[11], introduced by Vaswani et al., has reshaped NLP by replacing recurrent structures with self-attention mechanisms, allowing for more efficient parallel processing and improved performance across various tasks. Key components of the Transformer model, such as self-attention, feedforward layers, layer normalization, and activation functions, significantly influence its learning capabilities[12].

considerable research has been conducted to enhance attention mechanisms[13], dropout strategies [14], and normalization techniques, activation functions remain a crucial yet relatively underexplored area.

Activation functions play a fundamental role in deep learning models by introducing non-linearity and influencing gradient propagation. In Transformer models, GELU and ReLU are commonly used activation functions**[15]**, as they have demonstrated stable convergence and strong generalization performance. However, recent studies suggest that alternative activation functions, such as Swish, Softplus[16] and Mish[17], may further enhance model learning efficiency. Some works have explored the impact of specific activation functions on Transformer performance, but most studies have been limited to one or two activation functions, leaving a broader comparative analysis largely unstudied. To address this gap, this study systematically evaluates the performance of multiple activation functions, including GELU, ELU, Mish, Swish, Leaky ReLU, ReLU, Softmax and Softplus, in Transformer-based models. This study investigates the impact of different activation functions on training accuracy, validation accuracy, training loss, validation loss, and computational efficiency. By conducting a comprehensive comparative analysis, this work aims to provide insights into the optimal activation functions for Transformer architectures and contribute to the ongoing improvements in deep learning-based NLP models

The rest of this paper is organized as follows: Section 2 discusses related work, Section 3 presents the methodology, Section 4 reports the results and discussion, and Section 5 concludes the study with key findings and future directions.

RELATED WORK

Machine learning has achieved significant success in various fields, including biotechnology and agriculture [1] [2], materials science [18] [19] [3], social sciences [5] [20] and healthcare [21][22]. Building on the success of machine learning in these domains, Natural Language Processing (NLP) has emerged as a specialized subfield that focuses on enabling computers to understand, interpret, and generate human language. NLP has found significant applications in areas such as question answering systems [23][24][9], machine translation [11][25] and text generation [26][27]. Among the various approaches used in NLP, Transformer-based architectures have demonstrated remarkable success, particularly in tasks such as machine translation[11][28] and question answering[29][30][15].

The Transformer architecture incorporates a greater number of components compared to traditional deep learning architectures, including self-attention mechanisms, feedforward networks, and layer normalization[11]. Various studies have explored improvements to these components, such as optimizing attention mechanisms [31], enhancing feedforward layers [32], analyzing the effect of dropout rates [14], refining normalization techniques [33], and searching for optimal activation functions [15] [16].

Previous studies on the Transformer architecture typically focus on one or a few activation functions, with rare instances where more than two are explored**. In studies using the Transformer architecture, GELU or ReLU have been commonly used as activation functions [15].** In this study, we evaluated the performance of several activation functions, including GELU, ELU, Mish, Swish, Leaky ReLU, ReLU, Softmax, and Softplus within the Transformer architecture to assess their impact on model performance. One notable study compared various activation functions, including Swish, ReLU, GELU, and Softplus, in Transformer models. The findings revealed that Swish, a function discovered through reinforcement learning-based search, outperformed ReLU in classification tasks, demonstrating its effectiveness in improving model accuracy [16]. In that study, Swish achieved an accuracy of 94.6%, ReLU reached 94.8%, and GeLU obtained 94.6%. In comparison, my study shows a clear improvement: ReLU reached 94.73%, while Swish and GeLU outperformed that study with accuracies of 95.72% and 96.42%, respectively. Similarly, Swish outperforms ReLU in

my study as well. This demonstrates that Swish and GeLU in my study perform significantly better than in the previous study, further highlighting the superior results of my approach. Another study on activation functions in the Transformer architecture is Rational Activation Function Transformers (RAFT). This study investigated the impact of initializing RAFT models with GELU and ReLU. The results showed that while both activation functions contributed to model learning, GELU demonstrated superior performance, highlighting its adaptability in Transformer-based architectures [15]. In that study, GELU resulted in a validation loss of 1.611. In comparison, this study achieved a significantly lower validation loss of 0.0471 for GELU, further emphasizing its effectiveness in improving both accuracy and loss.

METHODOLOGY

In this study, a Transformer-based model was implemented to evaluate the impact of different activation functions on model performance. As shown in Table 1, the model was configured with a set of hyperparameters, including embedding dimension, feed-forward units, number of heads, and layers, along with a selection of activation functions to evaluate their impact on model performance. The model was configured with a 256-dimensional embedding and a 256-unit feed-forward layer for feature extraction. The multi-head attention mechanism employed 4 heads to capture diverse contextual information, while six encoder layers were used to increase the model's representational capacity. A dropout rate of 0.1 was applied to mitigate overfitting and the learning rate was set to 0.0001 to ensure stable convergence. A batch size of 32 was chosen to balance memory efficiency and training stability. Positional encoding was set to 10,000 to provide the model with positional information, compensating for the lack of recurrence in the Transformer architecture. The Adam optimizer was selected due to its adaptive learning rate and efficient convergence properties. The primary focus of this study was to evaluate the impact of various activation functions, including GELU, ELU, Mish, Swish, Leaky ReLU, ReLU, Softmax, and Softplus, on model performance in terms of training accuracy, validation accuracy, training loss, validation loss, and computational efficiency.

Activation Functions:

GELU (Gaussian Error Linear Unit): GELU is defined as:

$$\text{GELU}(x)=0.5x(1+\tanh(\sqrt{\frac{2}{\pi}}(x+0.044715x3)))$$

GELU approximates the cumulative distribution function (CDF) of a standard normal distribution, which helps to achieve smooth nonlinearity, improving gradient propagation and training stability[34].

Leaky ReLU (Leaky Rectified Linear Unit): Leaky ReLU is defined as:

$$\text{Leaky ReLU}(x)=\begin{cases} x & if\ x > 0 \\ \alpha x & if\ x \leq 0 \end{cases}$$

Leaky ReLU introduces a small negative slope (α, typically 0.01) for negative inputs, addressing the "dying ReLU" problem by allowing some gradient flow, thus enhancing model learning[35].

Among the activation functions evaluated in this study, GELU and Leaky ReLU demonstrated superior performance across multiple metrics; consequently, these two functions were analyzed in greater depth to highlight their contributions to model effectiveness.

Table 1. Model Hyperparameters and Values

Hiperparametreler	**Complexity Model**
Embedding Dimension	256
Feed Forward Units	256
Number of Heads	4
Number of Layers	6
Dropout Rate	0,1
Learning Rate	0.0001
Batch Size	32
Positional Encoding	10000
Optimizer	Adam
Activation Function	GELU, ELU, Mish, Swish, Leaky ReLU, ReLU, Softmax and Softplus

The model training process was conducted in parallel across four GPUs utilizing the CUDA parallel computing platform and the PyTorch library, which substantially reduced training time on large-scale datasets. CUDA facilitated efficient GPU utilization for deep learning tasks, while PyTorch's dynamic computation graph enabled flexibility in exploring various hyperparameter configurations [36]. The implementation of parallel computing with CUDA

ensured scalable performance, optimized resource allocation, and enhanced training efficiency [37].

In this study, the Stanford Question Answering Dataset (SQuAD) [38] was used as the sole dataset to evaluate model performance. SQuAD is a reading comprehension dataset consisting of questions posed by crowdworkers based on a set of Wikipedia articles. The answer to each question is a segment of text, or span, from the corresponding passage, or the question might be unanswerable. This dataset enables the evaluation of a model's ability to understand context and provide accurate answers or identify unanswerable questions.

The model's performance was assessed based on five key metrics: training accuracy, training loss, validation accuracy, validation loss, and training time. Training accuracy and loss provided insights into the learning dynamics, whereas validation accuracy and loss evaluated the model's generalization capability on unseen data. Furthermore, training time was recorded to quantify the computational efficiency of each activation function across varying dataset sizes and model configurations.

In this study, a high-performance computing (HPC) system utilized in this study operates on Rocky Linux 8.5, derived from Red Hat 8.5, and is equipped with AMD EPYC 7543 processors. The system comprises eight compute nodes, each featuring 64 cores and 1024 GB of memory. To facilitate high-speed data transfer, it is integrated with HDR InfiniBand, providing a connectivity rate of 200 Gbps.

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, when comparing the performance of different activation functions, it was observed that GELU, with 96.53% validation accuracy and 0.0471 validation loss, and Swish, with 95.83% validation accuracy and 0.0586 validation loss, provided higher accuracy and lower loss values compared to traditional ReLU, which achieved 94.84% validation accuracy and 0.0805 validation loss, as well as its variants, such as Leaky ReLU and ELU. Mish, Softmax, and Softplus exhibited relatively lower accuracy (90-94%) and higher loss values (0.1126-0.2409), indicating limited performance. In terms of training time, Leaky ReLU and ReLU required the shortest training durations, completing the process in approximately 1.14 and 1.15 hours, respectively, while Softmax (1.44 hours) and Softplus (1.42 hours) required significantly more time. As a result, GELU and Swish emerged as the most optimal choices for both accuracy and loss, particularly in modeling non-linear relationships in deep networks. These findings highlight the significant impact of activation function selection on model performance and

suggest that more complex functions (GELU/Swish) can offer advantages over traditional methods.

Table 2. Activation Function Performance Results

Activation function	Training Accuracy	Validation Accuracy	Training Loss	Validation Loss	Time (minute)
GELU	96.42	96.53	0.0486	0.0471	1.16.44
Swish	95.72	95.83	0.0604	0.0586	1.15.36
Leaky ReLU	94.92	94.96	0.0768	0.0757	1.14.31
ELU	94.85	94.73	0.0796	0.0812	1.15.58
ReLU	94.73	94.84	0.0818	0.0805	1.15.52
Mish	94.49	94.38	0.1161	0.1174	1.17.47
Softmax	93.80	93.71	0.1115	0.1126	1.44.53
Softplus	90.48	90.57	0.2428	0.2409	1.42.20

The comparative analysis of activation functions presented in Figure 1 reveals significant differences in model convergence and generalization performance. GELU emerges as the most effective activation function, demonstrating superior convergence characteristics with the lowest final loss values (training: 0.0486, validation: 0.0471) and minimal divergence between training and validation curves. This performance advantage is attributable to GELU's smooth gradient profile, which mitigates the vanishing gradient problem while maintaining non-linear representational capacity.

The ReLU family of functions (ReLU, ELU) shows consistent but moderately inferior performance, with ELU (validation loss: 0.0812) slightly outperforming standard ReLU (validation loss: 0.0805). This marginal improvement aligns with ELU's theoretical advantage in handling negative activations, though the practical benefit appears limited in this architecture. Notably, all ReLU variants exhibit stable convergence patterns without significant oscillation, confirming their reliability in deep networks.

Of particular concern is the poor performance of Softplus, which demonstrates both the highest final loss values (training: 0.2428, validation: 0.2409) and the largest training-validation gap. This substantial divergence suggests pronounced overfitting, likely due to the function's excessively smooth gradient characteristics that impede effective learning. Similarly, Softmax shows suboptimal performance (validation loss: 0.1126), underscoring its limitations in non-classification contexts.

The results corroborate recent findings in activation function research, particularly the advantages of GELU's probabilistic formulation over traditional approaches. However, the relatively small performance gap between GELU and ReLU variants (≤2% accuracy difference) raises practical considerations for resource-constrained applications where computational efficiency might outweigh marginal accuracy gains.

The findings of this study carry significant implications for neural network design and implementation. For scenarios requiring maximum model performance, GELU emerges as the preferred activation function due to its superior convergence properties and generalization capabilities. However, ReLU maintains its position as a viable alternative when implementation simplicity and computational efficiency are prioritized, particularly in resource-constrained environments. The results caution against the unmodified use of Softplus and similar smooth activation functions, which demonstrate a strong tendency toward overfitting and consequently require careful regularization or architectural modifications to be effective. Several promising directions for future research emerge from these observations. First, investigating the interaction between activation functions and advanced regularization techniques could yield insights into mitigating the overfitting observed with certain functions. Second, examining performance characteristics in ultra-deep architectures would help validate the scalability of these findings. Third, exploring hardware-specific optimization opportunities for different activation functions may reveal important efficiency gains in practical deployments. Finally, the development of task-specific activation functions tailored to specialized domains represents an underexplored area with potential for significant performance improvements. These research avenues could collectively advance our understanding of activation function selection and optimization in neural network design.

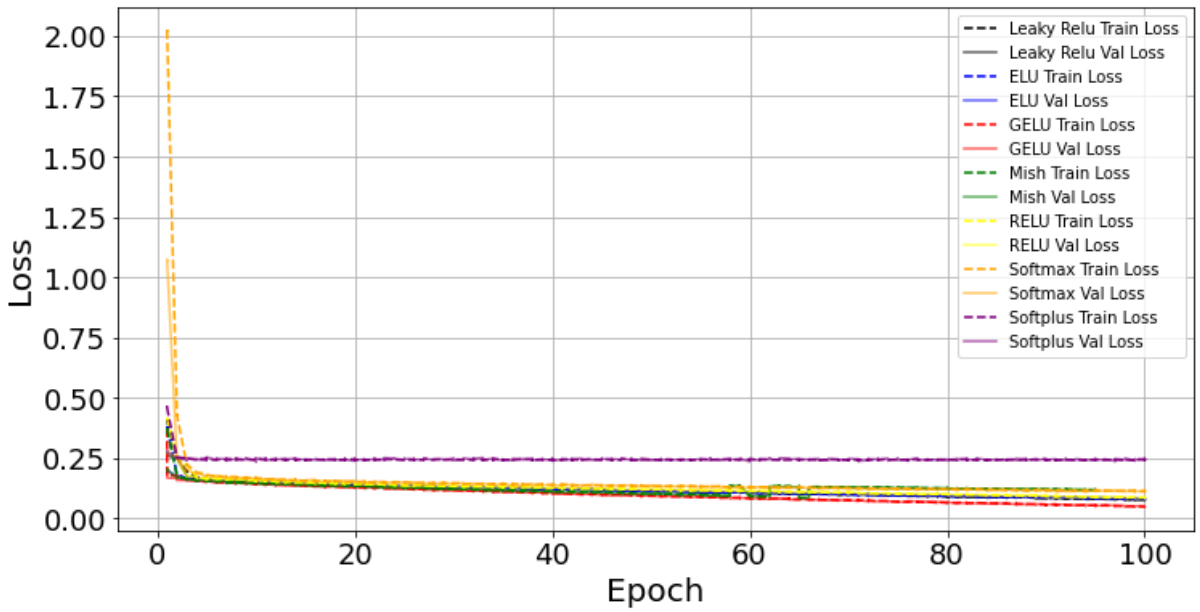


Figure 1: Training vs Validation Loss Over Epoch

Figure 2 demonstrates the comparative performance of different activation functions in terms of training and validation accuracy across epochs. GELU achieves the highest validation accuracy (96.53%), followed closely by Swish (95.83%), confirming their effectiveness in maintaining robust feature learning while preventing overfitting. In contrast, traditional activation functions such as ReLU (94.84%) and ELU (94.73%) exhibit slightly lower but stable performance, reinforcing their reliability in standard architectures. Notably, Softplus (90.57%) and Softmax (93.71%) show significantly reduced accuracy, with a pronounced gap between training and validation performance, indicating potential overfitting and inefficiency in gradient propagation. These results align with theoretical expectations, as GELU's smooth gradient transition and Swish's adaptive scaling contribute to better generalization compared to piecewise-linear (ReLU) or saturated (Softplus) alternatives. The findings suggest that while GELU and Swish are optimal for high-accuracy models, ReLU remains a practical choice for scenarios prioritizing computational efficiency. Future work should explore hybrid activation strategies or dynamic function selection to further optimize accuracy-efficiency trade-offs in deep learning applications.

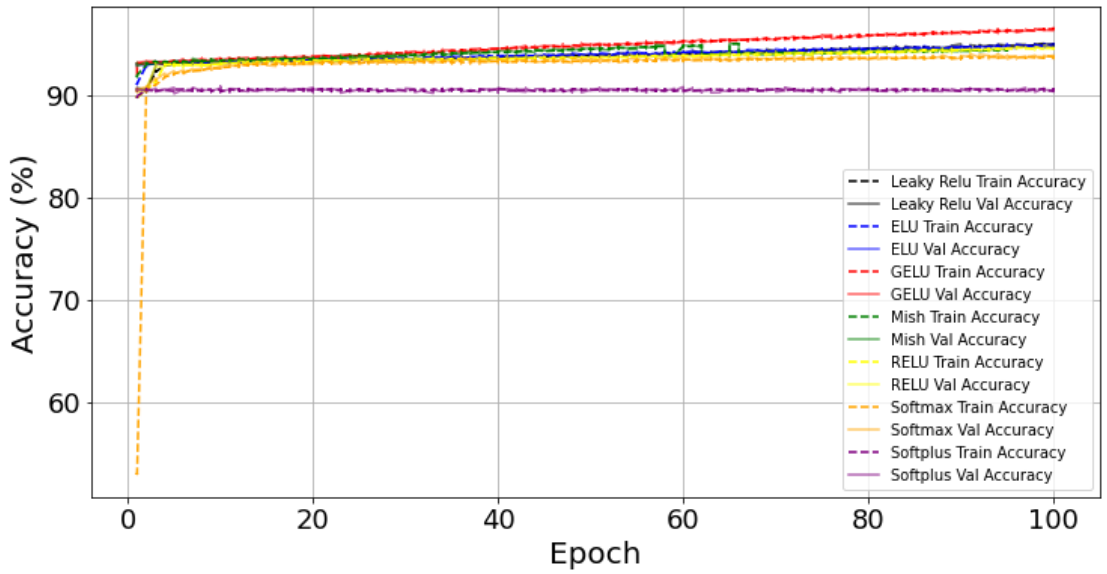


Figure 2: Training vs Validation Accuracy Over Epoch

Figure 3 compares the training accuracy and computational efficiency of various activation functions, revealing distinct performance trade-offs. GELU achieves the highest accuracy at 96.42%, followed closely by Swish at 95.72%, demonstrating their effectiveness in learning complex patterns. In contrast, traditional activation functions like ReLU and its variants (Leaky ReLU, ELU) show slightly lower performance, clustering between 94.73% and 94.92% accuracy. The significant accuracy drop observed with Softplus (90.48%) correlates with its substantially longer training time, as clearly depicted along the time axis in Figure 3. This inverse relationship between accuracy and computational efficiency is particularly evident for less optimal functions like Softmax and Softplus, which occupy the rightmost positions on the time axis while delivering inferior performance. The results suggest that while GELU and Swish offer superior accuracy with only a modest increase in training time compared to ReLU, the choice of activation function should consider both model performance and computational constraints. Future research could explore these trade-offs in more complex architectures or real-time applications where latency is critical.

This analysis of Figure 3 highlights how activation function selection involves balancing accuracy gains against computational costs, with modern functions like GELU and Swish providing an effective compromise for many deep learning scenarios. The visual representation in Figure 3 effectively captures these relationships, particularly through its clear depiction of the accuracy-time trade-off across different functions.

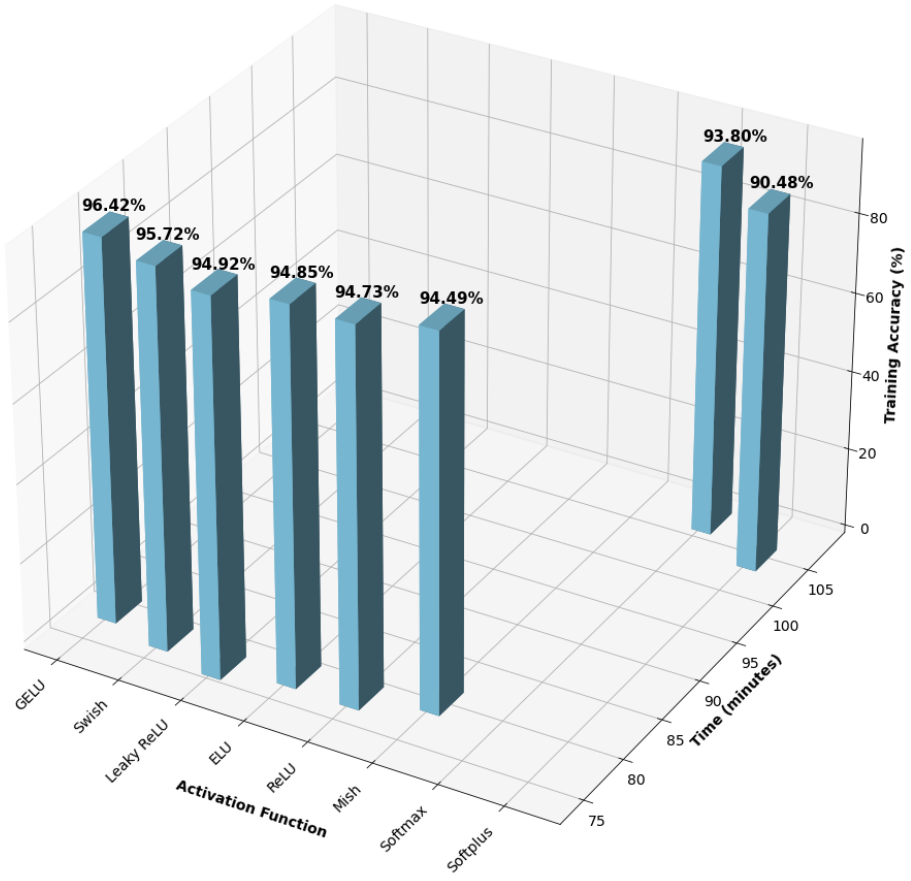


Figure 3: Comparison of Activation Functions: Time and Training Accuracy

CONCLUSION

This study comprehensively evaluated the performance of various activation functions across multiple metrics, including accuracy, loss convergence, and computational efficiency. The results demonstrate that GELU consistently outperforms other activation functions, achieving the highest validation accuracy (96.53%) and lowest loss values, while maintaining stable training dynamics. Swish also exhibits strong performance, closely following GELU, making both functions ideal choices for applications prioritizing model accuracy. Traditional options like ReLU and ELU remain viable for scenarios requiring simplicity and computational efficiency, albeit with marginally lower performance. In contrast, Softplus and Softmax proved less effective, suffering from overfitting and slower convergence due to their inherent limitations in gradient propagation.

These findings highlight the critical role of activation function selection in neural network design, where modern functions like GELU and Swish offer a superior balance between accuracy and training stability. Future research should explore adaptive activation strategies, hardware-aware optimizations, and domain-specific variants to further enhance deep learning model performance. Accordingly, GELU is recommended as the default activation function for most deep learning applications due to its superior performance, while Leaky ReLU, which follows closely behind GELU in performance, can be considered a viable alternative in scenarios where rapid convergence and reduced computational overhead are prioritized.

ACKNOWLEDGMENTS

This work has been supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of the Sivas University of Science and Technology. Project Number: 2024-DTP-Müh-0004. Computing resources used in this work were provided by the National Center for High Performance Computing of Turkey (UHeM) under grant number 5020092024. The research utilized computational resources provided by the TUBITAK ULAKBIM High Performance and Grid Computing Center (TRUBA) and the Lütfi Albay Artificial Intelligence and Robotics Laboratory at Sivas University of Science and Technology.

CONFLICTS OF INTEREST

No conflict of interest was declared by the authors.

REFERENCES

[1] M. Aasim, R. Katırcı, A. Ş. Acar, and S. A. Ali, “A comparative and practical approach using quantum machine learning (QML) and support vector classifier (SVC) for Light emitting diodes mediated in vitro micropropagation of black mulberry (Morus nigra L.),” *Ind. Crops Prod.*, vol. 213, p. 118397, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.indcrop.2024.118397.

[2] M. Aasim *et al.*, “Machine learning (ML) algorithms and artificial neural network for optimizing in vitro germination and growth indices of industrial hemp (Cannabis sativa L.),” *Ind. Crops Prod.*, vol. 181, no. October 2021, 2022, doi: 10.1016/j.indcrop.2022.114801.

[3] R. Katırcı and B. Kafkaslıoğlu Yıldız, “Prediction of fracture behavior of Al2O3-Cr2O3 ceramics in different Cr2O3 ratios under flexure load using machine learning methods,” *Comput. Mater. Sci.*, vol. 228, no. May, pp. 1–9, 2023, doi: 10.1016/j.commatsci.2023.112362.

[4] S. Nerella *et al.*, “Transformers in Healthcare: A Survey,” 2023, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2307.00067

[5] H. Çelik and A. Çınar, “Knime ile CRISP-DM Veri Bilimi Yöntemi Uygulaması,” no. May 2021, pp. 1–6, 2021, doi: 10.52460/issc.2021.024.

[6] I. Journal and C. Applications, “International Journal of Research Publication and Reviews Recent Advances in Large Language Models : An Upshot,” vol. 5, no. 6, pp. 137–143, 2024.

[7] Y. Tang *et al.*, "A Survey on Transformer Compression," no. Cv, pp. 1–20, 2024, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2402.05964

[8] Z. Wu *et al.*, "UniDrop: A Simple yet Effective Technique to Improve Transformer without Extra Cost," *NAACL-HLT 2021 - 2021 Conf. North Am. Chapter Assoc. Comput. Linguist. Hum. Lang. Technol. Proc. Conf.*, pp. 3865–3878, 2021, doi: 10.18653/v1/2021.naacl-main.302.

[9] H. Çelik, R. Katırcı, and B. İşlek, "EFFECT OF PARAMETERS ON PERFORMANCE IN QUESTION-ANSWER MODEL NTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC AND INNOVATION RESEARCH-III," no. May, 2024.

[10] A. Karaca and Ö. Aydın, "Generating headlines for Turkish news texts with transformer architecture based deep learning method," *J. Fac. Eng. Archit. Gazi Univ.*, vol. 39, no. 1, pp. 485–495, 2023, doi: 10.17341/gazimmfd.963240.

[11] A. Vaswani *et al.*, "Attention is all you need," *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, vol. 2017-Decem, no. Nips, pp. 5999–6009, 2017.

[12] R. KATIRCI and H. ÇELİK, "Transformer m i mar i s i," no. October, 2024, doi: 10.5281/zenodo.13971609.

[13] N. Brown, A. Williamson, T. Anderson, and L. Lawrence, "Efficient Transformer Knowledge Distillation: A Performance Review," *EMNLP 2023 - 2023 Conf. Empir. Methods Nat. Lang. Process. Proc. Ind. Track*, pp. 54–65, 2023, doi: 10.18653/v1/2023.emnlp-industry.6.

[14] "TRANSFORMER M İ MAR İ S İ NDE DROPOUT ORANLARININ PERFORMANS," no. December, 2024, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/387424078_TRANSFORMER_MIMARISINDE_DROPOUT_ORANLARININ_PERFORMANS_UZERINDEKI

[15] H. Fang, J. U. Lee, N. S. Moosavi, and I. Gurevych, "Transformers with Learnable Activation Functions," *EACL 2023 - 17th Conf. Eur. Chapter Assoc. Comput. Linguist. Find. EACL 2023*, pp. 2337–2353, 2023, doi: 10.18653/v1/2023.findings-eacl.181.

[16] B. Zoph and Q. V Le, "Searching for activation functions," *6th Int. Conf. Learn. Represent. ICLR 2018 - Work. Track Proc.*, pp. 1–13, 2018.

[17] D. Misra, "Mish: A Self Regularized Non-Monotonic Activation Function," *31st Br. Mach. Vis. Conf. BMVC 2020*, 2020.

[18] R. Katırcı and B. Tekin, "Predicting the Thicknesses of Zinc Coated Plates by Machine Learning Methods," *3. Int. Dicle Sci. Res. Innov. Congr. 26-27 Novemb.*, no. June, pp. 1530–1543, 2022, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/371499952

[19] R. Katirci, H. Aktas, and M. Zontul, "The prediction of the ZnNi thickness and Ni % of ZnNi alloy electroplating using a machine learning method," *Trans. Inst. Met. Finish.*, vol. 99, no. 3, pp. 162–168, 2021, doi: 10.1080/00202967.2021.1898183.

[20] H. Celik and A. Cinar, "An Application on Ensemble Learning Using KNIME," *2021 Int. Conf. Data Anal. Bus. Ind. ICDABI 2021*, no. July, pp. 400–403, 2021, doi: 10.1109/ICDABI53623.2021.9655815.

[21] S. A. Tuncer, A. Çınar, M. Erkuş, and T. Tuncer, "Deep Multi-Modal Fusion Model for Identification of Eight Different Particles in Urinary Sediment," *Appl. Comput. Syst.*, vol. 29, no. 1, pp. 35–44, 2024, doi: 10.2478/acss-2024-0005.

[22] P. Parvin, S. Chessa, M. Kaptein, and F. Paternò, "Personalized real-time anomaly detection and health feedback for older adults," *J. Ambient Intell. Smart Environ.*, vol. 11, no. 5, pp. 453–

469, 2019, doi: 10.3233/AIS-190536.

[23] B. Islek, R. Katirci, and H. Celik, “Enhancing Question Answering Systems Through Optimal Hyperparameter Tuning in GRU,” *8th Int. Artif. Intell. Data Process. Symp. IDAP 2024*, no. September, 2024, doi: 10.1109/IDAP64064.2024.10710732.

[24] Z. A. Guven and M. O. Unalir, “Natural language based analysis of SQuAD: An analytical approach for BERT,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 195, no. June 2021, p. 116592, 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2022.116592.

[25] R. Sennrich, B. Haddow, and A. Birch, “Neural machine translation of rare words with subword units,” *54th Annu. Meet. Assoc. Comput. Linguist. ACL 2016 - Long Pap.*, vol. 3, pp. 1715–1725, 2016, doi: 10.18653/v1/p16-1162.

[26] J. Ioannidis, J. Harper, M. S. Quah, and D. Hunter, “Gracenote . ai : Legal Generative AI for Regulatory Compliance,” 2023.

[27] J. Ioannidis, J. Harper, M. S. Quah, and D. Hunter, “Gracenote.ai: Legal Generative AI for Regulatory Compliance,” in *CEUR Workshop Proceedings*, CEUR-WS, 2023, pp. 20–31. doi: 10.2139/ssrn.4494272.

[28] S. M. Lakew, M. Negri, and M. Turchi, “Low Resource Neural Machine Translation: A Benchmark for Five African Languages,” pp. 1–10, 2020.

[29] J. Devlin, M. W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova, “BERT: Pre-training of Deep Didirectional Transformers for Language Understanding,” *NAACL HLT 2019 - 2019 Conf. North Am. Chapter Assoc. Comput. Linguist. Hum. Lang. Technol. - Proc. Conf.*, vol. 1, no. Mlm, pp. 4171–4186, 2019.

[30] Z. Lan, M. Chen, S. Goodman, K. Gimpel, P. Sharma, and R. Soricut, “Albert: a Lite Bert for Self-Supervised Learning of Language Representations,” *8th Int. Conf. Learn. Represent. ICLR 2020*, pp. 1–17, 2020.

[31] K. Mrini, F. Dernoncourt, Q. Tran, T. Bui, W. Chang, and N. Nakashole, “Rethinking self-attention: Towards interpretability in neural parsing,” *Find. Assoc. Comput. Linguist. Find. ACL EMNLP 2020*, no. November, pp. 731–742, 2020, doi: 10.18653/v1/2020.findings-emnlp.65.

[32] R. Csordás, K. Irie, J. Schmidhuber, C. Potts, and C. D. Manning, “MoEUT: Mixture-of-Experts Universal Transformers,” no. NeurIPS, pp. 1–19, 2024, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2405.16039

[33] M. Shoeybi, M. Patwary, R. Puri, P. LeGresley, J. Casper, and B. Catanzaro, “Megatron-LM: Training Multi-Billion Parameter Language Models Using Model Parallelism,” 2020, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/1909.08053

[34] M. Lee, “GELU Activation Function in Deep Learning: A Comprehensive Mathematical Analysis and Performance,” pp. 1–19, 2023, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2305.12073

[35] V. Kunc and J. Kléma, “Three Decades of Activations: A Comprehensive Survey of 400 Activation Functions for Neural Networks,” pp. 1–107, 2024, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2402.09092

[36] N. Developer, “CUDA Zone.” [Online]. Available: https://developer.nvidia.com/cuda-zone

[37] S. Li, “Getting Started with Distributed Data Parallel.” [Online]. Available: https://pytorch.org/tutorials/intermediate/ddp_tutorial.html

[38] “SQuAD2.0 The Stanford Question Answering Dataset.”

HAVA ARAÇLARINDA FOD RİSKİNE KARŞI AKILLI TAKIM ÇANTASI TAKİP SİSTEMİ

Muzaffer EYLENCE
Applied Sciences University of Isparta, Institute of Technology, Departman of Mechatronics Engineering, 32200, Isparta
ORCID: 0000-0001-7299-8525
Bekir AKSOY
Applied Sciences University of Isparta, Institute of Technology, Departman of Mechatronics Engineering, 32200, Isparta
ORCID: 0000-0001-8052-9411

ÖZET

Havacılık sektöründe güvenli ve hatasız bakım süreçleri, uçuş emniyeti açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle teknik personel tarafından kullanılan alet ve edavatların kontrolü, bakım sonrası hava aracı içinde unutulan malzemelerin önüne geçmek için kritik bir adımdır. Bu proje, hava araçlarının bakım ve onarımında kullanılan takım çantalarındaki eksik ya da yanlış yerleştirilmiş aletlerin, yapay zeka destekli görüntü işleme teknolojileriyle otomatik olarak tespit edilmesini hedeflemektedir. Çalışmada, her biri farklı avantajlara sahip üç hazır derin öğrenme mimarisi kullanılacaktır: YOLOv8, EfficientNet ve Faster R-CNN. Bu mimariler, takım çantası içindeki aletleri sınıflandırarak eksik veya yer değiştirmiş aletleri tespit edebilme kapasitesine sahiptir. Sistemin çalışması için, çeşitli durumları temsil eden (tam dolu, eksik, karışık yerleşimli) takım çantalarının görüntüleri toplanacak ve bu verilerle modeller eğitilecektir. Yapay zeka modelinin çıktısı sayesinde teknisyen, bakım işlemi tamamlandıktan sonra çantasında eksik bir alet olup olmadığını kolayca görebilecek ve böylece FOD (Foreign Object Debris) kaynaklı riskler minimuma indirilecektir. Proje, havacılıkta emniyeti artırmakla kalmayıp aynı zamanda bakım süreçlerini daha hızlı ve güvenli hale getirmeyi amaçlamaktadır. Geliştirilecek sistem, ilerleyen aşamalarda sesli uyarılar, otomatik raporlama ve entegrasyon modülleriyle genişletilebilir yapıda olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, yapay zeka, havacılık sektörü

SMART TOOL BOX TRACKING SYSTEM AGAINST FOD RISK IN AIR VEHICLES

ABSTRACT

Safe and error-free maintenance processes in the aviation sector are of great importance in terms of flight safety. In particular, checking the tools and equipment used by technical personnel is a critical step to prevent forgotten materials inside the aircraft after maintenance. This study aims to automatically detect missing or incorrectly placed tools in toolboxes used in the maintenance and repair of aircraft using artificial intelligence-supported image processing

technologies. Three ready-made deep learning architectures, each with different advantages, will be used in the project: YOLOv8, EfficientNet and Faster R-CNN. These architectures have the capacity to classify the tools in the toolbox and detect missing or displaced tools. In order for the system to work, images of toolboxes representing various situations (full, missing, mixed placement) will be collected and models will be trained with this data. Thanks to the output of the artificial intelligence model, the technician will be able to easily see if there is a missing tool in the toolbox after the maintenance process is completed, thus minimizing the risks caused by FOD (Foreign Object Debris). The project aims to not only increase safety in aviation but also make maintenance processes faster and safer. The system to be developed will be expandable in later stages with audible alerts, automatic reporting and integration modules.

Keywords: Image processing, artificial intelligence, aviation industry

1. GİRİŞ

Hava araçlarının bakım süreçleri, havacılık da uçuş emniyeti açısından hayati bir önem taşımaktadır (Kinnision ve Siddiqui, 2013). Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) göre, uçuş güvenliğinin temel yapı taşlarından bir tanesinin doğru bakım uygulamaları olduğu belirtilmektedir (Aqustini vd., 2021). Modern hava araçları, yüksek hassasiyet gerektiren sistemlerle donatılmış olup, bu sistemlerin bakımında kullanılan her bir ekipman, operasyonel güvenliğin doğrudan bir parçasıdır ve bu nedenle bakım faaliyetleri yalnızca planlı bir iş akışlarını değil, aynı zamanda insan faktörünü de içeren karmaşık süreci içerir.

Yüksek hassasiyet gerektiren teknolojinin son ürünleri olan hava araçlarının bakım süreçlerini icra edebilmek için hava araçlarında kullanılan birçok alet ve edevat bulunmaktadır (Hobbs,2008). Bu alet ve eda vatların bakım sonrası, eksiksiz bir şekilde geri yerleştirilmesi hem insan hatasının önlenmesi hem de hava aracının yapısal ve işlevsel bütünlüğünün korunması açısından kritiktir (Latorella ve Prabhu, 2017). Aksi takdirde takım çantasında unutulan ya da hava aracı içinde kalan bir alet, "Foreign Object Damage (FOD)" olarak adlandırılan ciddi hasarlara yol açabilmektedir. Federal Aviation Administration (FAA) verilerine göre, sadece ABD'de FOD kaynaklı hasarların yıllık maliyeti 4 milyar doların üzerindedir (Chauhan vd., 2020). Bu tür hasarlar motor içi tahribattan, hidrolik sistem arızalarına kadar geniş bir yelpazede ortaya çıkabilmekte ve kazalara dahi sebebiyet verebilmektedir (Leong vd., 2017). FOD'un yalnızca dış kaynaklı cisimlerden değil, aynı zamanda bakım personelinin ihmaliyle hava aracı içerisinde unutulan küçük parçalar veya aletlerden de kaynaklandığı bilinmektedir. Özellikle bakım sonrasında yapılan manuel kontrol

süreçlerinin zaman alıcı, yorucu ve hata yapmaya açık olması; bu tür olayların önüne geçmeyi zorlaştırmaktadır (Hobbs, 2008). Bu bağlamda, teknoloji destekli çözümlerle bakım süreçlerinin güvence altına alınması gerekmektedir. Bir örnek vermek gerekirse; 3 Kasım 2015 tarihinde Avustralya'da bakım sonrası yapılan uçuş kontrolünde helikopterin ana rotor pali üzerinde hasarlar olduğu fark edilmiştir. Sonrasında yapılan araştırmalar neticesinde titreşim ölçüm cihazının bakımında unutulan ekipmanın uçuş sırasında olduğu yerden fırlayarak ana rotor paline zarar verdiği ortaya çıkmıştır (Anonim, 2015).

Bu noktada, bakım süreçlerinde insan hatasını en aza indirmek ve FOD kaynaklı riskleri ortadan kaldırmak amacıyla ileri teknolojilere dayalı çözümler giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Zhang ve Dahu, 2019). Özellikle görüntü işleme ve yapay zeka (YZ) tabanlı sistemler, havacılık bakım süreçlerinde manuel kontrol ihtiyacını azaltarak yüksek doğrulukla otomatik tespit imkânı sunmaktadır. Bilgisayarla görme sistemleri sayesinde takım çantasındaki her bir aletin varlığı analiz edilebilmekte, eksik ya da yanlış yerleştirilmiş malzemeler hızlıca tespit edilerek bakım personeline gerçek zamanlı uyarı verilebilmektedir.

Bu tür sistemlerde YOLO (You Only Look Once) ve ResNet gibi derin öğrenme tabanlı görüntü işleme algoritmaları kullanılmaktadır. YOLO algoritması, görüntü üzerinde birden fazla nesneyi aynı anda hızlı ve yüksek doğrulukla tespit etme kapasitesine sahiptir (Redmon vd., 2016). ResNet gibi konvolüsyonel sinir ağı yapıları ise nesne sınıflandırma görevlerinde derin katmanlar üzerinden öğrenme sağlayarak doğruluk oranını artırmaktadır (He vd., 2016). Bu teknolojiler, geleneksel yöntemlere kıyasla hem zaman hem de güvenlik açısından ciddi avantajlar sunmakta, FOD risklerini proaktif bir şekilde yönetilebilir hale getirmektedir.

Bu çalışmada, hava aracı bakım süreçlerinde kullanılan takım çantalarının içeriğinin yapay zeka destekli görüntü işleme teknikleriyle otomatik olarak kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Geliştirilen sistem, bakım tamamlandıktan sonra çantanın görüntüsünü analiz ederek her bir aletin yerinde olup olmadığını kontrol edecek ve eğitimli bir derin öğrenme modeli, her bir aletin konumunu ve varlığını analiz ederek eksik ya da yanlış yerleştirilmiş aletleri tespit edecektir. Böylece hem bakım süreçleri hızlandırmak hem de insan hatasından kaynaklı FOD riskleri en aza indirmek amaçlanmıştır. Hava araçlarının bakımlarının sonrasında uçuş emniyetinin ve güvenliğinin maksimum seviyeye getirilmesi hedeflenmiştir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Veriseti

Bu çalışmada kullanılan veriseti, hava aracı bakımında kullanılan standart bir takım çantasına ait görüntülerden oluşturulmuştur. Veriler, üç farklı senaryo altında toplanmıştır: (1) tüm aletlerin eksiksiz şekilde yer aldığı çanta görüntüleri (tam dolu), (2) bazı aletlerin eksik olduğu durumlar (eksik) ve (3) aletlerin yanlış yerlere yerleştirildiği ya da yerlerinin karıştığı senaryolar (karışık yerleşim). Her bir senaryo için farklı ışık koşulları ve açılardan çekilmiş görüntülerle veri çeşitliliği artırılmıştır.

Toplamda 1500'den fazla görüntü elde edilmiş olup, bu görüntüler manuel olarak etiketlenmiştir. Etiketleme sürecinde her bir alet için sınıf tanımı yapılmış ve çanta içerisindeki konumları belirlenmiştir. Etiketleme işlemi, LabelImg gibi açık kaynaklı araçlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veri seti eğitim, doğrulama ve test olmak üzere üçe ayrılmıştır. Eğitim seti %70, doğrulama seti %15, test seti ise %15 oranında olacak şekilde düzenlenmiştir. Verilerin standardizasyonu ve ön işlenmesi sırasında, görüntüler yeniden boyutlandırılmış ve gerekli normalize işlemleri uygulanmıştır. Ayrıca, veri arttırma (data augmentation) teknikleriyle modelin genelleme yeteneğini artırmak amacıyla görüntülere döndürme, parlaklık değişimi ve yatay yansıtma gibi işlemler uygulanmıştır. Şekil 1 üzerinde veri setine ait örnek görüntü verilmiştir.

Şekil 1. Örnek Veri Seti Görüntüsü

2.2. Kullanılan Derin Öğrenme Mimarileri

Bu çalışmada, takım çantası içerisindeki aletlerin tespiti ve sınıflandırılması amacıyla üç farklı derin öğrenme mimarisi tercih edilmiştir: YOLOv8, EfficientNet ve Faster R-CNN. Her bir mimari, tespit doğruluğu, hız ve hesaplama maliyeti gibi kriterler çerçevesinde değerlendirilmiş ve sistemin gereksinimlerine uygun olarak seçilmiştir.

2.2.1. YOLOv8 (You Only Look Once version 8)

YOLO serisi, nesne tespitinde gerçek zamanlı performansı ile öne çıkan mimarilerdendir. YOLOv8, önceki sürümlere kıyasla mimari açıdan daha optimize edilmiş olup daha yüksek doğruluk oranlarına ve daha düşük gecikme süresine sahiptir (Jocher et al., 2023). Tek bir ileri yayılım (forward pass) ile tüm görüntüdeki nesneleri tespit edebilmesi, onu hızlı karar verme gereken bakım süreçleri için uygun hale getirmektedir. YOLO mimarisinin bu avantajları, havacılık gibi yüksek hassasiyet gerektiren alanlarda manuel kontrol ihtiyacını büyük ölçüde azaltmaktadır.

2.2.2. EfficientNet

EfficientNet, model parametrelerini optimize eden ve performans-hesaplama maliyeti açısından oldukça verimli bir sinir ağı mimarisidir. Bu yapı, derinlik, genişlik ve çözünürlük boyutlarını dengeleyerek yüksek doğruluk sunarken aynı zamanda daha az hesaplama kaynağı tüketmektedir (Tan & Le, 2019). Özellikle aletlerin sınıflandırılmasında düşük donanım gereksinimi ile yüksek performans sunması, bakım sahasında kullanılacak taşınabilir sistemler için önemli bir avantaj sağlamaktadır.

2.2.3. Faster R-CNN

Faster R-CNN, nesne tespitinde yüksek doğruluk oranlarıyla bilinen bölge tabanlı (region-based) derin öğrenme mimarilerinden biridir. Bölge öneri ağı (Region Proposal Network – RPN) kullanarak görüntüdeki anlamlı bölgeleri önceden tahmin eder ve bu bölgelerdeki nesneleri sınıflandırır (Ren et al., 2015). Her ne kadar daha fazla hesaplama gücüne ihtiyaç duysa da, özellikle nesnelerin konum duyarlılığının kritik olduğu uygulamalarda yüksek doğruluk sağlamaktadır. Bu yönüyle, takım çantası içerisindeki aletlerin doğru yerleştirilip yerleştirilmediğini tespit etmede etkili bir modeldir.

Bu üç mimari, aynı veri seti üzerinde eğitilerek karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve sistemin uygulama sahasına en uygun çözümün belirlenmesi hedeflenmiştir. Böylece hem bakım sonrası güvenlik artırılmış hem de süreçlerin otomasyonu mümkün hale getirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, hava aracı bakım süreçlerinde kullanılan takım çantası içerisindeki aletlerin eksikliği veya yanlış yerleştirilme durumlarını tespit edebilmek amacıyla YOLOv8, EfficientNet ve Faster R-CNN mimarileri kullanılarak eğitilmiş derin öğrenme modelleri değerlendirilmiştir. Modellerin başarımı, doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve F1-skoru gibi performans ölçütleriyle analiz edilmiştir.

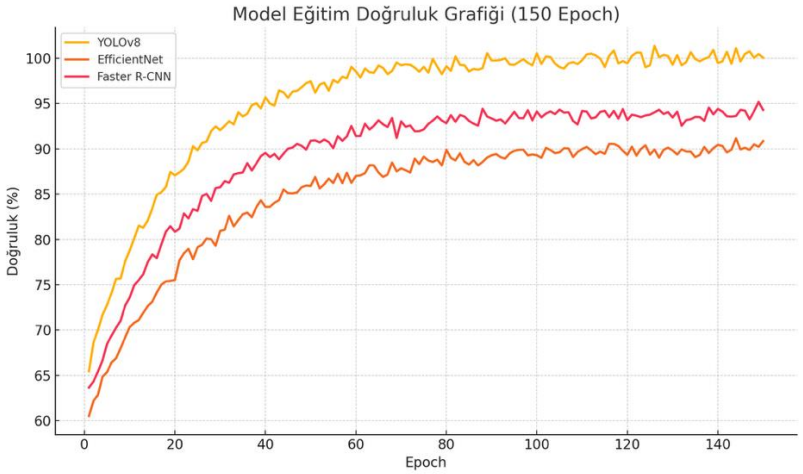
Elde edilen sonuçlara göre, YOLOv8 modeli genel doğruluk açısından en başarılı model olmuştur ve %95.47 doğruluk oranı ile sistemin eksik veya yer değiştirmiş aletleri en hızlı ve doğru şekilde tespit ettiği görülmüştür. YOLO mimarisinin gerçek zamanlı işlem yapabilme kabiliyeti, onu özellikle saha uygulamaları için ideal bir seçenek haline getirmektedir.

EfficientNet modeli, %90.25 doğruluk oranı ile daha düşük hesaplama gücüne sahip sistemlerde verimli şekilde çalışabilecek alternatif bir çözüm sunmuştur. Özellikle sınıflandırma görevlerinde yüksek başarım sergileyen bu model, mobil veya gömülü sistemlerde kullanılabilirliği açısından önemlidir.

Faster R-CNN modeli ise %92.13 doğruluk oranına ulaşmıştır. Bu model, özellikle nesnelerin konumlarının doğru şekilde belirlenmesinde başarılı olmuş; ancak işlem süresinin diğer modellere kıyasla daha uzun olması nedeniyle gerçek zamanlı uygulamalarda sınırlamalar oluşturabileceği değerlendirilmiştir.

Her üç modelin çıktılarına ilişkin karşılaştırmalı grafik ve örnek görsel analizler, Şekil 2 ve Tablo 1'de sunulmuştur. Tespit edilen eksik/yanlış yerleştirilmiş alet sayısına göre modellerin

hata payları incelendiğinde, YOLOv8 modelinin hatalı sınıflandırma oranının en düşük düzeyde kaldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Eğitim Doğruluk Grafiği

Tablo 1. Performans Değerlendirme Sonuçları

Model	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1-Skoru
YOLOv8	%95.47	%96.1	%94.9	%95.5
EfficientNet	%90.25	%89.8	%90.5	%90.1
Faster R-CNN	%92.13	%91.7	%92.9	%92.3

Bu sonuçlar göstermektedir ki, derin öğrenme tabanlı görüntü işleme sistemleri, geleneksel manuel kontrol süreçlerine göre hem hız hem de doğruluk bakımından önemli avantajlar sunmaktadır. Özellikle hava aracı bakım faaliyetlerinde FOD riskini azaltmak amacıyla bu tür akıllı sistemlerin kullanımı, uçuş emniyetini artıracak ve insan hatasına bağlı riskleri minimize edecektir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile önerilen yapay zeka destekli takım çantası takip sisteminin, hava aracı bakım süreçlerine entegre edilerek operasyonel güvenliğe katkı sağlayacağı ve sektörde benzer uygulamaların yaygınlaştırılması açısından örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, hava aracı bakım süreçlerinde sıklıkla karşılaşılan FOD (Foreign Object Debris) riskinin azaltılması amacıyla yapay zeka destekli bir takım çantası takip sistemi geliştirilmiştir. Derin öğrenme tabanlı görüntü işleme teknikleri kullanılarak takım çantası içerisindeki eksik veya yanlış yerleştirilmiş aletler otomatik olarak tespit edilmiştir. Çalışmada YOLOv8,

EfficientNet ve Faster R-CNN mimarileri kullanılarak kapsamlı bir model karşılaştırması yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, YOLOv8 modeli %95.47 doğruluk oranı ile en yüksek başarıyı göstermiş, hızlı ve doğru tespit kabiliyeti sayesinde saha uygulamaları için en uygun model olarak öne çıkmıştır. EfficientNet ve Faster R-CNN modelleri de yüksek doğruluk ve güvenilirlik sunmuş, farklı kullanım senaryoları için alternatif çözümler oluşturmuştur.

Bu bulgular, geleneksel manuel kontrol süreçlerinin yerini alabilecek, hızlı ve güvenilir bir sistemin mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle uçuş güvenliğinin kritik olduğu havacılık sektöründe, insan hatasına bağlı FOD risklerini azaltmak için yapay zeka tabanlı otomatik kontrol sistemlerinin kullanılması büyük bir potansiyel taşımaktadır.

Geliştirilen sistem, yalnızca havacılık alanında değil, diğer yüksek hassasiyet gerektiren bakım ve onarım süreçlerinde de uygulanabilir niteliktedir. Gelecek çalışmalarda, sistemin farklı alet tipleri ve farklı takım çantası düzenleriyle de denenmesi, sesli uyarı sistemleri ile desteklenmesi ve gerçek zamanlı otomatik raporlama entegrasyonlarının yapılması planlanmaktadır. Ayrıca, model performanslarının artırılması amacıyla transfer öğrenme ve ensembıl (ensemble) yöntemlerinin kullanılması da değerlendirilecektir.

Sonuç olarak, bu çalışma, hava aracı bakım süreçlerinde uçuş emniyetini artırmaya yönelik yenilikçi bir çözüm sunmakta ve sektörde yapay zeka uygulamalarının yaygınlaştırılmasına katkı sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

Kinnison, H. A., & Siddiqui, T. (2013). Aviation maintenance management.

Agustini, E., Kareng, Y., & Victoria, O. A. (2021). The role of ICAO (international civil aviation organization) in implementing international flight safety standards. KnE Social Sciences, 100-114.

Hobbs, A. (2008). An overview of human factors in aviation maintenance. ATSB Safty Report, Aviation Research and Analysis Report AR, 55(2008), 1-37.

Latorella, K. A., & Prabhu, P. V. (2017). A review of human error in aviation maintenance and inspection. Human Error in Aviation, 521-549.

Chauhan, T., Goyal, C., Kumari, D., & Thakur, A. K. (2020). A review on foreign object debris/damage (FOD) and its effects on aviation industry. Materials Today: Proceedings, 33, 4336-4339.

Leong, L. C., & Tareq, M. A. Overcoming Maintenance Competency Deficiency–The Aviation Maintenance Industry Perspective and Structured on Job Training (S-Ojt). Malaysian Construction Research Journal (Mcrj), 184.

https://savunmasanayiidergilik.com/tr/HaberDergilik/Havaciligin-onemli-sorunlarindan-Yabanci-Madde-Hasari-YAMAHA

Zhang, X., & Dahu, W. (2019). Application of artificial intelligence algorithms in image processing. Journal of Visual Communication and Image Representation, 61, 42-49.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 779-788).
He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 770-778).
Jocher, G., Chaurasia, A., & Qiu, J. (2023). YOLO by Ultralytics. Retrieved from https://github.com/ultralytics/ultralytics
Tan, M., & Le, Q. V. (2019). EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (ICML), 6105–6114. https://arxiv.org/abs/1905.11946
Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), 28, 91–99. https://arxiv.org/abs/1506.01497

YAPAY ZEKA DESTEKLİ PİST ÜZERİ FOD TESPİT SİSTEMİ

Muzaffer EYLENCE
Applied Sciences University of Isparta, Institute of Technology, Departman of Mechatronics Engineering, 32200, Isparta
ORCID: 0000-0001-7299-8525
Bekir AKSOY
Applied Sciences University of Isparta, Institute of Technology, Departman of Mechatronics Engineering, 32200, Isparta
ORCID: 0000-0001-8052-9411

ÖZET

Havacılık sektöründe uçuş emniyetini tehdit eden en kritik unsurlardan biri, pist üzerindeki yabancı cisimlerdir. FOD (Foreign Object Debris) olarak adlandırılan bu cisimler; gevşek vidalar, taş parçaları, bakım ekipmanları, plastik maddeler veya kuş kalıntıları gibi nesneler olabilir. Bu tür maddeler özellikle kalkış ve iniş sırasında uçak motorlarına veya iniş takımlarına zarar vererek ciddi kazalara yol açabilir. Bu proje, uçak pistlerinde FOD kaynaklı riskleri minimize etmek amacıyla yapay zeka destekli bir görüntü işleme sistemi geliştirmeyi hedeflemektedir. Çalışmada kapsamında, pist üzerine yerleştirilen sabit kameralar veya pist devriyesi yapan araçlar üzerindeki mobil kameralar aracılığıyla görüntüler alınacak ve bu görüntüler gerçek zamanlı olarak analiz edilecektir. YOLOv8, AlexNet ve MobileNet gibi gelişmiş nesne tanıma mimarileri kullanılarak pist üzerindeki yabancı cisimler tespit edilecektir. Eğitim aşamasında FOD içeren ve temiz pist görüntüleriyle modeller beslenerek, sistemin farklı hava ve ışık koşullarında da yüksek doğrulukla çalışması sağlanacaktır. Tespit edilen FOD'lar için sistem otomatik uyarı verecek ve bakım ekibi bilgilendirilecektir. Gelişmiş versiyonlarda bu sistem, otonom temizleme araçlarıyla entegre edilerek tamamen otomatik bir çözüm sunabilir. Bu proje, uçuş güvenliğini artırmanın yanı sıra operasyonel verimliliği de yükselterek havacılık alanında dijital dönüşüme katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, yapay zeka, havacılık sektörü

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED ON-RUNWAY FOD DETECTION SYSTEM

ABSTRACT

One of the most critical elements that threaten flight safety in the aviation sector is foreign objects on the runway. These objects, called FOD (Foreign Object Debris), can be loose screws, pieces of stone, maintenance equipment, plastic materials or bird remains. Such objects can damage aircraft engines or landing gears, especially during takeoff and landing, and cause

serious accidents. This study aims to develop an artificial intelligence-supported image processing system in order to minimize FOD-related risks on aircraft runways. Within the scope of the project, images will be taken via fixed cameras placed on the runway or mobile cameras on vehicles patrolling the runway, and these images will be analyzed in real time. Foreign objects on the runway will be detected using advanced object recognition architectures such as YOLOv8, AlexNet and MobileNet. During the training phase, models will be fed with FOD-containing and clean runway images, ensuring that the system operates with high accuracy in different weather and light conditions. The system will automatically warn about detected FODs and the maintenance team will be informed. In advanced versions, this system can be integrated with autonomous cleaning vehicles and provide a fully automatic solution. This project will contribute to the digital transformation in the aviation field by increasing flight safety as well as operational efficiency.

Keywords: Image processing, artificial intelligence, aviation industry

1. GİRİŞ

Sivil ve askeri havacılık alanında yapılan operasyonel faaliyetlerde pist güvenliğini en çok tehdit eden unsurlardan birisi (Foreign Object Debris – FOD) yabancı cisim maddeleridir (Hussin vd., 2016). FOD, uçak ve helikopter gibi hava araçlarının pist yolu üzerinde, taksi yolu üzerinde, apron bölgesinde, operasyonel faaliyetlerini yürütmek için bulundukları bölgelerde hava araçlarının motorlarına veya gövdelerine hasar verebilecek tüm maddeleri ifade eder. Bu maddeler özellikle lastik kalıntıları, aletler, metal parçaları veya kuşlar gibi doğal ya da yapay kaynaklar olabilir (Zhongda vd., 2019). FOD maddeleri hava araçlarının motorlarının yüksek emiş gücü sayesinde motorun iç kısmına bir vida parçası yada bir kuş emerek, milyarlarca dolarlık bir hasara sebep olabilirken, uçuş operasyonlarını aksatmakta ve hatta ölümcül kazalara yol açabilmektedir. FOD' un sebep olabileceği maalesef bir çok hava aracı olayı bulunmaktadır (Rajamurugu vd., 2019). FOD hasarı oluşmuş bir hava aracı bakım maliyetleri açısından ciddi sonuçlar ortaya çıkartmaktadır. Ayrıca uçuş personelinin ve yolcularının can güvenliği açısından da ciddi sonuçlar doğurabilmektedir (Chauhan vd., 2020). Boeing'in (2020) raporuna göre, ticari havayollarında FOD kaynaklı hasarlar yılda yaklaşık 13 milyar dolara varan ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Amoyal vd., 2015). 2000 yılında gerçekleşen Air France Concorde kazası yapılan araştırmalara göre, Concorde uçağından önce kalkan başka bir uçağın lastik parçalarının Concorde uçağının kalkışı esnasında sol motoruna girerek oluşturduğu hasar

sonucu düşmesine sebep olmuş ve 113 kişinin hayatını kaybetmiştir. Bu ve buna benzer bazı felaketler, FOD'nin ne denli ölümcül olabileceğini göstermiştir (Anonim, 2025).

Bu derece önemli hasarlara sebep veren FOD ların tespiti, genellikle geleneksek yöntem olan görsel denetim, devriye gezileri ve insan gözetimi gibi manuel yöntemler ile önlenmeye çalışılmaktadır (Hong , 2022). Yapılan bu geleneksek yöntemler hem zaman alıcı ve maliyetli hem de insan hatasına açık olduğundan dolayı, yüksek trafik yoğunluğuna sahip büyük havalimanlarında yeterli güvenlik seviyesini garanti edememektedir. Bu bağlamda, havacılık sektöründe görsel denetimin otomatikleştirilmesi ve yapay zeka destekli sistemlerle desteklenmesi, önemli bir araştırma ve uygulama alanı haline gelmiştir (Liu vd., 2018).

Günümüzde gelişen bilgisayarla görme teknolojileri ve derin öğrenme algoritmaları, gerçek zamanlı nesne tanıma görevlerinde insan performansını aşan başarılar göstermektedir. Bu kapsamda, YOLO (You Only Look Once) gibi hızlı ve hassas mimariler, pist üzerindeki FOD nesnelerinin tespiti için büyük potansiyel taşımaktadır (Redmon vd., 2016). Ancak FOD nesnelerinin şekil, boyut ve malzeme bakımından oldukça değişken olması, klasik görüntü işleme yöntemleriyle başarılı tespit yapılmasını zorlaştırmakta ve derin öğrenmeye dayalı yaklaşımların önemini artırmaktadır (Teixeira vd., 2023).

Bu çalışmada, pist üzerindeki FOD nesnelerinin otomatik olarak tespit edilmesini sağlayan bir derin öğrenme sistemi önerilmektedir. Sistem; pist üzerinden elde edilen kendi oluşturmuş olduğumuz FOD lerden oluşan veri setlerini, farklı model mimarilerinin (YOLOv8, AlexNet, MobileNet) karşılaştırmalı analizine dayanmakta ve elde edilen sonuçlar, önerilen yöntemin geleneksel yaklaşımlara kıyasla daha hızlı, güvenilir ve ölçeklenebilir olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılacak olan otomatik FOD tanıma sistemi ile hava araçlarının uçuş emniyetlerinin daha güvenli seviyelere taşıyacak ve malzeme ve personel riski en az seviyeye indirilmesi hedeflenmektedir.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Veriseti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, uçak pistleri üzerinde bulunan yabancı cisimlerin (FOD) tespiti amacıyla özel olarak oluşturulmuştur. Veri seti toplamda 4000 adet görüntü içermektedir. Görüntülerin bir bölümü kamuya açık FOD veri tabanlarından ve sentetik üretim tekniklerinden temin edilirken, önemli bir kısmı sahadan toplanan gerçek pist görüntülerinden elde edilmiştir. Görüntüler, farklı hava koşulları (güneşli, bulutlu, yağmurlu) ve değişken ışık seviyelerinde çekilerek modelin genel performansını artıracak şekilde çeşitlendirilmiştir.

Veri setinde, pist üzerinde yer alan çeşitli FOD türlerini temsil eden vidalar, plastik parçalar, taşlar, bakım araçları kalıntıları ve kuş tüyleri gibi maddeler yer almaktadır. Görseller, nesne tespiti görevine uygun olarak etiketlenmiş (annotated) ve her bir görüntüdeki FOD nesneleri sınıf bazlı olarak sınır kutuları (bounding box) ile işaretlenmiştir. Etiketleme işlemi, LabelImg ve benzeri araçlar yardımıyla manuel olarak gerçekleştirilmiş, doğruluk sağlamak amacıyla etiketler çift kontrol sürecinden geçirilmiştir.

Veri seti eğitim, doğrulama ve test aşamalarında kullanılmak üzere %70 eğitim, %15 doğrulama ve %15 test olmak üzere üç alt kümeye ayrılmıştır. Böylece geliştirilen modellerin hem öğrenme başarımı hem de genellenebilirlik düzeyi değerlendirilmiştir. Şekil 1 üzerinde verisetinden örnek görüntüler gösterilmiştir.

Şekil 1. Verisetinden Örnek Görüntü

2.2. Kullanılan Derin Öğrenme Mimarileri

2.2.1. YOLOv8 (You Only Look Once version 8)

YOLOv8, nesne tespiti alanında son yıllarda önemli başarılar elde etmiş olan YOLO (You Only Look Once) ailesinin en güncel sürümüdür. Önceki versiyonlara kıyasla, YOLOv8 özellikle düşük gecikme süreleri, yüksek doğruluk oranı ve modüler yapısıyla öne çıkmaktadır. Mimari olarak tam evrişimli (fully convolutional) bir yapı kullanmakta ve Anchor-Free (çapasız) yaklaşımı benimseyerek, modelin nesne konum tahminindeki esnekliğini artırmaktadır. Bu durum, farklı boyut ve şekillere sahip FOD nesnelerinin daha hassas tespit edilmesini mümkün kılmaktadır.

YOLOv8, model ağırlıklarının optimize edildiği modern transfer öğrenme tekniklerini desteklemekte ve hem edge cihazlarda hem de bulut tabanlı sistemlerde hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir. Ayrıca, entegre post-processing algoritmaları sayesinde gerçek zamanlı

nesne tespiti uygulamaları için oldukça uygundur (Jocher et al., 2023). Bu çalışmada YOLOv8, pist üzerinde yer alan çeşitli FOD nesnelerinin tespitinde temel model olarak tercih edilmiştir.

2.2.2. AlexNet

AlexNet, derin öğrenme tabanlı görüntü sınıflandırma alanında çığır açan bir mimari olarak 2012 yılında Krizhevsky ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Özellikle ImageNet yarışmasında gösterdiği üstün başarı ile derin öğrenmenin modern bilgisayarla görme uygulamalarındaki etkinliğini ortaya koymuştur. AlexNet, beş evrişimli katman (convolutional layers) ve üç tam bağlantılı katmandan (fully connected layers) oluşur. ReLU aktivasyon fonksiyonu, dropout tekniği ve veri artırma (data augmentation) stratejileri ile overfitting problemini azaltmayı başarmıştır.

Bu çalışmada AlexNet, pist üzerindeki FOD nesnelerinin sınıflandırılması görevinde daha klasik ve düşük derinliğe sahip bir mimari olarak referans model niteliğinde kullanılmıştır. Özellikle düşük donanım gereksinimleri ve eğitilebilir yapısıyla hızlı prototipleme sürecinde avantaj sağlamaktadır (Krizhevsky et al., 2012).

2.2.3. MobileNet

MobileNet, mobil ve gömülü cihazlarda çalışmak üzere optimize edilmiş, hafif ve verimli bir derin öğrenme mimarisidir. Derinlik ayrık evrişim (depthwise separable convolution) kullanarak parametre sayısını ve hesaplama maliyetini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu mimari sayesinde yüksek doğruluk elde edilirken düşük donanım gereksinimi korunur.

FOD tespiti gibi gerçek zamanlı, mobil sistemlere entegre edilmesi planlanan uygulamalarda MobileNet'in sağladığı bu kompaktlık büyük bir avantajdır. Bu çalışmada MobileNet, pist üzerinde yer alan yabancı cisimlerin sınıflandırılmasında hafif mimarili bir alternatif olarak değerlendirilmiştir (Howard et al., 2017). Model, özellikle hızlı çıkarım süresi gerektiren sistemlerde tercih edilebilecek güçlü bir seçenektir.

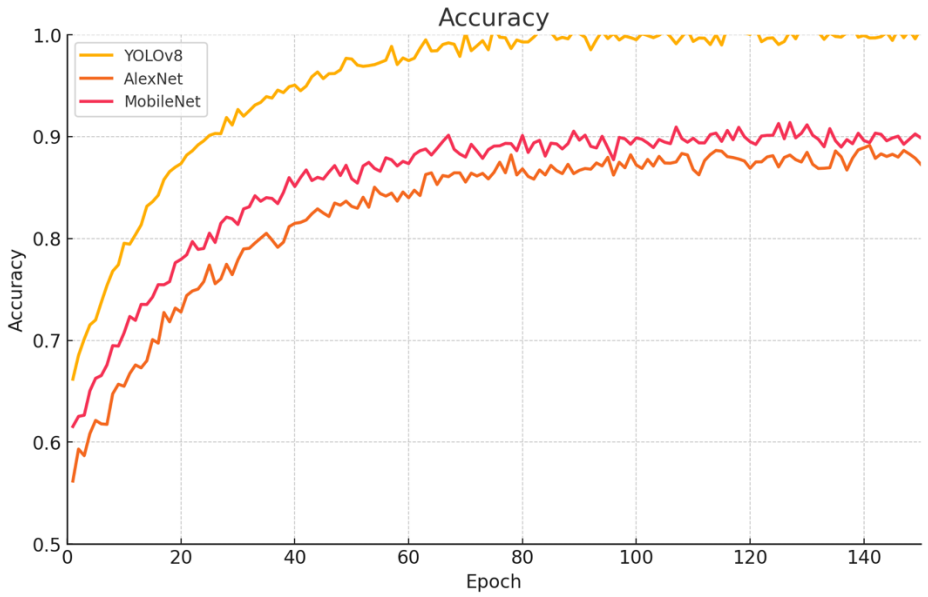
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada YOLOv8, AlexNet ve MobileNet mimarileri kullanılarak pist üzerindeki yabancı cisimlerin (FOD) tespit performansları karşılaştırılmıştır. Eğitim süreci boyunca her bir modelin doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve F1-skora (F1-score) dayalı performans metrikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Performans Değerlendirme Sonuçları

Model	Doğruluk	Kesinlik	Duyarlılık	F1-Skoru
YOLOv8	%95.47	%94.8	%96.1	%95.45
AlexNet	%87.25	%86.6	%88.1	%87.29
MobileNet	%90.25	%89.2	%91	%90.09

Bu sonuçlara göre YOLOv8, yüksek doğruluk oranı ile diğer mimarilere kıyasla belirgin bir üstünlük sağlamıştır. Eğitim süreci boyunca doğruluk grafiği incelendiğinde, YOLOv8 modelinin hem hızlı bir şekilde yüksek doğruluk seviyelerine ulaştığı hem de eğitim süresince daha stabil bir performans gösterdiği gözlemlenmiştir. Özellikle düşük epoch'larda bile istikrarlı bir doğruluk artışı sağlaması, modelin veri setine iyi genelleme yapabildiğini göstermektedir. Model eğitimlerinden elde edilen model doğruluk grafiği şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Model Eğitim Grafiği

AlexNet modeli, daha düşük bir model karmaşıklığına sahip olmasına rağmen %87.96 doğruluk oranı ile tatmin edici sonuçlar elde etmiştir. AlexNet'in özellikle eğitim süresi boyunca hızlı öğrenim gösterdiği, ancak daha ileri epoch'larda doğruluk artışının yavaşladığı gözlemlenmiştir. Bu durum, AlexNet'in derin yapılarla karşılaştırıldığında karmaşık FOD yapılarında sınırlı performans gösterdiğini işaret etmektedir.

MobileNet, %90.25 doğruluk oranı ile AlexNet'e göre daha iyi bir performans sergilemiştir. Ayrıca, modelin düşük parametre sayısına rağmen özellikle hafif yapısı sayesinde eğitim süresince stabil bir öğrenme eğrisi izlediği belirlenmiştir. Bu yönüyle MobileNet, gerçek zamanlı FOD tespit sistemleri için güçlü bir alternatif sunmaktadır.

Precision, Recall ve F1-Score metrikleri de analiz edilmiştir. YOLOv8 modeli, özellikle küçük nesnelerin doğru tespitinde yüksek Precision ve Recall değerleri sunarken, AlexNet ve MobileNet daha dengeli ancak nispeten daha düşük performans sergilemiştir. YOLOv8'in Anchor-Free yapısı, değişken boyutlardaki FOD nesnelerinin tespitinde avantaj sağlamıştır.

Sonuç olarak, YOLOv8 modeli hem doğruluk hem de genel metrikler bakımından en üstün performansı sergilemiş, pist üzerindeki yabancı cisimlerin gerçek zamanlı ve güvenilir bir şekilde tespit edilmesi için en uygun seçenek olarak öne çıkmıştır. MobileNet, kompakt yapısı sayesinde kaynak kısıtlı uygulamalarda kullanılabilecek potansiyel bir alternatif sunarken, AlexNet hızlı prototipleme ve düşük maliyetli sistemler için uygun bir temel model olmuştur.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, pist üzerindeki yabancı cisimlerin (FOD) tespiti amacıyla geliştirilen yapay zeka destekli görüntü işleme sistemi kapsamında YOLOv8, AlexNet ve MobileNet mimarileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Eğitim süreci sonucunda elde edilen doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1-skora dayalı performans metrikleri, YOLOv8'in genel başarı açısından öne çıktığını göstermiştir.

YOLOv8 modeli, %95.47 doğruluk oranı ve dengeli Precision-Recall-F1 değerleri ile hem doğruluk hem de güvenilirlik açısından en başarılı model olmuştur. Bu durum, modelin pist üzerindeki farklı tür ve boyutlardaki FOD nesnelerini etkin biçimde ayırt edebildiğini ortaya koymuştur. YOLOv8'in Anchor-Free yaklaşımı, özellikle değişken formlardaki cisimlerin tespitinde avantaj sağlamıştır. Bu sonuçlar, modelin gerçek zamanlı ve sahada kullanılabilir bir tespit sistemi olarak potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır.

MobileNet modeli, %90.25 doğruluk ile yüksek başarı göstererek hafif yapısıyla dikkat çekmiştir. Özellikle mobil ya da gömülü sistemlerde kullanılmak üzere kaynak dostu bir alternatif sunmaktadır. AlexNet ise daha düşük doğruluk seviyelerine rağmen (%87.96) temel sınıflandırma görevlerinde yeterli performans sergilemiş ve düşük maliyetli uygulamalar için uygun bir seçenek olduğunu göstermiştir.

Elde edilen bulgular, derin öğrenme temelli nesne tespiti yöntemlerinin pist güvenliğinde geleneksel yöntemlerin yerine geçebileceğini ve uçuş emniyeti açısından daha güvenli, hızlı ve

otomatik çözümler sunabileceğini göstermektedir. İlerleyen aşamalarda sistemin, otonom temizleme araçlarıyla entegre edilerek tamamen otomatik bir pist yönetim çözümüne dönüşmesi planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

Hussin, R., Ismail, N., & Mustapa, S. (2016, October). A study of foreign object damage (FOD) and prevention method at the airport and aircraft maintenance area. In IOP conference series: materials science and engineering (Vol. 152, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

Zhongda, Y., Mingguang, L., & Xiuquan, C. (2019, September). Research and implementation of FOD detector for airport runway. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 304, No. 3, p. 032050). IOP Publishing.

Rajamurugu, N., Karthikeyan, P., Ajithkumar, K., Hussain, A. I., & Vimalpraksh, V. (2019). A study of foreign object damage (FOD) and prevention method at the Airport and aircraft maintenance area. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 7(11).

Chauhan, T., Goyal, C., Kumari, D., & Thakur, A. K. (2020). A review on foreign object debris/damage (FOD) and its effects on aviation industry. Materials Today: Proceedings, 33, 4336-4339.

Amoyal, J., Garber, R., Karama, M., Kassahun, M., & Koohi, A. (2015, April). Design of an enhanced FOD inspection system for the aircraft assembly process. In 2015 Systems and Information Engineering Design Symposium (pp. 142-147). IEEE.

https://savunmasanayiidergilik.com/tr/HaberDergilik/Havaciligin-onemli-sorunlarindan-Yabanci-Madde-Hasari-YAMAHA

Hong, C. (2022). *FOD detection model using virtual image and drone* (Doctoral dissertation, Seoul National University Graduate School).

Liu, Y., Li, Y., Liu, J., Peng, X., Zhou, Y., & Murphey, Y. L. (2018, November). FOD detection using DenseNet with focal loss of object samples for airport runway. In 2018 IEEE symposium series on computational intelligence (SSCI) (pp. 547-554). IEEE.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 779-788).

Teixeira, K., Miguel, G., Silva, H. S., & Madeiro, F. (2023). A survey on applications of unmanned aerial vehicles using machine learning. IEEE Access, 11, 117582-117621.

Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., ... & Adam, H. (2017). *MobileNets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications*. arXiv preprint arXiv:1704.04861.

Jocher, G., Chaurasia, A., Stoken, A., Borovec, J., NanoCode012, Kwon, Y., ... & Laughing, Q. (2023). *YOLO by Ultralytics*. https://github.com/ultralytics/ultralytics

Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). *ImageNet classification with deep convolutional neural networks*. In Advances in neural information processing systems (pp. 1097–1105).

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA HİDROJEN TEKNOLOJİSİNİN POTANSİYELİ VE UYGULAMALARI: DERLEME

Fırat TEMEL
Sevil DURSUN
M. Tarık SAVRANLI
After Sales Engineering Department, Renault Group, Bursa, Turkey

Öz: Fosil yakıtların tükenmesi, çevresel etkileri ve motorlu taşıtların artan enerji talepleri, alternatif enerji kaynaklarının araştırılmasını hızlandırmıştır. Geniş yanma aralıkları ve düşük emisyon değerleri ile hidrojen, ekolojik açıdan avantajlı bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, hidrojenin yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilebilmesi, onu geleceğin önemli bir enerji taşıyıcısı haline getirmektedir. Elektrikli araçlar (EV'ler) sürdürülebilir ulaşımda önde gelen bir teknoloji haline gelmiş olsada, yüksek maliyet, sınırlı menzil, ağır bataryalar ve uzun şarj süreleri gibi zorluklar, alternatif çözümlerin araştırılmasına neden olmuştur. Bu bağlamda, hidrojen yakıt teknolojileri, özellikle hidrojen yakıt hücreleri, otomotiv sektöründe büyük potansiyele sahip olup, sürdürülebilirlik ve uzun vadeli enerji güvenliği sunmaktadır. Hidrojen enerjisinin otomotiv endüstrisindeki tarihsel gelişimi, 1970'lerdeki ilk araştırmalardan günümüzün yakıt hücreli araçlarına kadar, sıfır emisyonlu bir enerji kaynağı olarak artan önemini gözler önüne sermektedir. Bu çalışma, hidrojenin yakıt hücreli elektrikli araçlardaki kullanımını ve gelecekteki enerji ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir şekilde karşılamadaki potansiyelini ele almaktadır ve bu teknolojinin daha geniş kabulü için önemli bir adım teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hidrojen, PEM, Otomotivde Hidrojen, Mobilite

APPLICATION AND POTENTIAL OF HYDROGEN TECHNOLOGY IN ELECTRIC VEHICLES: A REVIEW

Abstract: The depletion of fossil fuels, their environmental impact, and the increasing energy demands of motor vehicles have accelerated the exploration of alternative energy sources. With its wide combustion ranges and low emission values, hydrogen stands out as an ecologically advantageous solution. Additionally, the ability to produce hydrogen from renewable energy sources positions it as a key energy carrier of the future. While electric vehicles (EVs) have emerged as a leading technology in sustainable transportation, challenges such as high costs, limited range, heavy batteries, and long charging times have prompted further research into

alternative solutions. In this context, hydrogen fuel technologies, particularly hydrogen fuel cells, have shown great potential in the automotive sector, offering sustainability and long-term energy security. The historical development of hydrogen energy in the automotive industry, from the initial research in the 1970s to today's fuel cell vehicles, highlights its growing importance as a zero-emission energy source. This study examines the use of hydrogen in fuel cell electric vehicles and its potential to meet future energy needs sustainably, representing an important step towards broader acceptance of this technology.

Key Words: Hydrogen Fuel,PEM,Hydrogen in Automotive Industry, Mobility

1.GİRİŞ

Hidrojen yakıt teknolojileri, elektrkli araçlar için alternatif çevre dostu enerji kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Elektrkli araçlarda kullanılan bu teknolojinin bazı örnekleri aşağıda kronolojik sıra halinde verilmiştir:

1993 yılında ilk tamamıyla elektrikli hidrojen ile güçlendirilmiş "NECAR 1" isimli prototip Daimler BENZ ve Ballard Power Systems iş birliği ile tanıtılmıştır. Konvansiyonel araçlara kıyasla çok düşük karbon emisyonu değerlerine ulaşılmıştır (Köseler, 2009).

2003 yılında Amerika Başkanı George Bush, "Hidrojen Yakıt İnisiyatifi" programını başlatarak bu alanda büyük bir adım atmıştır.

2014 yılında, Toyota tarafından "Mirai" isimli ilk hidrojen yakıtlı araç tanıtılmıştır.

2015 yılında Hyundai tarafından "Tucson SUV" isimli bir hidrojen yakıtlı araç tanıtılmıştır. Bunun üzerine hidrojen yakıt hücreli araçlar Avrupa ve Asya'da büyük bir ivme yakalamıştır.

2020 yılında, bu teknoloji ile ilgili çalışmalara hidrojenin depolanması ve üretilmesine odaklanmıştır (World Energy Council, 2021)

2023 yılında, Honda ve General Motors iş birliğinde yeni nesil, daha ucuz ve daha verimli hidrojen yakıt hücreli araç tanıtılmıştır.

2024 yılında Daimle Truck liderliğinde, hidrojen yakıt hücreli tır geliştirilmiştir. Bu araç konvansiyonel araçlara kıyasla %75 daha az karbon emisyon değerine ulaşmıştır (U.S. Department of Energy, 2024).

1993 yılından beri çeşitli enstitü ve şirketler tarafından hidrojen yakıt teknolojileri alanıında pek çok çalışma yapılmıştır. Bu süre boyunca zaman zaman olumsuz sonuçlar elde edilse de bu teknoloji günümüze kadar popülerliğini korumuştur.

Literatürde yapılan son çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Chapman ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre, hidrojen ve yakıt hücreli araçlar sürdürülebilir gelecek için anahtar rol oynamaktadır. Ulaşımda bu teknolojinin kullanımı 2050 yılına kadar artması ve karbon emisyon miktarının düşmesine katkı sağlaması beklenmektedir. Bu hedeflerin gerçekleşmesi için altyapının geliştirilmesi gerekmektedir (Chapman diğ., 2020). Quasam ve Abdulrahman'ın çalışmasında, hidrojen yakıt hücre teknolojisinin potansiyel uygulamaları, havacılık, ulaşım ve güç tüketimi alanları ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hidrojen yakıt hücrelerinin çevre dostu bir enerji kaynağı olduğu vurgulanmıştır (Quasam ve Abdulrahman, 2024).

Nnabuife ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, hidrojen üretim gereklilikleri ve maliyet azaltma potansiyeli üzerinde durulmuştur. Elektroliz teknolojilerinin operasyonu ve tasarım optimizasyonu konusu vurgulanmıştır (Nnabuife ve diğ., 2024).

Bu çalışmada, hidrojen yakıt teknolojisinin özellikle elektrikli araçlar için önemini vurgulamaktadır. Ek olarak, geçmişten günümüze bu alanda yapılan çalışmalar, sıklıkla kullanılan üretim prosesleri, çevre duyarlılığı konuları üzerine odaklanılmıştır. Bu çalışmanın gelecekte bu teknolojinin kullanımını arttırmaya yönelik çalışma yapacak kişilere rehber olması beklenmektedir.

2.ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA HİDROJEN TİPLERİ VE DEPOLAMA

Hidrojen, elektrikli araçlar için alternatif enerji kaynakları arasında öne çıkmaktadır. Konvansiyonel metotlar fosil yakıtları kullanmaya devam ederken, bazı üretim metotları rüzgar, güneş gibi yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarını kullanmaktadır. Buhar metan ve kömür gazlaştırılması gibi konvansiyonel metotlar yüksek hidrojen kullanımı ile birlikte yüksek karbon emisyon değerlerine sebep olmaktadır. Elektroliz be diğer biyolojik metotlar daha sürdürülebilir çözüm kaynakları sunmaktadır. Çünkü bu metotlar, yenilenebilir enerji kaynakları vasıtası ile hidrojen eldesi sağlamaktadır. Hidrojen kaynakları, kaynakların kullanım tiplerine göre adlandırılmaktadır. Elektrikli araçlarda en sık kullanılan tipler aşağıda sıralanmıştır:

Yeşil hidrojen: Elektroliz vasıtası ile yenilenebilir enerji kullanılarak su ile elde edilmektedir (Yeşer enerji, 2023).

Mavi hidrojen: Buhar dönüştürme metotu ile doğal gazdan üretilmektedir (Azkarbon, 2024).

Sarı hidrojen: Nükleer enerji veya fosil yakıt kaynakları kullanılarak su ile elektroliz vasıtasıyla elde edilmektedir.

Pembe hidrojen: Nükleer enerji vasıtasıyla sudan elektroliz yöntemi kullanılarak elde edilmektedir.

Gri hidrojen: Buhar dönüştürme metotu ile doğal gazdan üretilmektedir. Fakat atmosfere karbon salınmaktadır (Teksis, 2022).

Altyapı ve mevcut enerji kaynakları sebebi ile elektrikli araçlarda en yaygın olarak gri hidrojen kullanılmaktadır. Gelecekte yeşil hidrojenin kullanılmasının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.

Hidrojen depolama konusunda otomotiv endüstrisi çeşitli teknik ve ekonomik zorluklar ile karşılaşmaktadır. Yüksek basınçlı depolamadan sıvı hidrojen depolamaya kadar çeşitli metotlar geliştirilmiştir.

Elektrikli araçlarda en yaygın kullanılan depolama yöntemleri aşağıda listelenmiştir:

Yüksek basınçlı hidrojen depolama: Karbon fiber takviyeli kompozit tanklarda, 350-700 bar arasındaki yüksek basınçta depolanmaktadır. Ticari bir uygulama metotu olmasına rağmen, yakıt doldurma altyapısı (hidrojen istasyonları) bu teknoloji ile uyumludur. 3-5 dakikalık hızlı şarj süresine sahiptir (Klebanoff, 2012).

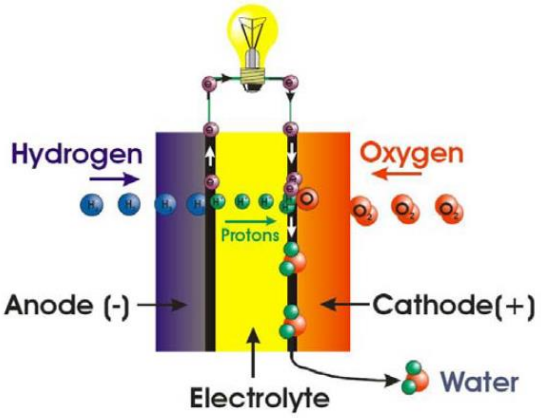
Sıvı hidrojen depolama: Sıvı formda hidrojen, -253°C sıcaklığa kadar soğutularak depolanmaktadır. Yüksek enerji yoğunluğu sağlamakla birlikte uzun yol araçlarda test edilmiştir (NREL, 2024).

Metal hidrit hidrojen depolama: Hidrojen, kimyasal olarak metal alaşımlarla bağ kurarak düşük basınçta depolanmaktadır. Araştırma projeleri ve prototip araçlarda kullanılmıştır (Nyamsi ve Tolj, 2024).

3.HİDROJENDEN ELEKTRİĞE DÖNÜŞTÜRME PROSESİ

Çevre dostu yönü ile alternatif enerji kaynağı olarak büyük bir potansiyele sahip olan hidrojenden enerji sağlama işlemi, elektrikli araçlarda yakıt hücreleri vasıtası ile sağlanmaktadır. Bu kısımda, elektrikli araçlar için hidrojen kullanılarak elektrik üretme prosesinden, avantaj ve dezavantajlarından bahsedilecektir.

Alman bilim insanı Christian Friedrich Schönbein tarafından 1838 yılında keşfedilen yakıt hücresi, William Robert Grove tarafından 1845 yılında geliştirilmiştir (Grove, 1839). Yakıt hücreleri, elektrik, su ve ısı üretmek için hidrojen ve oksijeni birleştiren elektro-kimyasal cihazlardır. Yakıt hücresi 3 ana bileşenden oluşmaktadır: Anot, katot ve elektrolit (Peighambardoust et al., 2010).



Şekil 1. Hidrojen Yakıt Hücresinin Çalışma Prensibi (Dong, 2012)

Hidrojen ve oksijeni birleştirerek elektrik enerjisi açığa çıkaran yakıt hücresi modülünün temel akış prensibi Şekil 1'de gösterilmiştir. Elde edilen elektrik enerjisi araç bataryasını şarj etmek için veya direkt olarak elektrik motoruna güç sağlamak için kullanılmaktadır.

Yakıt hücrelerinin, sıfır emisyon, uzun menzil ve hızlı şarj gibi avantajları bulunmaktadır (Ahluwalia ve diğ., 2005). Diğer bir taraftan yüksek maliyet, kısıtlı hidrojen altyapısı ve yakıt hücrelerinin dayanıklılık ve karmaşık problemlere sahip olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (U.S. Department of Energy, 2020). Aynı zamanda hidrojen eldesinin yenilenebilir enerji kaynakları ile yapılması durumunda tam anlamıyla sıfır emisyon sağlayacağı da vurgulanmaktadır.

Proton değişim membranlı yakıt hücreleri (PEMFC), katı oksit yakıt hücreleri (SOFC) ve fosforik asit yakıt hücreleri (PAFC) gibi çeşitli yakıt hücresi teknolojilerinin her birinin avantaj ve dezavantajları vardır. Elektrikli araçlarda en yaygın kullanılan hidrojen yakıt hücresi Proton Değişim Membranlı Yakıt Hücresidir (PEMFC). Bu yakıt hücresi, yüksek enerji yoğunluğu, hızlı tepki verme yeteneği ve düşük çalışma sıcaklığı gibi avantajlara sahiptir.

Elektrolizör ve yakıt hücresi teknolojilerindeki araştırma ve geliştirmelerin verimliliği artırabileceği ve bu teknolojiyi kullanan yakıt hücrelerinin yaygın kullanımına katkı sağlaması beklenmektedir. Bu sayede hidrojen enerjisinin daha sürdürülebilir ve ekonomik bir çözüm haline gelmesini sağlanabilmektedir.

Enerjiyi doğrudan elektrik motoruna ileten elektrikli araçlar ile %85-%90 verimlilik elde edilirken, içten yanmalı motorda bu verim yaklaşık %30 değerindedir (Gürbüz ve Kulaksız, 2016). Yakıt pilli araçlarda ise verim %40-60 arasındadır (Türkmen, 2016).

4. GERİ DÖNÜŞÜME KATKISI

Hidrojen enerjisi otomotiv sektöründe sürdürülebilirlik ve çevre koruma açısından alternatif enerji kaynağı olarak büyük bir öneme sahiptir. Bu enerjinin kullanımı üretim ve kullanım aşamaları süresi boyunca olumsuz çevresel etkileri olabildiğince en aza indirir.

Hidrojen yakıt hücreli elektrikli araçlar, proses boyunca sadece su buharını emer ve bu sayede karbondioksiti elimine ederek zararlı emisyonu önlemektedir (IEA, 2021). Sonuç olarak şehir hava kalitesinin iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Yukarıdaki bölümlerde daha detaylı şekilde açıklandığı üzere, hidrojenin yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elde edilmiş olması önemle vurgulanmaktadır. Çünkü Gri hidrojen olarak isimlendirilen hidrojenin üretim prosesinde ciddi miktarda karbondioksit üretilir fakat aksine yeşil hidrojende yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile karbon ayak izi minimize edilir (IRENA, 2020). Bu sebeple yeşil hidrojenin üretiminin yaygınlaştırılması, hidrojen enerjisinden çevresel etki anlamında maksimum verimi sağlamak adına büyük bir öneme sahiptir.

Yeşil hidrojen eldesinde yaygın kullanılan elektroliz yöntemi yüksek miktarlarda su ve enerji tüketimine neden olmaktadır. Özellikle su kıtlığı yaşanan bölgelerde, bu durum potansiyel çevresel zorluklara yol açacağı öngörülmektedir. Ek olarak, elektrolizde kullanılan elektriğin kaynağı direkt olarak üretim prosesinin karbon ayak izini etkilemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı bu etkinin azaltılmasında büyük rol oynamaktadır (DOE, 2021).

Hidrojen üretimindeki bahsi geçen çevresel etkilerin minimize edilmesi ile bu teknolojinin kabul edilebilirliği ve uygulanmasının ivmelenmesi öngörülmektedir (Toyota, 2020).

5. ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA HİDROJENİN ROLÜ: MEVCUT DURUM VE GELECEKTEKİ POTANSİYELİ

Hidrojenin konvansiyonel yakıtlara alternatif olarak potansiyel bir enerji kaynağı olduğu görülmektedir. Hidrojenin yakıt hücreli elektrikli araçlarda kullanımı ile sıfır emisyonlu, yüksek verimli araçların üretimi sağlanmaktadır. Bu bölümde hidrojen yakıtlı elektrikli araçların mevcut uygulamalarından, teknolojik gelişmelerden ve mevcut zorluklarından bahsedilmektedir.

Yakıt hücreli araçlar, hidrojen gazını kullanarak elektrik üretir. Prosesin sadece su kullanarak bu işlemi gerçekleştirmesi, yakıt hücreli araçlar için çevre dostu bir opsiyon olabilmektedir (IEA, 2021).

5.1. Elektrikli araçlarda hidrojenin mevcut durumu

Orijinal ekipman üreticileri, hidrojen yakıt hücreli araçların geliştirilmesi ve ticarileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Aşağıda bu üreticilerin önemli girişimleri sıralanmıştır:

Toyota: Hidrojen yakıt hücreli araçlarda liderlik etmektedir. 2020 yılında tanıttıkları 2.jenerasyon Mirai isimli modeli gelişmiş menzil ve performans özellikleri ile müşterilerine sunmuştur (Toyota, 2020). Günümüzde ağır vasıta ticari araçlar için hidrojen çözümleri geliştirme üzerine firma çalışmalarına devam etmektedir. Eylül 2023 yılında HILUX isimli ağır vasıta ticari aracın ilk prototipi İngiltere'de test edilmiştir. Son olarak firma Crown isimli modelin (Mirai ile aynı platforma sahip) tanıtımını gerçekleştirmiştir.

Hyundai: Firma tarafından 2013 yılında ilk defa seri üretime başlanılan hidrojen yakıt hücreleri, 410-660 km arasında menzil imkanı sunmaktadır. 2021 yılında 600 km'ye kadar menzil aralığında olan Nexo modeli firma tarafından tanıtıldı(Hyundai, 2021). XCIENT isimli ağır vasıta aracı firma tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen bu model 2020 yılında İsviçre'ye ilk başarılı sürüşünü gerçekleştirmiştir (Hyundai, 2020)

Honda: 2008 yılında yakıt hücreli elektrikli araçlar üzerine çalışmalarına başlamıştır (Honda, 2021). CR-V e isimli modeli ile 2025 yılında seri üretime geçmeyi planlamaktadır (Hondanews, 2024)

Renault Group: Paris Motorshow'da 2022 yılında 400 km menzile sahip hafif ticari araç Master Van H2 Tech isimli model firma tarafından tanıtıldı. Aynı yıl Scenic Vision isimli hidrojenle güçlendirilmiş konsept araç da firma tarafından ChangeNow toplantısında tanıtıldı. Alpine Alpenglow Hy4 isimli konsept aracı 2022 yılınd firma tarafından Paris Motor show'da tanıtılmıştır. Firmanın Embleme isimli konsept aracı 2024 yılında tanıtıldı. 350 km'ye yakın menzile sahip olmakla birlikte, öne çıkan özelliği 200 bin km de toplam 5 ton karbon dioksit salınımına sebep olması hedeflenmektedir. Bu veri aynı km konvansiyonel yakıt sistemine sahip Captur modeli için 49 ton, full elektrikli Megane E tech için 24 ton olduğu düşünülürse oldukça ciddi karbon emisyonuna katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Audi: H-tron Quattro isimli konsept modelini 2016 yılında NAIAS Detroit'de tanıtmıştır. Model 600 km'ye kadar menzile sahiptir (Full Cell Works, 2021)

Mercedes: Dünyada ilk olan hibrit teknolojiye sahip GLC F- Cell isimli modelini 2017'de tanıtmıştır. Firma aynı zamanda 2023 yılında üretmiş olduğu hidrojen yakıt hücreli Gen H2 tırı

ile toplamda (araç kütlesi dahil) 40 tonluk yük ile tek depo hidrojen yakıt ile bin km lik menzil elde edilmiştir (Daimler Truck, 2023)

Nissan: 2024 yılında firma DongFeng firması ile ortaklaşa yürüttüğü çalışma sonucunda Venucia H2e isimli hidrojenle güçlendirilmiş filo araçları üretmiştir.

BMW: Firma ix5 isimli konsept modelini 2021 yılında IAA Mobility Munich fuarında tanıtmıştır. 504 km ye kadar çıkan menzili ile araç günümüzde satılmaktadır (BMW USA, 2024).

Şekil 2: Toyota HILUX (Toyota Europe Newsroom, 2024), Renault Embleme (Renault, 2024) ve BMW ix5 (BMW USA, 2024)

Şekil 3: Renault Master H2 Tech (Media Renault, 2024) ve Alpine Alpenglow (Alpinecars, 2022)

Tedarikçiler ve teknoloji sağlayıcıları, hidrojen yakıt hücreli araçların geliştirilmesi ve ticarileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Aşağıda bu üreticilerin önemli girişimleri sıralanmıştır:

Bosch: Firma hidrojen yakıt hücre sistemleri ve parçaları üzerinde çalışmaları bulunmaktadır. Aynı zamanda yakıt depolama, dağıtım teknolojileri, hava kompresörleri ve elektrikli araç yakıt hücresi kontrol ünitelerini de geliştirmektedir. Firma, 2026 yılına kadar Hidrojen teknolojisine 2,5 milyar lira yatırım yapmayı planlamaktadır.2030 yılına kadar, 5 milyar euro satış hedeflemektedir (Bosch, 2021).

Ballard Power Systems: Firma, hem ağır hem de hafif ticari araçlar için yakıt hücrelerinin geliştirilmesinde lider bir teknoloji sağlayıcıdır. Aynı zamanda, hidrojen yakıt hücreli otobüs projelerinde yer almaktadır (Ballard, 2021).

Plug Power: Firma forkliftler gibi endüstriyel uygulamalar için hidrojen çözümleri sağlayarak, hidrojen üretimi ve yakıt hücre sistemleri üzerinde çalışmaktadır. Aynı zamanda hidrojen dolum alt yapısı geliştirme üzerine de çalışmaktadır (Plug Power, 2021).

Alt yapı sağlayıcılar ve destekleyen organizasyonlar, hidrojen yakıt hücreli araçların geliştirilmesi ve ticarileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Aşağıda bu üreticilerin önemli girişimleri sıralanmıştır:

H2 Mobility: Ülkede hidrojen dolum altyapısını geliştirmeye odaklanmış bir organizasyondur. Almanya menşeili bu organizasyon, 2030 yılına kadar Almanya'da 400 üzerinde hidrojen doldurma istasyonu kurmayı hedeflemektedir (H2 Mobility, 2021).

Shell: Firma, hidrojen enerji altyapısı geliştirme ile alakalı çalışmalarına ağırlık vermiştir. Avrupa'da ve Kuzey Amerika'da, hidrojen yakıt hücreli araçların kullanımını yaygınlaştırmak adına hidrojen dolum istasyonları kurulumunu devam ettirmektedir (Shell, 2021).

Devlet İnsiyatifleri: Pek çok devlet yönetimi hidrojen enerjisi uygulamaları ve alt yapı faaliyetleri için çeşitli destekler sunmaktadır. Örnek olarak, Japonya ve Güney Kore hidrojen stratejileri kapsamında araştırma, geliştirme ve şarj istasyonları yatırımlarına önemli destek vermektedir (METI, 2021; KETI, 2021).

Hidrojen enerjisi temiz ve sürdürülebilir alternatif olarak otomotiv sektöründe önemli bir yere sahiptir. Orijinal parça üreticileri, tedarikçileri, alt yapı sağlayıcıları ve devletlerin ortaklığı, bu teknolojinin başarılı bir şekilde uyarlanması ve yaygınlaştırılmasında büyük rol oynamaktadır.

5.2. Elektrikli araçlarda hidrojenin gelecekteki potansiyeli

Yakıt hücreli elektrikli araçlar, uzun menzil ve hızlı şarj süresi gibi avantajları kullanıcılara sunmaktadır. Elektrikli araçların aksine, 3-5 dakikalık dolum süresi ve 500-700 km menzile sahiptir (DOE, 2021). Bu özellikler ile yakıt hücreli elektrikli araçlar uzun mesafe seyahatler ve ticari faaliyetler için kullanıcılar tarafından tercih edilebilir olmaktadır.

Yakıt hücreli araçların yaygınlaştırılmasının önündeki temel engellerden biri, kısıtlı hidrojen dolum altyapısıdır. Japonya ve Güney Kore, hidrojen dolum istasyonlarının kurulması ile alakalı çok önemli adımlar atmıştır. Japonya, 2030 yılına kadar 900'den fazla hidrojen dolum istasyonu kurmayı hedeflemektedir. Fakat bu altyapının geliştirilmesi yüksek maliyet ve uzun mal olmaktadır.

Aynı zamanda hidrojen enerjisi ağır ticari araç taşımasında da büyük bir potansiyele sahiptir. Daimler ve Volvo ortak bir girişim ile 2025'e kadar hidrojen yakıt hücreli tır geliştirmeyi planlamışlardır. Ağır ticari ulaşım araçlarında hidrojen kullanımı uzun mesafe sonucu elde edilen karbon ayak izini azaltmaya önemli ölçüde destek olmaktadır (Daimler, 2020). Daimler Truck ve Volvo Grup'un 2021 yılında hidrojen bazlı yakıt hücresi sistemleri geliştirmek ve üretmek için kurduğu "cell centric" ile yakıt hücrelerinin dünya genelinde öncü üreticisi olmayı ve böylece 2050 yılına kadar karbon nötr ve sürdürülebilir ulaşımı hedefleyen "cell centric", ilk aşamada ağır yük taşımacılığı için düşük maliyetli yakıt hücresi sistemini geliştirecek.

Otomotiv sektöründe hidrojen enerjisinin geleceği, teknolojik gelişmelere ve alt yapı yatırımlarına bağlıdır. Hidrojen üretimi, depolama ve dağıtma proseslerinin maliyetinin azaltılması, yakıt hücreli elektrikli araçların maliyetini azaltmaya katkı sağlayacaktır. Hükümet inisiyatifleri, politikaları ve uluslararası iş birlikleri hidrojen ekonomisinin gelişmesine ivme kazandırmaktadır (EU, 2020).

6. SONUÇ

Aşağıda bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar maddeler halinde sıralanmıştır:

1. Hidrojen, araç egzoz emisyon değerlerini azaltmaya yönelik çalışmaları destekleyici bir çevre dostu teknoloji olarak elektrikli araçlarda yerini almıştır (IEA, 2021).
2. Sıfır emisyonu sağlamak amacı ile sadece su buharını kullanarak hidrojen eldesi durumunda şehir hava kalitesini iyileştirerek ve karbon ayak izini azaltmaya katkı sağlayarak çevreci bir yaklaşım sergilemektedir (IEA, 2021).
3. Hızlı yakıt dolum süresi 3-5 dakika arasında tamamlanırken, elektrikli araç şarj etme süresi en hızlı 30 dakikayı bulmaktadır. Bu sayede diğer alternatif enerji depolama türlerine kıyasla daha verimli ve uygulanabilir bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. (Toyota, 2020).
4. Enerji kaynağı olarak hidrojenin elde edilme türü önem teşkil etmektedir. Buna sebep olan en büyük engel hidrojen üretiminin hala günümüzdeki enerji kaynaklarına bağlı olmasından dolayıdır. Yakıt olarak kullanılacak hidrojen, fosil kaynaklar kullanılarak değil, güneş, rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elde edilmelidir ((IRENA, 2020).
5. Hidrojen depolama ve ulaşım bakımından yüksek maliyetler içeren ve teknik anlamda birden fazla zorlukla karşılaşılabilecek bir teknolojidir. Aynı zamanda hidrojen doldurma noktalarının sınırlı olması sebebi ile tamamen yakıt hücreli elektrikli araçlara adaptasyonu yaygın hale gelmemiştir (Bosch, 2021).
6. Orijinal ekipman üreticilerinin de dahil olduğu iş birlikleri sonucu ortaya çıkan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, hidrojen yakıt hücreli araçların ağır vasıta araç taşımacılığında daha yaygın kullanıldığı görülmüştür. En büyük neden, mevcut depolamadaki ağırlık durumudur.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

YAZAR KATKISI

Fırat TEMEL: Literatür taraması, makalenin yazılması, makalenin düzenlenmesi ve derlenmesi.
Sevil DURSUN: Makalenin analizi, yorumlanması, düzenlenmesi ve derlenmesi.
M.Tarık SAVRANLI: Makalenin analizi, yorumlanması, düzenlenmesi ve derlenmesi.

KAYNAKLAR

1. Ahluwalia, R. K., Wang, X., Rousseau, A. (2005). Fuel Economy of Hydrogen Fuel Cell Vehicles. *Journal of Power Sources*, 152, 233-244. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2005.03.004
2. Alpinecars, 2022. Alpenglow Hy4. https://www.alpinecars.fr/concept-cars/alpenglow.html Access date: 17.8.2024
3. Appleby, A. J., Foulkes, F. R. (1993). Fuel Cell Handbook. *Van Nostrand Reinhold*.
4. Azkarbon, 2024. https://azkarbon.com/blog/hidrojen-renklerinin-anlamlari Access date:11.3.2024
5. Ballard Power Systems, 2021. Fuel Cell Technology for a Sustainable Planet. https://www.ballard.com/ Access date:9.4.2024
6. Barbir, F. (2005). PEM Fuel Cells: Theory and Practice. *Elsevier*.
7. Bartels, J. R., Pate, M. B., Olson, N. K. (2010). An Economic Survey of Hydrogen Production from Conventional and Alternative Energy Sources. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(16), 8371-8384. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.04.035
8. Basu, P. (2010). Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory. *Academic Press*.
9. Bolat, P., Thiel, C. (2014). Hydrogen Supply Chain Architecture for Bottom-up Energy Systems Models. Part 1: Developing Pathways. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39(17), 8881-8897. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.03.171
10. Bosch, 2021. Bosch hydrogen technology: fuel cells for sustainable mobility. https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/fuel-cell/ Access date: 10.4.2024
11. Bosch, 2021. Bosch hydrogen technology: fuel cells for sustainable mobility. https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/fuel-cell/ Access date: 3.8.2024
12. BMW USA, 2024. The Bmw IX5 Hydrogen Concept Vehıcle. https://www.bmwusa.com/ix5-hydrogen.html Access Date: 13.5.2024
13. Cannon, J. S. (1998). Hydrogen and Natural Gas Buses in the Usa. In Hydrogen Power: Theoretical and Engineering Solutions: Proceedings of the Hypothesis II Symposium Held in Grimstad, Norway, 18-22 August 1997 (Vol. 1994, No. 1995, p. 25). *Springer*.
14. Carmo, M., et al., (2013). A Comprehensive Review on PEM Water Electrolysis. *International Journal of Hydrogen Energy*, 38(12), 4901-4934. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2013.01.151
15. Carrette, L., Friedrich, K. A., Stimming, U. (2001). Fuel Cells: Principles, Types, Fuels, and Applications. *ChemPhysChem*, 1(4), 162-193. DOI: https://doi.org/10.1002/1439-7641(20011217)2:2<162::AID-CPHC162>3.0.CO;2-K
16. Chapman, A., Nguyen, D. H., Farabi-Asl, H., Itaoka, K., Hirose, K., Fujii, Y. (2020). Hydrogen penetration and fuel cell vehicle deployment in the carbon constrained future energy system. IET Electrical Systems in Transportation, 10(4), 409-416. DOI: https://doi.org/10.1049/iet-est.2020.0014
17. Daimler, 2020. Daimler Truck AG and Volvo Group sign binding agreement for new fuel-cell joint venture. https://www.daimler.com/press/en Access date:11.5.2024
18. Daimler Truck, 2023. Daimler Truck #HydrogenRecordRun: Mercedes-Benz GenH2 Truck cracks 1,000 kilometer mark with one fill of liquid hydrogen. https://www.daimlertruck.com/en/newsroom/pressrelease/daimler-truck-hydrogenrecordrun-mercedes-benz-genh2-truck-cracks-1000-kilometer-mark-with-one-fill-of-liquid-hydrogen-52369346 Access date: 14.1.2024
19. Das, D., Veziroglu, T. N. (2001). Hydrogen Production by Biological Processes: A Survey of Literature. *International Journal of Hydrogen Energy*, 26(1), 13-28. DOI: https://doi.org/10.1016/S0360-3199(00)00058-6
20. Dillon, A. C., Heben, M. J. (2001). Hydrogen Storage Using Carbon Adsorbents: Past, Present and Future. *Applied Physics A*, 72(2), 133-142. DOI: https://doi.org/10.1007/s003390000607

21. DOE (U.S. Department of Energy), 2021. Hydrogen and Fuel Cell Technologies Office. https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-and-fuel-cell-technologies-office Access date:12.4.2024
22. Dong, D. (2012). Polyphenylene sulfonic acids as proton exchange membranes for fuel cells. Case Western Reserve University.
23. EU (European Union), 2020. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-systems-integration/hydrogen Access date: 15.6.2024
24. EU (European Union), 2020. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-systems-integration/hydrogenEnergy Access date:10.5.2024
25. Fuel Cell & Clean Energy Solutions | Ballard Power, 2021 https://www.ballard.com Access date:15.6.2024
26. Full Cell Works, 2021. Audi H-Tron Hydrogen SUV Project Scrapped – Report. https://fuelcellsworks.com/news/audi-h-tron-hydrogen-suv-project-scrapped-report Access date:15.6.2024
27. Gürbüz, Y., & Kulaksız, A. A. (2016). Elektrikli araçlar ile klasik içten yanmalı motorlu araçların çeşitli yönlerden karşılaştırılması. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6(2), 117-125.
28. Grove, W. R. (1839). XXIV. On voltaic series and the combination of gases by platinum. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 14(86-87), 127-130. DOI: https://doi.org/10.1080/14786443908649684
29. H2 Mobility, 2020. Status of hydrogen infrastructure development. https://h2-mobility.de/en/ Access date:12.5.2024
30. H2 Mobility, 2021. Hydrogen Refueling Stations in Germany. https://h2.live/en Access date: 5.6.2024
31. Hallenbeck, P. C., Benemann, J. R. (2002). Biological Hydrogen Production; Fundamentals and Limiting Processes. *International Journal of Hydrogen Energy*, 27(11-12), 1185-1193. DOI: https://doi.org/10.1016/S0360-3199(02)00131-3
32. Honda, 2021. Honda Global | Clarity Fuel Cell. https://global.honda/innovation/FuelCell.html Access date:17.5.2024
33. Hondanews, 2024. Honda to Debut Class 8 Hydrogen Fuel Cell Truck Concept at ACT Expo 2024. https://hondanews.com/en-US/honda-corporate/releases/release-cb0091ae98fe7cec023630898409ff77-honda-to-debut-class-8-hydrogen-fuel-cell-truck-concept-at-act-expo-2024 Access date:17.1.2024
34. Hyundai, 2021. Hyundai Motor Announces Hydrogen Vision 2040. https://www.hyundai.com/worldwide/en/company/newsroom Access date:17.5.2024
35. Hyundai, 2020. XCIENT Fuel Cell Truck. https://ecv.hyundai.com/global/en/products/xcient-fuel-cell-truck-fcev Access date: 10.2.2024
36. IEA (International Energy Agency), 2019. The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities. https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen Access date:1.5.2024
37. IRENA (International Renewable Energy Agency), 2018. Hydrogen from renewable power: Technology outlook for the energy transition. https://www.irena.org/publications/2018/Sep/Hydrogen-from-renewable-power Access date: 1.7.2024
38. IRENA (International Renewable Energy Agency), 2020. Green hydrogen: A guide to policy making. Retrieved from https://www.irena.org/publications/2020/Nov/Green-hydrogen Access date:10.3.2024
39. Kahraman, N., Akansu, S. O., Albayrak, B. (2007). İçten yanmalı motorlarda alternatif yakıt olarak hidrojen kullanılması. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 48(569), 9-15.
40. KETI (Korea Electronics Technology Institute), 2021. Korea's Hydrogen Economy Initiative. https://www.keti.re.kr/english Access date: 20.4.2024

41. Klebanoff, L. E. (2012). Hydrogen Storage Technology: Materials and Applications. *CRC Press*.
42. Kordesch, K., Simader, G. (1996). Fuel Cells and Their Applications. *Wiley-VCH*.
43. Köseler, S. (2009). Doğrudan metanol yakıt hücresi membran elektrot bileşkesinin optimizasyonu *Master's thesis*, Anadolu University (Turkey).
44. Logan, B. E., et al., (2008). Microbial Electrolysis Cells for High Yield Hydrogen Gas Production from Organic Matter. *Environmental Science & Technology*, 42(23), 8630-8640. DOI: https://doi.org/10.1021/es801553z
45. Melis, A. (2002). Green Alga Hydrogen Production: Progress, Challenges and Prospects. *International Journal of Hydrogen Energy*, 27(11-12), 1217-1228. DOI: https://doi.org/10.1016/S0360-3199(02)00131-1
46. METI (Ministry of Economy, Trade and Industry, Japan), 2021. Basic Hydrogen Strategy. https://www.meti.go.jp/english/press/2021/0125_002.html Access date: 14.8.2024
47. Media Renault, 2024. Renault Master H2-Tech Prototype, nouvelle référence de l'hydrogène avec 700 km d'autonomie* et une recharge en 5 minutes. https://media.renault.com/renault-master-h2-tech-prototype-nouvelle-reference-de-lhydrogene-avec-700-km-dautonomie-et-une-recharge-en-5-minutes/ Access date: 16.9.2024
48. Muratoğlu, Y., Alkaya, A. (2016). Elektrikli Araç Teknolojisi ve Pil Yönetim Sistemi-İnceleme. Elektrik Mühendisliği, 458, 10-14.
49. Navarro, R. M., Peña, M. A., Fierro, J. L. G. (2007). Hydrogen Production Reactions from Carbon Feedstocks: Fossil Fuels and Biomass. *Chemical Reviews*, 107(10), 3952-3991. DOI: https://doi.org/10.1021/cr0501994
50. Nnabuife, S. G., Hamzat, A. K., Whidborne, J., Kuang, B., Jenkins, K. W. (2024). Integration of renewable energy sources in tandem with electrolysis: A technology review for green hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.06.342
51. NREL, 2024. https://www.nrel.gov/ Access date: 3.5.2024
52. Nyamsi, S. N., & Tolj, I. (2024). Metal hydride reactors and phase change materials: Enhancing energy storage for medium-high power vehicles. Journal of Energy Storage, 104, 114545. DOI: https://doi.org/10.1016/j.est.2024.114545
53. O'Hayre, R., Cha, S.-W., Colella, W., Prinz, F. B. (2016). Fuel Cell Fundamentals. *John Wiley & Sons*.
54. Ouyang, L., et al., (2019). Magnesium-based Hydrogen Storage Compounds: A Review. *Journal of Alloys and Compounds*, 785, 1215-1226.
55. Peighambardoust, S. J., Rowshanzamir, S., Amjadi, M. (2010). Review of the Proton Exchange Membranes for Fuel Cell Applications. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35(17), 9349-9384. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.05.017
56. Plug Power, 2021. Plug Power: Hydrogen Solutions for a Sustainable Future. https://www.plugpower.com/ Access date: 15.3.2024
57. Rackley, S. A. (2017). Carbon Capture and Storage. *Butterworth-Heinemann*.
58. Renault, 2024. RENAULT EMBLEME. https://www.renault.fr/gamme-concept-cars/renault-embleme.html Acces date: 12.3.2024
59. Sakintuna, B., Lamari-Darkrim, F., Hirscher, M. (2007). Metal Hydride Materials for Solid Hydrogen Storage: A Review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 32(9), 1121-1140. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2006.11.022
60. Shell, 2021. Hydrogen for Transport. https://www.shell.com/energy-and-innovation/new-energies/hydrogen.html Access date: 16.7.2024
61. Singhal, S. C., Kendall, K. (2003). High-Temperature Solid Oxide Fuel Cells: Fundamentals, Design, and Applications. *Elsevier*.
62. Steele, B. C. H., Heinzel, A. (2001). Materials for Fuel-Cell Technologies. *Nature*, 414(6861), 345-352. DOI: https://doi.org/10.1038/35104620

63. Steinfeld, A. (2005). Solar Thermochemical Production of Hydrogen—A Review. *Solar Energy*, 78(5), 603-615. DOI: https://doi.org/10.1016/j.solener.2003.12.012
64. Teichmann, D., et al., (2012). A Future Energy Supply Based on Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC). *Energy & Environmental Science*, 5(8), 9044-9054.
65. Teksis, 2022. https://www.tek-sis.com/tr/makale/9/hidrojenin-renkleri Access date: 10.2.2024
66. Türkmen, A. C. (2016). Yakıt Pilleri ve Uygulama Alanları. Batman Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü.
67. Toyota, 2020. Toyota Launches the New Mirai. https://global.toyota/en/newsroom/toyota/33879385.html Access date: 12.4.2024
68. Toyota Europe Newsroom, 2024. Hydrogen Fuel Cell Hilux project reaches demonstration phase. https://newsroom.toyota.eu/hydrogen-fuel-cell-hilux-project-reaches-demonstration-phase/ Access date: 2.5.2024
69. U.S. Department of Energy. (2020). Fuel Cell Technologies Office Multi-Year Research, Development, and Demonstration Plan. *Government Report*.
70. Ursua, A., Gandia, L. M., Sanchis, P. (2012). Hydrogen Production from Water Electrolysis: Current Status and Future Trends. *Proceedings of the IEEE*, 100(2), 410-426. DOI: https://doi.org/10.1109/JPROC.2011.2156750
71. Weeda, M., Elgowainy, A. (2021). Hydrogen Carrier Prospects for the Transportation Sector. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(19), 10987-11003. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.01.028
72. World Energy Council, 2021, https://dunyaenerji.org.tr/2021-kuresel-hidrojen-raporu-ozeti/ Access date: 12.6.2024
73. Yeşer enerji dergisi, 2023, https://yeserenerji.com/yesil-hidrojen-uretiminde-elektroliz-yontemleri/ Access date: 22.10.2024
74. Yılmaz, A., Ünvar, S., Ekmen, M., Aydın, S. (2017). Yakıt Pili Teknolojisi. *Technological Applied Sciences*, 12(4), 185-192.
75. Yılmaz, S. S. (2018). Türkiye'de ve Dünya'da yenilenebilir enerji kaynaklarının durum, *Master's thesis*, Maltepe University (Turkey).
76. Zhao, Y., et al., (2018). A Review of Recent Advances in Hydrogen Production via Bioreforming. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 2490-2505. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.077
77. Züttel, A. (2003). Materials for Hydrogen Storage. *Materials Today*, 6(9), 24-33. DOI: https://doi.org/10.1016/S1369-7021(03)00922-2
78. U.S. Department of Energy. (2024). Ultra-efficient long-haul hydrogen fuel cell tractor. Energy.gov. Retrieved from https://www.energy.gov/eere/fuelcells/ultra-efficient-long-haul-hydrogen-fuel-cell-tractor
79. Qasem, N. A., Abdulrahman, G. A. (2024). A recent comprehensive review of fuel cells: history, types, and applications. International Journal of Energy Research, 2024(1), 7271748.

ELEKTRİKLİ ARAÇLARDA BATARYA UYGULAMALARI VE POTANSİYELİ: DERLEME

Fırat TEMEL
Sevil DURSUN
M. Tarık SAVRANLI
After Sales Engineering Department, Renault Group, Bursa, Turkey

Özet: Bu çalışmada, batarya teknolojilerinin otomotiv sektöründeki uygulamaları ve potansiyeli detaylı olarak ele alınmıştır. Günümüzde kullanılan batarya teknolojilerinin, en yaygın olarak kullanılan Li-iyon bataryalar ile kıyaslamasına yer verilmiştir. Batarya tasarımını etkileyen, maliyet, güvenlik, kullanım ömrü ve enerji kapasitesi gibi parametrelerden bahsedilmiştir. Aynı zamanda, bataryanın güvenli ve verimli olmasını sağlayan, batarya yönetim sistemi detaylı olarak ele alınmıştır. Elektrikli araçlarda bataryanın kullanım ömrünü etkileyen ve iklimlendirme sisteminin önemli bir bileşeni olan ısı pompası hakkında bilgi verilmiştir. Günümüzde otomobil üreticileri ve batarya tedarikçilerinin iş birliklerinden bahsedilmiştir. Elektrikli araçların çevre dostu olması konusundaki önemli bir unsur olan geri dönüşüm konusuna bu çalışmada yer verilmiştir. Bu çalışma, bataryaların elektrikli araçların performansı ve sürdürülebilirliği üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır ve bu teknolojinin daha geniş kabulü için önemli bir adım teşkil etmektedir. Gelecekte, teknolojik yenilikler, maliyetlerin azalması ve sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte, batarya teknolojisinin daha da gelişmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Batarya, Hibrit ve Elektrikli Araçlar, Otomotivde Batarya Teknolojileri

APPLICATIONS AND POTENTIAL OF BATTERY IN ELECTRICAL VEHICLES: A REVIEW

Abstract: This study comprehensively examines the applications and potential of battery technologies in the automotive sector. It includes a comparison of currently used battery technologies, particularly focusing on the widely used Lityum iyon batteries. Parameters affecting battery design, such as cost, safety, lifespan, and energy capacity, are discussed. Additionally, the battery management system, which ensures the safety and efficiency of the battery, is detailed. Information is provided on the heat pump, a crucial component of the climate control system that affects the battery's lifespan in electric vehicles. The study also discusses the collaborations between automobile manufacturers and battery suppliers. The importance of recycling, a key factor in making electric vehicles environmentally friendly, is

highlighted. This study demonstrates that batteries have a decisive impact on the performance and sustainability of electric vehicles and represents a significant step towards broader acceptance of this technology. In the future, with technological innovations, cost reductions, and the widespread adoption of sustainable practices, battery technology is expected to advance further.

Keywords: Battery, Hybrid and Electric Vehicles, Battery Technologies in Automotive

1.GİRİŞ

Elektrikli araçlar fosil yakıt kullanımının azaltılmasında ve karbon emisyonunun minimize edilmesinde önemli bir potansiyele sahiptir. Enerji verimliliği ve çevre dostu olması sebebi ile anahtar öneme sahip bir alternatif olarak görülmektedir. Bu araçların kullanımı ve performansının tanımlanmasında bataryalar kritik bir rol oynamaktadır. Elektrikli araçlar enerji depolama ve yönetiminde pillere büyük önem verir. Bu çalışmada bataryanın elektrikli araçlardaki potansiyeline ve mevcut durumu ele alınmıştır.

1910 yılında marş motorunun icadı, batarya teknolojisinin kullanımına ve teknolojik ilerlemesine katkı sağladı. 1970'li yıllarda batarya teknolojisini geliştirmeye yönelik çalışmalar ivme kazandı (Muhammad, 2010). Batarya teknolojisindeki önemli gelişmelerin kronolojik sıralaması aşağıda belirtilmiştir:

1835: Thomas Davenport, tarihte bilinen ilk elektrikli motoru ve aracı Amerika Birleşik Devletlerin de icat etti. Bu araç iki elektromıknatıs, bir pivot ve bir batarya ile tasarlandı.

1889: Fizikçi Thomas Edison elektrikli araçlarda kullanılan nikel-çinko bataryayı geliştirdi.

1900: Elektrikli araçlar altın çağını olması sebebi ile önemlidir çünkü bu yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilen araçların yüzde 28'i elektrikliydi.

1920: Petrol ile çalışan içten yanmalı araçların popülerliği arttı ve bu elektrikli araçların sayısında düşüşe yol açtı.

2000s: Lityum iyon bataryaların geliştirilmesi elektrikli araçların yeniden popüler olmasını canlandırdı (Davenport, 1835).

2003: Tesla elektrikli araç pazarına lityum iyon bataryalı Roadster modeli ile giriş yaptı.

2012: Tesla Model S modeli, 265 mil (426 km) menzil ile büyük başarı elde etti (EPA, 2020).

2020: Lityum iyon bataryalarının yanında son zamanlarda katı hal ve grafit anotlu lityum iyon bataryalar gibi yeni teknolojiler geliştirildi.

2. BATARYA TİPLERİ

Batarya tipleri geometrik şekilleri ve kimyasal yapılarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

2.1. Kimyasal kombinasyonlarına göre:

Elektrikli araçlarda batarya teknolojileri performans, menzil ve araçların güvenlik konuları başta olmak üzere pek çok alanda büyük öneme sahiptir. Günümüzde lityum-iyon bataryalar en çok kullanılan tip olmasına rağmen, alternatif olarak görülen lityum-demir-fosfat, nikel-metal-hidrat, nikel-kobalt-alüminyum, nikel-magnezyum-kobalt, nikel-kadmiyum da çok önemli avantajlara sahiptir. Gelecekte, batarya teknolojilerindeki gelişmelerin daha geniş ve daha verimli olarak elektrikli araçlar üzerindeki etkisinin aratacağı beklenmektedir (Johnson et al., 2021).

Aşağıda belirtilen anot, katot ve elektrolit tanımları elektrokimyasal hücrelerin temel işleyişlerini anlamak açısından büyük bir öneme sahiptir ve çeşitli akademik kaynaklarda açıklanmıştır (Ross, 1961).

19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başında, elektrikli araçlarda öncelikle düşük enerji yoğunluğuna sahip kurşun-asit bataryalar kullanılıyordu. Bu bataryalar, içten yanmalı motorlu araçlarda marş motoruna ve elektronik ekipmana güç sağlamak için kullanılıyordu (Ehsani et al., 2018). Maliyet açısından uygun, güvenilir, dayanıklıdırlar ve bakımları da oldukça kolaydır. Düşük enerji yoğunluklarına rağmen, bazı uygulamalarda hala tercih edilmektedirler (Voltla, 2024).

Kurşun-asit batarya: Bu bataryalar genellikle elektrikli araçların ilk aşamalarında kullanılıyordu ve günümüze baktığımızda daha çok düşük maliyetli olan ve kısa menzil gerektiren uygulamalarda kullanılıyor (Pavlov, 2017). Kurşun-asit bataryalar oldukça güvenli olması özelliğiyle bilinir (Bode, 2019). Bunun yanında geri dönüşümü kolaydır ve uzun zamandır da kullanılıyor (Lam vd., 2016). Ancak düşük enerji yoğunluğu, ağır ağırlık ve kısa ömür gibi dezavantajları da vardır (Al Ani vd., 2015). Kurşun-Asit bataryalar ile karşılaştırıldığında, Lityum-iyon bataryalar önemli ölçüde daha yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. Bu nedenle, Kurşun-Asit bataryalar enerji ihtiyacının düşük olduğu uygulamalarda kullanılırken, Lityum-iyon bataryalar daha fazla güç gerektiren uygulamalarda kullanılır (ByBatt, 2024).

Nikel-kadmiyum (NiCd) batarya: İsveçli bilim adamı Waldemar Jungner tarafından 1899'da icat edilen bu bataryalar ilk olarak 1910'da İsveç'te piyasaya sürülmüş ve 1946'da Amerika Birleşik Devletleri'ne ulaşmıştır (Wikipedia, 2024). NiCd bataryalar taşınabilir elektrikli aletler, fotoğraf ekipmanları, el fenerleri ve acil durum aydınlatması gibi uygulamalarda yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, Nikel-Metal Hibrit (NiMH) bataryalar üstün kapasiteleri ve düşük

maliyetleri nedeniyle bunların yerini almıştır (Kontrol Kalemi, 2013). Bu şarj edilebilir bataryalar yüksek deşarj oranları gerektiren uygulamalarda kullanılır. NiCd bataryalar yüksek çevrim ömrü, düşük sıcaklıklarda çalışma ve yüksek deşarj oranları gibi avantajlar sunar (Buchmann vd., 2018). Ancak, kadmiyumun toksisitesi ve potansiyel çevresel zararları nedeniyle kullanımları oldukça sınırlıdır (Linden ve Reddy, 2019). Ek olarak, "hafıza etkisi" bunların tam kapasitede kullanılmasını zorlaştırabilir (Hunter, 2017). Lityum-iyon bataryalar daha yüksek enerji yoğunluğu ve çevre dostu özellikleriyle bilinirken, NiCd bataryalar dayanıklılık ve uzun ömür açısından daha avantajlıdır (Özdal, 2018).

Nikel-metal hidrit (NiMH) batarya: NiCd bataryaların çevresel etkisini azaltmak için 1990'ların başında geliştirilen bu bataryalar, NiCd'den daha özgül enerji sağlar, daha az hafıza etkisine sahiptir ve şarj edilmesi daha kolaydır (Amateur Teknik, 2021). Hibrit araçlarda yaygın olarak kullanılmıştır. NiCd bataryalarla karşılaştırıldığında, NiMH bataryalar daha çevre dostudur ve daha yüksek enerji yoğunluğuna sahiptir. NiMH bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu, güvenlik ve çevre dostu olma gibi avantajlar sunar (Brown vd., 2013). Ancak, Lityum iyon bataryalardan daha ağır ve daha hacimlidir ve daha düşük enerji verimliliğine sahiptirler (Martinez vd., 2012).

Lityum İyon (Lityum iyon) batarya: Günümüzde en yaygın kullanılan batarya türü olan Lityum iyon bataryalar, lityum iyonlarının anot ve katot arasında hareket etmesi prensibiyle çalışır. Lityum iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu, düşük kendi kendine deşarj oranı ve hafiflik gibi avantajlara sahiptir (Wang vd., 2019). Ancak maliyetlidirler ve aşırı ısınma ve yanma riskleri taşırlar (Chen vd., 2020).

Lityum Demir Fosfat (LFP) Bataryalar: Bu bataryalar özellikle güvenliğin öncelikli olduğu uygulamalarda tercih edilir. LFP bataryalar aşırı ısınma ve patlama risklerinin düşük olduğu yüksek termal kararlılık sunar (Huang vd., 2016). Ayrıca çevre dostudurlar ve uzun bir çevrim ömrüne sahiptirler (Lee vd., 2021). Ancak enerji yoğunlukları Lityum iyon bataryalardan daha düşüktür (Smith vd., 2015). LFP bataryalar Lityum iyon bataryalara kıyasla daha güvenli ve daha uzun ömürlüdür.

Katı Hal Bataryalar: Yeni nesil batarya teknolojisi olarak kabul edilen bu bataryalar, sıvı elektrolit yerine katı elektrolit kullanır. Katı hal bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu, uzun ömür ve güvenlik gibi avantajlar sunar (Yao vd., 2019). Aşırı ısınma ve yanma riskleri düşüktür. Ancak üretim maliyetleri yüksektir ve ticari kullanımları henüz yaygın değildir (Zhang vd., 2022). Lityum iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu ve hızlı şarj kabiliyetleri nedeniyle

günümüzde yaygın olarak kullanılırken, katı hal bataryalar ise güvenlik ve potansiyel enerji yoğunluğu açısından avantajlıdır (Barut, 2019).

Nikel-Kobalt-Alüminyum (NCA) Bataryalar: Bu bataryalar Tesla gibi yüksek performanslı elektrikli araç üreticileri tarafından tercih edilmektedir. NCA bataryaları yüksek enerji yoğunluğu, uzun ömür ve yüksek termal kararlılık gibi avantajlara sahiptir (Park vd., 2019). Ancak kobaltın yüksek maliyeti ve çevresel etkisi nedeniyle eleştirilmektedirler (Li vd., 2020). NCA bataryaları, özellikle elektrikli araçlar için önemli olan Lityum iyon bataryalara kıyasla daha yüksek enerji yoğunluğu sunar (Kılıç, 2023).

Nikel-Manganez-Kobalt (NMC) Bataryalar: Bu bataryalar otomotiv endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

NMC bataryalar enerji yoğunluğu ve termal kararlılık arasında iyi bir denge sağlar (Sun ve ark., 2018). Manganez, kobalt kullanımını en aza indirerek maliyetleri ve çevresel etkiyi azaltır (Xu ve ark., 2020). Ancak kobaltın sürekli kullanımı maliyetler ve tedarik zinciri sorunları konusunda endişelere yol açmaktadır (Johnson ve ark., 2019). NMC bataryalar, özellikle elektrikli araçlar için önemli olan Lityum iyon bataryalardan daha yüksek enerji yoğunluğu sunar (Akgündüz, 2022).

2.2. Geometrik şekillerine göre:

Bataryalar ayrıca silindirik, kese ve prizmatik formatlarda da gruplandırılır.

Elektrikli araçlar (EV'ler) son yıllarda giderek artan bir ilgi görüyor ve otomotiv endüstrisinde önemli oyuncular haline geldi. EV'lerin performansı ve menzili büyük ölçüde kullanılan batarya teknolojisine bağlıdır. Batarya teknolojileri yalnızca kimyasal yapılarına göre değil aynı zamanda geometrik şekillerine göre de sınıflandırılır.

Silindirik Bataryalar: Silindirik bataryalar, sıklıkla lityum iyon kimyasıyla birlikte kullanılan en yaygın batarya form faktörlerinden biridir (Anderson ve diğerleri, 2019).

Silindirik bataryalar, yüksek enerji yoğunluğu, iyi mekanik kararlılık ve seri-paralel bağlantılar yoluyla esnek kapasite yapılandırması gibi avantajlar sunar (Zhang vd., 2018). Ancak, paketleme verimlilikleri prizmatik ve kese bataryalara kıyasla daha düşüktür (Lee vd., 2020).

Kese Bataryalar: Kese bataryalar esnek bir paketleme yapısına sahiptir ve sıklıkla lityum-polimer batarya kimyasında kullanılır (Kim ve diğerleri, 2017).

Kese bataryalar yüksek enerji yoğunluğu, hafiflik ve esnek tasarım gibi avantajlar sunar (Huang vd., 2016). Ancak mekanik hasara karşı daha savunmasızdırlar ve uygun paketleme gerektirirler (Wang vd., 2019).

Prizmatik Bataryalar: Prizmatik bataryalar dikdörtgen prizma şekline sahiptir ve sıklıkla lityum-iyon ve lityum-polimer kimyasında kullanılır (Smith ve diğerleri, 2015).

Prizmatik bataryalar yüksek enerji yoğunluğu, iyi ısı dağılımı ve mekanik dayanıklılık gibi avantajlar sunar (Johnson ve diğerleri, 2021). Ancak daha yüksek üretim maliyetlerine ve sınırlı paketleme esnekliğine sahiptirler (Xu ve diğerleri, 2020).

Elektrikli araçlardaki batarya teknolojileri, araçların performansı, menzili ve güvenliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bataryaların geometrik şekilleri de verimlilik ve uygulanabilirliklerinde önemli bir rol oynar. Silindirik, kese ve prizmatik batarya tiplerinin her biri, belirli uygulamalara ve gereksinimlere bağlı olarak çeşitli avantajlar ve dezavantajlar sunar. Gelecekte, batarya teknolojilerindeki gelişmelerin elektrikli araçların daha geniş ve daha verimli kullanımına katkıda bulunması beklenmektedir (Johnson ve diğerleri, 2021).

3.BATARYA TASARIMINA ETKİ EDEN ANAHTAR PARAMETRELER

Elektrikli araçların performansı ve kabul edilirliği, batarya teknolojisinin gelişimine bağlıdır. Batarya tasarımı, maliyet, ömür, güvenlik, enerji kapasitesi gibi bir dizi kritik faktörü içermektedir. Bu faktörler, elektrikli araçların tercih edilebilirliğini, fiyat-performans ve genel performans değerlendirmesinde etkilemektedir. Bu kısımda, tasarımda dikkat edilen bu parametreler anlatılmaktadır.

3.1. Maliyet

Bataryalar, elektrikli araçların toplam maliyetinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Lityum-iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunlukları ve uzun ömürleri nedeniyle elektrikli araçlarda en sık kullanılan türdür. Ancak bu bataryaların üretim maliyetleri, esas olarak lityum, kobalt ve nikel gibi nadir ve pahalı malzemelerin kullanılması nedeniyle yüksektir (NREL, 2021). Yeni malzemeler ve üretim teknikleri geliştirerek maliyetleri düşürme çalışmaları araştırmacılar tarafından devam etmektedir. Lityum-kükürt ve katı hal bataryaları gibi yeni nesil teknolojiler daha düşük maliyet ve daha yüksek enerji yoğunluğu vaat emektedir (DOE, 2021).

3.2. Ömür

Batarya ömrü, elektrikli aracın ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği açısından kritik bir faktördür. Bu değer, bataryanın şarj-deşarj döngüleri boyunca kapasitesini ne kadar süre koruyabileceği ile belirlenmektedir. En yaygın kullanılan lityum-iyon bataryalarda bu değer 1000- 1500 şarj döngüsüne karşılık gelmekle birlikte yaklaşık 8-10 yıllık kullanım ömrüne eşdeğerdir (MIT, 2020). Batarya ömrünü uzatmak için termal yönetim sistemleri ve batarya

yönetim sistemleri (BMS) kullanılmaktadır. Bu sistemler her hücrenin voltajını, sıcaklığını ve genel sağlığını izleyerek bataryanın optimum performansta çalışmasını sağlamaktadır.

3.3. Güvenlik

Batarya güvenliği elektrikli araç kullanıcıları için büyük bir endişe kaynağıdır. Lityum iyon bataryalar yanlış kullanıldığında, aşırı ısındığında veya fiziksel olarak hasar gördüğünde yangın veya patlama riski taşımaktadır. Bu tür olayların önüne geçmek için bataryaların çeşitli güvenlik mekanizmalarıyla donatılması gerekmektedir. Bataryaların aşırı ısınmasını önlemek için termal yönetim sistemleri kritik öneme sahiptir (JCESR, 2021). Ayrıca dahili emniyet sigortaları ve havalandırma vanaları gibi pasif emniyet tedbirleri kullanılmaktadır. Batarya paketlerinin tasarımı, mekanik darbelere karşı koruma sağlayacak dayanıklı yapılar içermelidir.

3.4. Enerji kapasitesi

Bataryanın enerji kapasitesi elektrikli bir aracın menzilini belirleyen en önemli faktördür. Enerji yoğunluğu (kWh/kg), bir pilin ağırlık birimi başına ne kadar enerji depolayabileceğini göstermektedir. Daha yüksek enerji yoğunluğu, aracın daha uzun mesafeler kat edebileceği anlamına gelmektedir. Günümüzde lityum iyon bataryalar, 250-300 Wh/kg enerji yoğunlukları sunmakta ancak yeni nesil teknolojilerle bu değer artırılmaktadır (Tesla, 2021). Katı hal ve lityum kükürt bataryalar, daha yüksek enerji yoğunlukları sunarak elektrikli araç yelpazesini daha da geliştirme potansiyeline sahiptir.

3.5. Diğer faktörler

Şarj süresi: Kullanıcı deneyimi açısından bataryanın şarj süresi oldukça kritik bir faktördür. Hızlı şarj teknolojileri ile bataryanın hızlı şarj olması mümkün olurken ömür ve batarya güvenliği açısından negatif bir etkiye de sahip olabilmektedir. Bu sebeple hızlı şarjın bataryanın sağlığı üzerindeki etkilerini dengelemek oldukça önemli olmaktadır. (JCESR, 2021).

Ağırlık ve hacim: Elektrikli araçların verimliliği ve performansı üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olan bu faktörler, daha hafif ve kompakt bir tasarımla enerji verimliliğini geliştirmeye katkı sağlanabileceğini göstermektedir (NREL, 2021).

Çevresel Etki: Batarya üretimi ve geri dönüşümünün çevresel etkisi dikkat edilmesi gereken bir faktördür. Lityum, kobalt ve nikel gibi metallerin elde edilme prosesi çevresel bozulmaya sebep olabilmektedir. Bu süreçte sürdürülebilir malzemelerin eldesi ve geri dönüştürme prosesinin geliştirilmesi oldukça gereklidir (DOE, 2021).

4. BATARYA YÖNETİM SİSTEMİ (BMS)

Batarya yönetim sistemleri (BMS), bataryaların güvenli, verimli ve uzun ömürlü kullanımının sağlanmasında kritik bir rol oynamaktadır. BMS, bataryayı sürekli izleyerek performansı optimize eder, güvenlik önlemlerini uygular ve bataryanın ömrünü uzatmak için çeşitli işlevler gerçekleştirir. Bu bölümde BMS'nin elektrikli araçlardaki işlevine, bileşenlerine ve teknolojik gelişimi detaylı olarak ele alınmıştır.

4.1. BMS bileşenleri

Sensörler: Batarya hücrelerinin voltajını, akımını ve sıcaklığını izlemek için çeşitli sensörler kullanır. Bu sensörler bataryanın güvenli ve verimli çalışmasını sağlamak için gerekli bilgileri verir (NREL, 2020).

Kontrol ünitesi: Kontrol ünitesi sensörlerden gelen verileri takip eder ve bataryanın durumunu analiz eder. Bu analize dayanarak bataryanın güvenliğini ve performansını korumak için gerekli önlemleri alır (EPEC, 2021).

Soğutma ve ısı yönetim sistemi: Isı yönetimi, bataryanın güvenliği ve performansı açısından çok önemlidir. BMS bataryanın sıcaklığını izler ve gerekli ise soğutma sistemini devreye sokar. Bu, ısı kaçak riskinin azaltılmasına yardımcı olur ve pilin ömrünü uzatır (MIT, 2020).

4.2. BMS'nin ana fonksiyonları

Durum izleme ve yönetimi: BMS, her batarya hücresinin voltajını, akımını, sıcaklığını ve genel sağlığını izler. Bu veriler batarya şarj durumunu (SoC) ve batarya sağlık durumunu (SoH) değerlendirmek için kullanılır (BloombergNEF, 2021). Şarj durumunu (SoC), bataryanın mevcut şarj seviyesini gösterirken Batarya sağlık durumunu (SoH), bataryanın kapasitesinin zaman içinde azalmasını ifade eder. Bu izleme, bataryanın güvenli ve verimli kullanımını sağlamak için çok önemlidir.

Güvenlik ve koruma: BMS, bataryanın güvenli çalışmasını sağlamak için çeşitli korumalar sağlar. Aşırı şarj, aşırı deşarj, aşırı akım, aşırı ısınma gibi durumlar bataryanın ömrünü kısaltabilir veya ciddi güvenlik riskleri oluşturabilir. BMS bu gibi anormal çalışma süreçlerini tespit eder ve akımı kesmek veya soğutma sistemini etkinleştirmek gibi gerekli önlemleri alır (IEEE Spectrum, 2020).

Dengeleme: Batarya hücreleri farklı voltaj ve kapasite değerlerine sahip olabilir ve bu dengesizlikler bataryanın genel kapasitesini düşürerek bazı hücrelerin erkenden kullanım dışına çıkmasına sebep olabilir. BMS, tüm hücrelerin aynı voltajı korumasını sağlayarak bu

dengesizliği giderir, eşit şarj ve deşarja olanak tanır ve bataryanın ömrünü uzatır (Battery University, 2021).

Veri iletişimi ve yönetimi: BMS, batarya ile aracın diğer bileşenleri arasındaki veri iletişimini sağlar. Bu, aracın kontrol sistemlerini bataryanın durumu hakkında bilgilendirerek enerji yönetiminin optimize edilmesine yardımcı olur. Örneğin BMS, menzil tahmini ve şarj durumu göstergeleri için gerekli verileri sağlar (Tesla, 2021).

4.3. Teknolojik gelişmeler ve gelecek beklentileri

Yapay zeka ve makine öğrenimi: BMS, batarya davranışını tahmin etmek için yapay zeka (AI) ve makine öğrenme tekniklerinden yararlanabilir. Bu, daha doğru SoC (şarj durumu) ve SoH (sağlık durumu) tahminlerine olanak tanır ve batarya ömrünü uzatır (IEEE Erişimi, 2020). İnternet bağlantısı ve Nesnelerin interneti (IoT) entegrasyonu: İnternete bağlı BMS, bataryanın uzaktan izlenmesine ve yönetilmesine olanak tanır. Bu sistemler, batarya performans verilerini bulut tabanlı platformlara aktararak analiz ve optimizasyon süreçlerini iyileşmesine olanak sağlamaktadır (IDC, 2021).

Gelişmiş soğutma teknolojileri: Gelişmiş soğutma teknolojileri, bataryanın daha verimli ve güvenli çalışmasını sağlar. Bu teknolojiler bataryanın ısı yönetimini kontrol ederek aşırı ısınmayı önler ve ömrünü uzatır (Tesla, 2021).

Batarya yönetim sistemlerinin elektrikli araçların performansı, güvenliği ve ömrü üzerinde kritik bir etkisi vardır. BMS, bataryanın durumunu izleyerek, güvenliği sağlar, hücreleri dengeler ve verileri yöneterek pilin en uygun ortamda çalışmasını sağlar. Bu gelişmeler elektrikli araçların daha güvenli, daha verimli ve daha uzun ömürlü olmasına katkıda bulunacaktır.

5. ELEKTRİKLİ ARAÇ BATARYALARI İÇİN ISI POMPASININ ÖNEMİ

Elektrikli araçlar (EV'ler), içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla daha düşük enerji tüketimi ve sıfır egzoz emisyonu avantajları sunar. Ancak, EV'lerin verimliliği ve kullanıcı konforu büyük ölçüde araç içi iklim kontrol sistemlerinin etkinliğine bağlıdır. Isı pompaları, elektrikli araçlarda enerji verimliliğini artırmak ve soğuk hava koşullarında menzili korumak için kritik bir bileşen olarak öne çıkar. Bu bölümde, EV'lerde ısı pompalarının önemi, çalışma prensipleri ve ısı pompası kullanmayan araçlarla karşılaştırması incelenecektir.

5.1. Isı pompası nedir?

Isı pompası, elektrikli araçlarda kullanılan iklim kontrol sisteminin bir bileşenidir. Birincil işlevi, aracın iç kısmının ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını karşılamaktır. Isı pompaları, bir

çevrimde çalışan kompresör, kondansatör, buharlaştırıcı ve genleşme valfi gibi bileşenlerden oluşur. Bu sistem, çevredeki havadan ısıyı çekerek veya dışarı atarak kabin sıcaklığını düzenler (DOE, 2021).

5.2. Isı Pompasının çalışma prensibi

Isı pompaları buzdolapları veya klimalara benzer şekilde çalışır, ancak iki yönde çalışma yeteneğine sahiptirler. Kışın, dışarıdaki havadan ısıyı alır ve onu araç kabinine aktararak iç mekânı ısıtır. Yazın, kabinden ısıyı alır ve onu dışarıya vererek iç mekânı soğuturlar. Isı pompaları düşük sıcaklıklarda bile verimli bir şekilde çalışabilir, bu da soğuk iklimlerde enerji verimliliğini korumalarını sağlar (IEA, 2021).

5.3. Elektrikli araçlarda ısı pompası

Enerji Verimliliği: Elektrikli araçlardaki enerji verimliliği doğrudan sürüş menzilini etkiler. Isı pompaları, geleneksel dirençli ısıtma sistemlerine kıyasla çok daha az enerji tüketir. Dirençli ısıtıcılar, elektrik enerjisini doğrudan ısıya dönüştürerek çalışır ve bu da oldukça enerji yoğun olabilir. Buna karşılık, ısı pompaları aynı miktarda ısıyı üretmek için çok daha az enerji kullanır ve bu da kış aylarında batarya şarjını korumada önemli bir avantaj sağlar (NREL, 2020).

Menzil Koruması: Soğuk hava koşullarında, dirençli ısıtıcıların kullanımı batarya tüketimini artırabilir ve aracın menzilini önemli ölçüde azaltabilir. Öte yandan ısı pompaları, soğuk iklimlerde bile yüksek verimlilikle çalışarak bu menzil kaybını en aza indirir. Bu, kullanıcılar için daha güvenilir ve daha uzun bir sürüş menzili ile sonuçlanır (Tesla, 2021).

Artan Konfor: Isı pompaları daha hassas sıcaklık kontrolü sağlayarak aracın iç mekanının konforunu artırır. Ayrıca, hızlı ısıtma ve soğutma yetenekleriyle araç içi iklim daha hızlı ayarlanabilir ve genel kullanıcı deneyimi iyileştirilebilir (BMW, 2021).

5.4. Isı pompasız araçlar ile karşılaştırma

Isı pompası olmayan elektrikli araçlar genellikle dirençli ısıtıcılar kullanır. Bu sistemlerin enerji verimliliği ısı pompalarına kıyasla daha düşüktür. Örneğin:

Enerji Tüketimi: Dirençli ısıtıcılar ısıtma için mevcut tüm elektrik enerjisini kullanır ve bu da daha yüksek enerji tüketimine yol açar. Buna karşılık, ısı pompaları tüketilen her 1 birim enerji için 3-4 birim ısı üretme kapasitesine sahiptir (DOE, 2021).

Menzile Etkisi: Soğuk havalarda, dirençli ısıtıcılar bataryanın hızla bitmesine neden olarak aracın menzilini önemli ölçüde kısaltabilir. Isı pompaları daha az enerji tüketerek menzili korumaya yardımcı olur (IEA, 2021).

Maliyet ve Karmaşıklık: Isı pompaları dirençli ısıtıcılardan daha karmaşık ve pahalıdır. Bu, ön maliyetleri artırabilirken, uzun vadeli enerji tasarrufları bu masrafları telafi edebilir (BMW, 2021).

Isı pompaları, elektrikli araçların enerji verimliliğini artırmak ve menzil kaybını en aza indirmek için kritik bir teknoloji olarak öne çıkıyor. Bu sistemler, yüksek verimlilikleri sayesinde batarya tüketimini azaltır ve soğuk iklimlerde bile kullanıcılara daha uzun bir sürüş menzili sağlar. Isı pompalarının dirençli ısıtıcılara göre sunduğu enerji tasarrufu ve konfor avantajları, elektrikli araçların benimsenmesini teşvik etmede önemli bir faktördür. Gelecekte, ısı pompalarının teknolojik gelişmeler sayesinde daha yaygın ve daha da verimli hale gelmesi bekleniyor.

6. ELEKTRİKLİ ARAÇ VE BATARYA ÜRETİCİLERİ ARASINDAKİ İŞ BİRLİĞİNİN MEVCUT DURUMU

Elektrikli araç pazarı açısından bakıldığında batarya üreticileri ve orijinal ekipman üreticileri arasında güçlü bir iş birliği vardır. Bu iş birliği elektrikli araçların performansını, menzilini ve güvenilirliğini ifade etmektedir. Bu kısımda günümüzde mevcut olan araç üreticileri ve batarya tedarikçileri arasındaki ilişki listelenmiştir.

6.1. Tesla

Batarya tedarikçileri: Panasonic, CATL, LG Chem

Batarya tipleri: Silindirik (genellikle)

Panasonic: Nikel Kobalt Alüminyum (NCA) bataryaların Gigafactory' de üretilmesi için iş birliği yapmaktadırlar (Tesla, 2021).

CATL: Tesla'nın Çin'de üretilen Model 3 ve Model Y için lityum demir fosfat bataryaları sağlamaktadır. (Tesla, 2021).

LG Chem: Tesla'nın diğer modelleri için batarya sağlayan alternatif bir tedarikçidir.

6.2. Nissan

Batarya tedarikçileri: AESC (Otomotiv Enerji Sağlayıcıları Birliği)

Batarya tipleri: Prizmatik

AESC: Nissan'ın Leaf ve diğer modelleri için lityum iyon bataryalarını sağlamaktadır (Nissan, 2021).

6.3. BMW

Batarya tedarikçileri: Samsung SDI, CATL

Batarya tipleri: Prizmatik

Samsung SDI: BMW i3, i4, and iX modelleri için Nikel Kobalt Manganez (NCM) bataryaları sağlamaktadır (BMW, 2021).

CATL: BMW'nin yeni jenerasyon elektrikli araçları için batarya tedarik etmektedir. (BMW, 2021).

6.4. Volkswagen

Batarya tedarikçileri: LG Chem, SK Innovation, CATL, Gotion High-Tech

LG Chem, SK Innovation, CATL: Volkswagen grubun MEB(Modular Elektrik Sürüş Matrisi) ismi verilen platformu kullanılan elektrikli araç ailesi için batarya sağlamaktadır (Volkswagen, 2021).

Gotion High-Tech: Volkswagen ile batarya üretimi ve stratejik ortaklık yapmaktadır. (Volkswagen, 2021).

6.5. General Motors (GM)

Batarya tedarikçileri: LG Chem

LG Chem: GM'nin Chevrolet Bolt elektrikli modeli ve Ultium isimli batarya platformu için bataryalar sağlamaktadır (GM, 2021).

6.6. Hyundai-Kia

Batarya tedarikçileri: LG Chem, SK Innovation

LG Chem, SK Innovation: Hyundai Kona Elektrik, Ioniq 5, Kia Soul EV, and EV6 modelleri için batarya sağlamaktadır (Hyundai, 2021).

6.7. Ford

Batarya tedarikçileri: SK Innovation

SK Innovation: Mustang Mach-E and F-150 Lightning modelleri için batarya sağlamaktadır (Ford, 2021).

6.8. Daimler (Mercedes-Benz)

Batarya tedarikçileri: CATL, Farasis Energy

CATL, Farasis Energy: Mercedes-Benz EQ serisi modelleri için batarya sağlamaktadır (Mercedes-Benz, 2021).

6.9. Audi

Batarya tedarikçileri: LG Chem, Samsung SDI

LG Chem, Samsung SDI: Audi e-tron and e-tron GT modelleri için batarya sağlamaktadır (Audi, 2021).

6.10. Renault

Batarya tedarikçileri: LG Chem, AESC

LG Chem, AESC: Renault Zoe, Megane E-Tech, Scenic, Renault 5 gibi elektrikli modeller için bataryalar sağlamaktadır (Renault, 2024).

6.11. BYD (Build Your Dreams)

Batarya tedarikçileri: BYD

BYD: Lityum Demir Fosfat bataryaları kendi ürettikleri araçlar için ya da potansiyel olarak diğer araç üreticileri için kendi bünyesinde üretmektedirler (BYD, 2021).

6.12. Jaguar

Batarya tedarikçileri: LG Chem

LG Chem: Nikel Kobalt Mangan bataryaları Jaguar I-PACE modeli için sağlamaktadır (Jaguar, 2021).

6.13. TOGG

Batarya tedarikçileri: FARASIS

Batarya tipi: Kesecik

Batarya teknolojisindeki gelişmeler, elektrikli araç üreticilerinin pazardaki konumlarını güçlendirmek ve başarısını arttırmak için önem arz etmektedir. CATL ve BYD başta olmak üzere Çinli üreticiler küresel batarya tedarik zincirinde önemli bir rol oynamaktadır ve birçok otomobil üreticisinin batarya ihtiyacını karşılamaktadır.

7. BATARYA GERİ DÖNÜŞÜMÜ

Çevresel sürdürülebilirlik açısından bakıldığında elektrikli araçların yaygınlaştırılması oldukça önemli bir adımdır. Ancak bu tip araçlarda kullanılan bataryaların ömürleri ve geri dönüşüm etkisi dikkatli bir araştırmayı gerektiren kritik konulardandır.

7.1. Batarya geri dönüşüm prosesi

Ön İşlem ve Taşıma:

Batarya geri dönüşüm prosesi, araçtan bataryanın sökülmesi ve geri dönüşüm bölgelerine taşınması ile başlamaktadır. Yaygın kullanılan batarya tipi olan lityum iyon özelinde bu işlemi örneklendirdiğimizde, uygun olmayan koşullarda bu tip bir bataryanın taşınması durumunda patlama ve yanma riskine karşı önlem alınması gerekmektedir (Anderson & Tarascon, 2018).

Sökme ve ayırma: Geri dönüştürme bölgelerinde bataryalar, metal, plastik, elektrot, elektrolit gibi çeşitli parçalara ayrılmaktadır. Bu kısımda işlemler, mekanik kırma, ısıl işlem, kimyasal

çözücülerin kullanılmasını içermektedir. Burada güvenli bir şekilde bataryanın açılması ve elektrolitlerin çıkartılması oldukça kritik bir adımdır (Harper et al., 2019).

Malzeme geri dönüşümü: Lityum, kobalt, nikel, mangan gibi ana batarya malzemeleri geri dönüştürülebilmektedir. Bu geri dönüşüm sürecinde pirometalurjik ve hidrometalurjik metotlar kullanılmaktadır. Bu metotlar malzemenin açığa çıkartılması ve saflaştırılmasını içermektedir. Pirometalurji, yüksek sıcaklıklarda malzemenin eritilmesi ve rafine edilmesine ile yüksek saflıkta metal geri kazanımı sağlamaktadır (Gaines, 2018).

Rafine etme ve yeniden kullanma: Geri dönüştürülmüş metaller rafine edilmektedir ve kullanım için hazır hale gelmektedir. Bu metaller yeni bataryaların üretiminde veya diğer endüstri uygulamalarında kullanılabilmektedir (Kushnir & Sandén, 2012).

7.2. Geri dönüştürme oranı ve verimlilik

Battery recycling rates vary depending on the technologies and processes used. Currently, the recycling rates for lithium-ion batteries range between 50% and 90%, depending on the type of metal. For example, the recovery rate of cobalt is generally high (80%-90%), while lithium recovery ranges between 30% and 50% (Wang et al., 2019). These rates are expected to increase with technological advancements and the development of more efficient recycling processes. However, the low efficiency of lithium recovery requires further research and development (Richa et al., 2014).

7.3. Çevresel Etkiler

Elektrikli araçlarda batarya kullanımı malzemelerin geri dönüştürülebilmesi, atıkların azaltılması gibi pozitif etkilere sahipken diğer yandan enerji tüketimi, kimyasal kullanımı ve bunun sonucunda atık oluşumu gibi temel de bahsedilebilecek negatif etkilere sahiptir.

Malzeme geri dönüşümü: Geri dönüşüm prosesi değerli metallerinde tekrardan kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Karbon ayak izini düşüren bu sürecin kullanılabilir olması aynı zamanda bu metallerin elde edilmesindeki zorlu süreçlerin etkilerini de azaltmaya yönelik katkı sağlamaktadır (Dunn et al., 2012).

Atık azaltılması: Geri dönüştürülen bataryalar, çöp sahalarında yer işgal etmemekle atık birikimine engel olmaktadır (Zeng et al., 2015).

Enerji tüketimi: Geri dönüşüm işleminde kullanılan metotlar, özellikle pirometalurji oldukça yüksek enerji tüketimi ile prosesin karbon ayak izini arttırmaktadır.

Kimyasal kullanımı ve atık oluşumu: Kimyasalların yönetimi ve imha edilmesinde kullanılan hidrometalurji işlemi çevresel riskleri içinde barındırmaktadır. Açığa çıkan kimyasalların su

kaynaklarına veya toprağa sızması durumunda ekosisteme zarar verebilmektedir (Gaines, 2018).

Elektrikli araç bataryalarının geri dönüşümü çevresel ve ekonomik önemini korumaktadır. Geri dönüştürme prosesinin etkili bir şekilde yönetilmesi değerli metallerin korunması, elde edilmesine katkı sağlarken, sürdürülebilir ekonomiye çevresel etkileri azaltarak katkı sağlamaktadır. Mevcut metotların geliştirilmesi ve yeni daha etkili metotların keşfinin geri dönüştürme oranını (çevresel etkileri azaltarak) arttıracağı öngörülmektedir. Hem çevresel sürdürülebilirlik hem de endüstri için bu prosesin kritik öneme sahip olması gerekmektedir.

8. SONUÇ

Elektrikli araç (EV) bataryaları, günümüz otomotiv endüstrisinde enerji depolama ve mobilite de kritik öneme sahiptir. Lityum-iyon bataryalar, yüksek enerji yoğunlukları, uzun ömürleri ve hızla azalan maliyetleri nedeniyle elektrikli araçlarda ana güç kaynağı olarak yaygın şekilde kullanılıyor. Günümüzün EV bataryaları kobalt, nikel ve lityum gibi kritik mineralleri içeriyor ve bu minerallerin temini çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından önemli bir konu haline geldi. Bu noktada değerli minerallere sahip olması ve batarya üretimindeki teknoloji olan yatırımları ile Çin Halk Cumhuriyeti'nin bu sektördeki ağırlığı daha da artacaktır.

Gelecek perspektifi ve yönelimler:

- Daha yüksek enerji yoğunluğu ve daha uzun menzil: Gelecekte batarya teknolojilerinin daha yüksek enerji yoğunluklarına ulaşması bekleniyor. Katı hal bataryaları gibi yeni nesil teknolojiler, lityum iyon bataryalara kıyasla daha yüksek enerji yoğunluğu sunarak araç menzilini arttırabilir (Dunn ve diğerleri, 2012). Bu gelişmeler, özellikle uzun yolculuklar ve ticari uygulamalar için elektrikli araçlara duyulan çekinceleri azaltacaktır.
- Maliyetlerde azalma: Batarya üretiminin düşen maliyeti, elektrikli araçların fiyatlarını düşürecek ve onları daha geniş bir tüketici tabanı için erişilebilir hale getirecek. Lityum-demir fosfat (LFP) batarya gibi daha uygun fiyatlı alternatifler yaygınlaştıkça maliyet avantajı sağlayabilir (Gaines, 2018).
- Sürdürülebilir malzeme kullanımı ve geri dönüşüm: Batarya üretiminde kullanılan nadir ve kritik toprak minerallerin sürdürülebilir şekilde tedarik edilmesi gelecekte önemli bir daha kritik hale gelecektir. Batarya geri dönüşüm süreçlerinin iyileştirilmesi hem ekonomik değer yaratacak hem de çevresel etkileri azaltacaktır. Geri kazanım

oranlarının artırılması ve yeni geri dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesi, batarya sektörünün döngüsel ekonomiye aktif katılımını hızlandıracaktır (Richa vd., 2014).

- Çevresel ve sosyal sorumluluk: Batarya üretiminde kullanılan malzemelerin çıkarılması ve işlenmesi çevresel ve sosyal sorunlara yol açabilir. Bu sorunları ele almak ve sürdürülebilir tedarik zincirleri oluşturmak, sektörün gelecekte büyümesi açısından çok önemli olacaktır (Anderson ve Tarascon, 2018).
- Teknolojik yenilikler ve araştırma: Batarya teknolojisinde devam eden araştırma ve geliştirme çalışmaları, daha verimli, daha güvenli ve daha uzun ömürlü bataryaların ortaya çıkmasına yol açacaktır. Özellikle katı hal piller ve lityum-sülfür gibi yeni kimyalar, enerji yoğunluğu ve güvenlik açısından mevcut teknolojilere göre önemli avantajlar sunabilir (Harper vd., 2019).

Elektrikli araç bataryalarının mevcut kullanımı, elektrikli araçların performansı ve sürdürülebilirliği üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Gelecekte teknolojik yenilikler, maliyet düşüşleri ve sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte batarya teknolojisinin daha da gelişmesi beklenmektedir. Bu gelişmeler, elektrikli araçların daha geniş çapta benimsenmesine ve küresel karbon emisyonlarının azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunacaktır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu makalenin yayınlanmasıyla ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedirler.

YAZAR KATKISI

Fırat TEMEL: Literatür taraması, makalenin yazılması, makalenin düzenlenmesi ve derlenmesi.

Sevil DURSUN: Makalenin analizi, yorumlanması, düzenlenmesi ve derlenmesi.

M.Tarık SAVRANLI: Makalenin analizi, yorumlanması, düzenlenmesi ve derlenmesi.

KAYNAKLAR

1. Akgündüz, B., 2022. Lityum İyon Batarya Çeşitleri | LFP, NMC Pil Hücreleri, https://www.dolubatarya.com/haber/lityum-iyon-batarya-cesitleri-lfp-nmc-pil-hucreleri Access date: 16.8.2024
2. Al-Ani, A., et al. (2015). Kurşun Asit Bataryaların Performans Değerlendirmesi. *Journal of Power Sources.*
3. Amatör Teknik, 2021. Piller-203: *Nikel Bazlı Bataryalar*. https://www.amatorteknik.com/piller-203-nikel-bazli-bataryalar/ Access date: 17.6.2024)
4. Anderson, D., et al. (2019). Silindirik Bataryaların Yapısı ve Özellikleri. *Journal of Energy Storage*.

5. Anderson, D., Tarascon, J.-M. (2018). Towards Green and Sustainable Electrochemical Energy Storage. *Nature Materials*, 7(9), 779-787. DOI: https://doi.org/10.1038/nmat2284
6. Audi. 2021. Audi's Commitment to Electric Vehicles. https://www.audi.com/en/experience-audi.html Access date: 12.5.2024
7. Barut, G., 2019, Katı Hal Li İyon Pillerinin Üretimi ve Elektrokimyasal Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://acikerisim.sakarya.edu.tr/bitstream/handle/20.500.12619/79526/T08700.pdf?sequence=1 Access date: 16.8.2024
8. Battery University. 2021. Battery Management Systems (BMS). https://batteryuniversity.com/learn/article/battery_management_system_bms Access date: 12.6.2024
9. BloombergNEF. 2021. Electric Vehicle Outlook 2021. https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/ Access date: 1.7.2024
10. BMW. 2021. Efficient Heating with BMW's Heat Pump System. https://www.bmw.com/en/index.html Access date: 10.7.2024
11. BMW. 2021. The Future of Battery Technology at BMW. https://www.bmw.com/en/index.html Access date: 12.5.2024
12. Bode, H. (2019). Kurşun Asit Bataryaların Maliyeti ve Güvenliği. *Electrochimica Acta.*
13. Brown, T., et al. (2013). NiMH Bataryaların Güvenlik ve Verimlilik Özellikleri. *International Journal of Hydrogen Energy.*
14. Buchmann, I. (2018). NiCd Bataryaların Avantaj ve Dezavantajları. *Battery University.*
15. ByBatt, (2024). Lityum İyon ve Kurşun Asit Pillerin Karşılaştırılması. https://bybatt.com/tr/comparing-lithium-ion-and-lead-acid-batteries/ Access date: 1.7.2024
16. BYD. 2021. BYD's Blade Battery and LFP Technology. https://www.byd.com/ Access date: 13.5.2024
17. Chen, M., et al. (2020). Lityum iyon Bataryaların Güvenlik Problemleri. *Battery Safety and Performance.*
18. Davenport, T. (1835). The First Electric Motor and Vehicle. *Journal of Electromagnetic History*, 12(3), 45-58.
19. Dell, R. M., et al. (2001). Nikel Kadmiyum Bataryaların Temel İlkeleri. *Journal of Power Sources.*
20. DOE (U.S. Department of Energy). 2021. Battery500 Consortium: Developing Next-Generation Battery Technologies. https://www.energy.gov/eere/vehicles/battery500-consortium Access date:1.7.2024
21. DOE (U.S. Department of Energy). 2021. Heat Pump Systems. https://www.energy.gov/energysaver/heat-pump-systems Access date: 16.7.2024
22. Dunn, J. B., Gaines, L., Sullivan, J., Wang, M. Q. (2012). Impact of Recycling on Cradle-to-Gate Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions of Automotive Lithium-Ion Batteries. *Environmental Science & Technology*, 46(22), 12704-12710. DOI: https://doi.org/10.1021/es302420z
23. Edison, T. (1889). Advancements in Nickel-Zinc Batteries for Electric Vehicles. *Proceedings of the International Conference on Energy Storage*, 25-32.
24. Efe, Ş., and Güngör, Z. A. (2021). Geçmişten Günümüze Batarya Teknolojisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 947-955.
25. Ehsani, M., Gao, Y., Longo, S., Ebrahimi, K. (2018). Modern electric, hybrid electric, and fuel cell vehicles. *CRC press.*
26. Elektrikli Modeller, 2024. Elektrik Motorları Nasıl ve Ne Zaman İcat Edildi. https://elektriklimodeller.com/elektrik-motorlari-nasil-ve-ne-zaman-icat-edildi-tarihcesi/ Access date: 20.7.2024
27. EPEC. 2021. The Role of Battery Management Systems in Electric Vehicles. https://www.epecengineers.com/ Access date: 10.5.2024
28. Ford. 2021. Ford EV Battery Supply. https://media.ford.com/ Access date:12.5.2024

29. Gaines, L. (2018). Lithium-Ion Battery Recycling Processes: Research Towards a Sustainable Approach. *Sustainable Materials and Technologies*, 17, e00068. DOI: https://doi.org/10.1016/j.susmat.2018.e00068
30. GM. 2021. General Motors' Ultium Battery System. https://www.gm.com/ Access date: 12.5.2024
31. Harper, G., Sommerville, R., Kendrick, E., Driscoll, L., Slater, P., Stolkin, R., ... Anderson, P. (2019). Recycling Lithium-Ion Batteries from Electric Vehicles. *Nature*, 575(7781), 75-86. DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-019-1682-5
32. Huang, Y., et al. (2016). Kesecik Bataryaların Enerji Yoğunluğu ve Hafifliği. *Journal of Power Sources.*
33. Huang, Y., et al. (2016). Termal Stabilite ve Güvenlik. *Journal of Power Sources.*
34. Hunter, R. (2017). NiCd Bataryalarda Hafıza Etkisi. *Journal of Applied Electrochemistry*.
35. Hyundai. 2021. Hyundai and Kia Battery Partnerships. https://www.hyundai.com/worldwide/en/company/newsroom Access date: 12.5.2024
36. IDC. 2021. The Internet of Things in Automotive. https://www.idc.com/ Access date: 16.7.2024
37. IEA (International Energy Agency). 2021. The Future of Heat Pumps. https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps Access date: 16.7.2024
38. IEEE Access. 2020. Artificial Intelligence for Battery Management Systems in Electric Vehicles. https://ieeexplore.ieee.org/ Access date: 17.6.2024
39. IEEE Spectrum. 2020. How Batteries Are Changing the World of Energy. https://spectrum.ieee.org/energy Access date: 12.6.2024
40. Jaguar. 2021. Jaguar I-PACE and EV Technology. https://www.jaguar.com/ Access date:12.5.2024
41. JCESR (Joint Center for Energy Storage Research). 2021. Battery Safety and Performance. https://www.jcesr.org/research/battery-safety-and-performance/ Access date: 13.6.2024
42. Johnson, M., et al. (2019). NMC Bataryaların Tedarik Zinciri ve Kobalt Sorunları. *Journal of of Energy Storage.*
43. Johnson, M., et al. (2021). Elektrikli Araçlarda Batarya Teknolojileri. *Transportation Research Part C.*
44. Johnson, M., et al. (2021). Prizmatik Bataryaların Isı Dağılımı ve Dayanıklılığı. *Journal of Energy Storage.*
45. Kılıç, S. (2023). Lityum iyon bataryalar için kobalt içermeyen düşük maliyetli katot elektrotlarının sentezi= Synthesis of cobalt-free low-cost cathode electrodes for lithium-ion batteries. *Master's thesis*, Sakarya Üniversitesi.
46. Kim, S., et al. (2017). Kesecik Bataryaların Yapısı ve Özellikleri. *Materials Today*.
47. Kim, S., et al. (2017). LiFePO4 Bataryaların Özellikleri. *Materials Today*.
48. Kontrol Kalemi, 2013. Nikel-Kadmiyum Bataryalardaki Ömür Kavramı. https://www.kontrolkalemi.com/forum/konu/nikel-kadmiyum-bataryalardaki-%C3%96m%C3%BCr-kavram%C4%B1.79558/ Access date: 17.6.2024
49. Kushnir, D., Sandén, B. A. (2012). The Time Dimension and Lithium Resource Constraints for Electric Vehicles. *Resources Policy*, 37(1), 93-103. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2011.12.004
50. Lam, L. T., et al. (2016). Kurşun Asit Bataryaların Geri Dönüşümü. *Journal of Energy Storage.*
51. Lee, J., et al. (2020). Silindirik ve Prizmatik Bataryaların Karşılaştırılması. *Electrochimica Acta.*
52. Lee, J., et al. (2021). Çevre Dostu Batarya Teknolojileri. *Green Energy & Environment.*
53. Li, W., et al. (2020). Kobaltın Çevresel Etkileri ve NCA Bataryalar. *Environmental Science & Technology.*
54. Linden, D., Reddy, T. B. (2019). Handbook of Batteries. *McGraw-Hill.*

55. Martinez, F., et al. (2012). NiMH ve Lityum iyon Bataryaların Karşılaştırılması. *Journal of Power Sources.*
56. Mercedes-Benz. 2021. Mercedes-Benz and Electric Vehicle Battery Technology. https://www.mercedes-benz.com/ Access date: 12.5.2024
57. MIT (Massachusetts Institute of Technology). 2020. The Future of Battery Technology. https://energy.mit.edu/news/the-future-of-battery-technology/ Access date: 1.3.2024
58. Muhammad, H. (2010). Modern electric, hybrid electric and fuel cell vehicles. Fundamentals, theory and design. Rashid. University of West Florida, *CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business*, 558, 558.
59. Nakamura, T., et al. (2018). NCA Bataryaların Bileşenleri. *Journal of Power Sources*.
60. Nakamura, T., et al. (2020). Katı Hal Bataryalarının Bileşenleri. *Solid State Ionics.*
61. Nissan. 2021. Nissan Electric Vehicle Battery Technology. https://www.nissan-global.com/ Access date:13.5.2024
62. NREL (National Renewable Energy Laboratory). 2020. Battery Management Systems for Electric Vehicles. https://www.nrel.gov/transportation/battery-management.html Access date: 11.5.2024
63. NREL (National Renewable Energy Laboratory). 2020. Electric Vehicles and Heat Pump Systems. https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/77095.pdf Access date: 10.7.2024
64. NREL (National Renewable Energy Laboratory). 2021. Cost and Performance Assumptions for Electric Vehicles. https://www.nrel.gov/transportation/cost-performance.html Access date: 17.7.2024
65. Özdal, E., 2018, Lityum İyon Bataryalar, https://malzemebilimi.net/lityum-iyon-bataryalar.html Access date: 16.8.2024
66. Park, M., et al. (2019). NCA Bataryaların Performans Analizi. *Energy Storage Materials*.
67. Pavlov, D. (2017). Kurşun Asit Bataryaların Temelleri. *Journal of Power Sources.*
68. Renault. 2021. Renault Electric Vehicles and Battery Technology. https://group.renault.com/en/ Access date: 13.5.2024
69. Richa, K., Babbitt, C. W., Gaustad, G. (2014). Eco-Efficiency Analysis of a Lithium-Ion Battery Waste Hierarchy Inspired by Circular Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 18(5), 708-720. DOI: https://doi.org/10.1111/jiec.12110
70. Ross, S. (1961). Faraday bilim adamlarına danışıyor: elektrokimya terimlerinin kökenleri. *Londra Kraliyet Cemiyeti'nin Notları ve Kayıtları* n. 16: 187-220. DOI: https://doi.org/10.1098/rsnr.1961.0038
71. Smith, K., et al. (2015). LFP Bataryaların Enerji Yoğunluğu. *Advanced Energy Materials.*
72. Smith, K., et al. (2015). Prizmatik Bataryaların Yapısı ve Enerji Yoğunluğu. *Advanced Energy Materials.*
73. Sun, Y. K., et al. (2018). NMC Bataryaların Performans Değerlendirmesi. *Electrochimica Acta*.
74. Tesla, N. (2005). Revolutionizing the Automotive Industry: The Role of Lithium-Ion Batteries. *Electric Vehicle Research*, 18(2), 87-102.
75. Tesla. 2021. Tesla Battery Day Announcements. https://www.tesla.com/battery-day Access date: 12.6.2024
76. Tesla. 2021. Tesla Battery Management System. https://www.tesla.com/ Access date: 10.5.2024
77. Tesla. 2021. Tesla Model Y Heat Pump. https://www.tesla.com/ Access date: 10.7.2024
78. Vikipedi Özgür Ansiklopedi, 2024. *Nikel-kadmiyum pil*. https://tr.wikipedia.org/wiki/Nikel-kadmiyum_pil Access date: 1.6.2024
79. Volkswagen. 2021. Volkswagen's Battery Strategy. https://www.volkswagen-newsroom.com/ Access date: 12.5.2024
80. Voltla, 2024. Elektrikli Araçlarda Kullanılan Batarya Teknolojileri. https://voltla.com.tr/blog/elektrikli-araclarda-kullanilan-batarya-teknolojileri Access date: 1.7.2024

81. Wang, Q., et al. (2019). Kesecik Bataryaların Güvenlik Problemleri. *Battery Safety and Performance.*
82. Wang, Q., et al. (2019). Lityum İyon Bataryaların Enerji Yoğunluğu. *Electrochimica Acta*.
83. Wang, X., Gaustad, G., Babbitt, C. W., Bailey, C., Ganter, M. J., Landi, B. J. (2019). Economic and Environmental Characterization of an Evolving Lityum iyon Battery Waste Stream. *Journal of Environmental Management*, 264, 110417. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110417
84. Wilson, A., et al. (2014). NiMH Bataryaların Kimyası. *Journal of Applied Electrochemistry.*
85. Xu, B., et al. (2020). NMC Bataryaların Maliyet ve Çevresel Etkileri. *Journal of Energy Storage*.
86. Xu, B., et al. (2020). Prizmatik Bataryaların Maliyet ve Üretim Zorlukları. *Journal of Materials Science.*
87. Yang, Y., et al. (2017). NMC Bataryaların Bileşenleri. *Journal of Power Sources*.
88. Yao, X., et al. (2019). Katı Hal Bataryalarının Avantajları. *Journal of Energy Chemistry*.
89. Zeng, X., Li, J., Singh, N. (2015). Recycling of Spent Lithium-Ion Battery: A Critical Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 44(11), 1129-1165. DOI: https://doi.org/10.1080/10643389.2013.763578
90. Zhang, H., et al. (2018). Lityum İyon Bataryaların Katot Malzemeleri. *Journal of Energy Storage*.
91. Zhang, H., et al. (2018). Silindirik Bataryaların Enerji Yoğunluğu. *Journal of Power Sources*.
92. Zhang, X., et al. (2022). Katı Hal Bataryalarının Üretim Maliyetleri. *Journal of Materials Science.*

YARATILIŞA IŞIK TUTAN BİR KAVRAM "FITRAT"

Dr. Öğr. Gör. Yahya BALCI
Artvin Çoruh University, Faculty of Theology, Department of Basic Islamic Sciences, Hopa, Artvin
ORCID ID: 0000-0001-8725-7391

ÖZET

Kur'ân-ı Kerîm'de türevleriyle birlikte yirmi defa zikredilen fıtrat, yaratılış keyfiyetini ifade eden, insan ve diğer varlıkların yaratılışıyla ilgili bir kavramdır. Allah (c.c.), yeryüzüne halife kıldığı insanı ahsen-i takvîm üzere yüce bir gaye için yaratmıştır. Bu gayeye ulaştıracak format ise insana yaratılışında ihsan edilmiştir. Yüce Rabbimiz, insanı hakkı, doğruyu ve hak din olan İslâm'ı kabul etmeye uygun bir kıvamda var etmiştir. Şayet insan bu salim yaratılış üzerine bırakılacak olursa bunun gereklerini yerine getirerek ona göre bir yaşam sürebilir. İnsan, bu yaratılış modelinden bazen olumsuz dış etkenler sebebiyle bazen de potansiyel olarak kendisinde bulunan birtakım olumsuz duygu ve eğilimler sebebiyle ayrılabilir. İnsan, adeta kâinatın fihristi mahiyetinde yaratılmış özel bir varlıktır. İnsanın yaratılışına ve sahip olduğu farklı potansiyellere işaret eden pek çok terim bulunmakta olup bu kavramların başında fıtrat gelmektedir. Öneminden dolayı tarih boyunca insan tabiatının ne olduğu, insanın sahip olduğu doğal özellikleri ve bu özelliklerin eylemlere etkisi, bilimlerin ve dinlerin ilgilendiği en önemli konular arasında bulunmuştur. İnsan nedir? Fıtrat değişebilir mi? İnsan hayatında fıtratın rolü nedir? Yaratılış bağlamında fıtrat ne anlam ifade eder? şeklindeki soruların cevabı hep merak konusu olmuştur. Özellikle fıtrat kavramı zihinlerde farklı algılanabildiğinden "fıtratın ne olduğu" sorusuna da farklı cevaplar verilebilmektedir. Bu çalışmada, konuyla ilgili Kur'ân eksenli bir değerlendirme yapılması ve bahsi geçen konulara bir yönüyle de olsa değinilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda ilgili kelimenin kavramsal açıdan tahlili yapılmış, fıtratın tanımına dair âlimlerin görüşlerine yer verilmiş, fıtrat kavramıyla anlam ilişkisi olan diğer bir kısım kelimelere değinilmiş, insanın tabiatı ve yaratılışı konularından bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kur'ân-ı Kerîm, İnsan, Fıtrat, Kabiliyet.

A CONCEPT THAT SHEDS LIGHT ON CREATION "FITRAT"

ABSTRACT

Mentioned twenty times in the Qur'an with its derivatives, fıtrat is a concept that expresses the quality of creation and is related to the creation of human beings and other beings. Allah (swt) created man, whom He made a caliph on earth, in the form of Ahsen-i Taqqīm for a sublime

purpose. The format to achieve this goal has been given to man in his creation. Our Lord Almighty has created man in a condition suitable for accepting the truth, the righteousness and the true religion, Islam. If man is left with this pure creation, he can fulfill its requirements and live a life accordingly. Human beings may deviate from this model of creation sometimes due to negative external factors and sometimes due to some negative emotions and tendencies that are potentially inherent in them. The human being is a special being created as the index of the universe. There are many terms that point to the creation of human beings and the different potentials they possess, and one of the most important of these concepts is fıtrat. Because of its importance, throughout history, what human nature is, the natural characteristics of human beings and the impact of these characteristics on their actions have been among the most important topics of interest to sciences and religions. What is a human being? Can nature change? What is the role of nature in human life? What does nature mean in the context of creation? The answer to these questions has always been a matter of curiosity. Especially since the concept of fıtrat can be perceived differently in minds, different answers can be given to the question “what is fıtrat”. In this study, it is aimed to make a Qur'an-based evaluation on the subject and to address the aforementioned issues, even if only in one aspect. In this context, the word was analyzed conceptually, the views of scholars on the definition of fıtrat were given, some other words that have a meaning relationship with the concept of fıtrat were mentioned, and the nature and creation of human beings were mentioned.

Keywords: Qur'ân al-kerîm, Human, Fıtrat, Capability.

GİRİŞ

Kur’ân ve sünnet, insanın temiz bir fıtrat üzere yaratıldığına vurgu yapmaktadır. Eğer insan potansiyel olarak sahip olduğu olumsuz yönelişlerden uzak kalır ve dış etkenlerden olumsuz anlamda etkilenmezse fıtrat ona her daim iyi ve hayırlı olanı, Allah’ın birliğini kabul etme potansiyel ve kabiliyetini kazandırmaktadır. Bu bağlamda, fıtratın eylem ve yönelişlerde belirleyici olduğu açık olsa da zorlayıcı bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.

Yaratılış meselesi, başlangıçtan günümüze önemini korumuş ve merak uyandırmaya devam etmiştir. İnsan, kendisine bahşedilen akıl nimeti sayesinde birçok konuda olduğu gibi bu konuda da fikir yürütmüştür. Bu bağlamda farklı anlaşılabilmesi ve yorumlanabilmesi mümkün çok yönlü bir kavram olan fıtrat da her zaman üzerinde düşünülen kavramlardan biri olmuştur. Âlimlerimize göre fıtrat, insana sunulan bir armağandır. Şayet insan kendisine verilen bu nimete sahip çıkarsa kendine yabancılaşmaz, Rabbi ve çevresi ile daha mutlu ve barışık bir hayat

yaşayabilir. Fıtrat, her daim hayra ve hakka yönelik bir istikamet takip eder. İnsan, doğduğu zaman adeta boş bir levha veya beyaz bir sayfa gibidir. Bu boşluğu, yaşadığı zaman içerisinde kendi fiilleri ile doldurur. Her varlık gibi insan da kendi fıtratının/tabiatının gereğini yapar. Kitaplar ve peygamberler de doğruyu yanlıştan ayırabilecek akıl melekesiyle donatılan insana, hakkı bulma ve iki cihanda mutlu olma yolunda rehberlik etmiştir.

Tarih boyunca yaratılışa cevap bulmaya çalışan farklı düşüncelerin ortaya atıldığını görmek mümkündür. Bazıları hakikati inkâr etmiş, buna karşılık Kur'ân'ı Kerîm yaratılış konusunda bilgi veren çok sayıda âyetle bu hususta insana yol göstermiştir (Hûd 11/7, el-Enbiyâ 21/30, Sâffât 37/11, el-Mü'min 40/57, ed-Duhân 44/38-39, el-Ahkâf 46/3, et-Tûr 52/35, el-Kamer 54/49, el-Vâkı'a 56/62). Âyetlerde hem insanın yaratılışına hem de insan dışındaki âlemin yaratılışına dikkat çekilmektedir. İnsandaki yaratılıştan gelen tabii duygu ve düşüncenin oluşumunda beşeriyetin gayretinin, nazar ve istidlalinin herhangi bir tesiri bulunmamaktadır. İnsan her başı sıkıştığı ve üzüldüğü zaman ilahî bir güce sığınır, dua eder ve ona niyazda bulunur. Onun bu davranışı, fıtratının bir tezahürüdür. Sonuç olarak insanoğlu, yaratıldığı fıtrata müdahale edip onu bozmadığı ve ona uygun hareket ettiği sürece dünya ve ahiret saadetini elde edebilecek kabiliyete sahip bir varlıktır.

İlk yaratılış esnasında varlıkların temel yapısını, karakterini ve henüz dış etkenlerden etkilenmeyen ilk hallerini belirten bir kavram olan fıtrat (Hökelekli, 1996, 13/47), Allah'ın (c.c.) insanları yarattığı bir yaratılış modelini ifade etmektedir (Ma'mer b. el-Müsennâ,1381/1961, 2/122). Dînî terminolojide, farklı manalarda kullanılan bu kavramın diğer bir karşılığının da "âdet ve sünnet" olduğu görülmektedir (İbnü'l-Esîr, 1399/1979, 3/457). Başka bir bakış açısıyla fıtrat, insanın hâdis/sonradan yaratılmış olduğunu ve bu sebeple kendisini var eden bir yaratıcıya muhtaç olduğunu idrak edebilmesiyle ilişkilendirilmektedir (Kâsimî, 1418/1997, 8/14).

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

1. Kavramsal Çerçeve

Yüce kitabımız Kur'ân-ı Kerîm'de, yoktan yaratma veya yaratılışın ilk safhasını ifade eden en önemli kavramların başında fıtrat gelmektedir. "F-t-r" kökünden gelen mezkûr kelimeyle aynı kökten gelen ve yakın anlamlar içeren başka kelimeler de bulunmaktadır. "Uzunlamasına yarmak, ikiye ayırmak" anlamlarına gelen fatr; "yarılmak, çatlamak ve açılmak" manalarını barındıran infitâr; "yarmaya ilk başlama ya da uzunlamasına yarma" anlamlarını içeren futûr kelimeleri bunlardan bazılarıdır (İbn Manzûr, 1414/1993, 5/55; İsfahânî, 1412/1991, 640).

Kur'ân-ı Kerîm'in bazı âyetlerinde, zikredilen bu manalara işaret edilmektedir (eş-Şûra 42/5, el-Mülk 67/3, el-Müzzemmil 73/18, el-İnfitâr 82/1). Fatr sözlükte, "yarmak, ilk ve örneksiz olarak yaratmak, icat etmek" gibi anlamlara gelmektedir (İsfahânî, 1412/1991, 640). Istılah olarak ise "Allah'ın, varlıkları kendisini tanıyabilecek ve O'na iman edebilecek, hak olan dini kabul edebilecek bir kabiliyetle yaratmasını (Nehhâs 1409/1988, 5/259-260; Zemahşerî, 1419/1998, 2/28; İbnü'l-Esîr, 1399/1979, 3/457; Cürcânî, 1403/1983, 168); Hz. Adem'den itibaren -hak din olan- İslâm dinini (Taberî, 1420/2000, 20/97); Sıbgatullahı yani Allah'ın dinini (Taberî, 1420/2000, 3/119-120); İslâm ve tevhîd üzere yaratılışı (Şevkânî, 1414/1993, 4/258; İbn Âşûr, 1984, 21/89-90) ifade etmektedir. Dilbilimciler, fıtratı çoğunlukla "hilkat (yaratılış)" olarak anlamlandırmıştır. Ancak bu yaratış ve yaratılış, "bir şeyi yoktan var etmeyi, eşi ve benzeri olmadan yaratmayı" ifade etmektedir. Böylece insanı yoktan var eden Allah (c.c.), onun içine kendisini ve imanı tanıma melekesini de yerleştirmiştir. Bu özellik dünyada yapılan kötü eylemlerle perdelense de Câhiliye dönemi Araplarında olduğu gibi bir sıkıntı, musibet ve bela anlarında ortaya çıkmaktadır (Kurt, 2005, 76).

"f-t-r" kelimesinin "bir şeyi ilk defa yapmak" anlamında kullanılması bağlamında Abdullah b. Abbas'tan nakledilen bir olay meseleyi daha anlaşılır kılmaktadır. İbn Abbas, *"Gökleri ve yeri yaratan Allah'a hamd olsun"* (el-Fâtır 35/1) âyetinde geçen "Fâtır" kelimesinin anlamını, yeni kazılan bir kuyu hakkında tartışan iki bedevinin kendisini arabulucu olarak seçinceye veya onların tartışmalarına şahit oluncaya kadar anlayamadığını belirtmektedir (İbn Manzûr, 1414/1993, 5/56; İbnü'l-Esîr, 1399/1979, 3/457; Kurtubî, 1384/1964, 14/25). Yaratılış anlamını içeren en önemli kavramlar arasında "h-l-k" fiili ve bu kökten türeyen kelimeler gelmektedir. Bu fiille burada konu edilen "f-t-r" fiili arasında yaratma noktasında bulunan anlam yakınlığı dikkat çekmektedir (İsfahânî, 1412/1991, 296, 640). Elde edilen bilgiler değerlendirildiğinde, "f-t-r" fiilinin sözlüklerde belirtilen manalarının farklı kullanımlarının âyetlerde de bulunduğu görülmektedir. Özellikle "yarmak, yarılmak ve yaratmak" anlamlarındaki kullanımların daha fazla olduğunu belirtmek gerekmektedir.

2. Âlimlerin Fıtrat Hakkındaki Görüşleri

Tarih boyunca âlimler, insanı tanımlama ve sahip olduğu özellikleri açıklayabilme noktasında kitap ve sünnette zikredilen fıtrat kavramı hakkında farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Bu fikirleri özet şeklinde de olsa bir arada görmek kavram hakkında doğru fikir sahibi olabilmek için önemlidir. Öncelikle Hanefî mezhebinin kurucusu olan Ebû Hanîfe'nin (ö. 150/767) görüşüne yer verilecektir. O, bu konuda insanların Allah'ın Rab oluşunu ikrar ettiklerini (el-

A'râf 7/172) hatırlatarak "*İnsanların yaratıldıkları fıtrata uygun olarak iman ve tasdik etmeleri halinde -fıtrat üzerinde- sebat ve devam etmiş olacaklarını ancak inkâr etmeleri halinde muhakkak ki -yaratıldığı fıtratı- kendi fiili ile değiştirmiş olacaklarını; Allah'ın (c.c.) yarattıklarından hiçbirini ne küfür üzerinde ne de iman etmeleri yönünde asla zorlamadığını ve onları ne mü'min ne de kâfir olarak yaratmadığını"* kaydetmektedir (Ebû Hanîfe, 1419/1998, 31-33). Ebû Hanîfe'nin bu sözlerinden hareketle onun, insanların yaratılış gereği imanı kabule uygun bir potansiyele sahip olarak yaratıldıkları görüşünde olduğu söylenebilir.

Bazı âlimler, fıtratın hem "Allah'ın (c.c.) mahlûkatını/yarattıklarını kendisini bilip tanıyacak ve idrak edecek bir hal, bir kabiliyet üzere yaratması" olduğunu (İbnü'l-Esîr, 1399/1979, 3/457; İbn Manzûr, 1414/1993, 5/55-56; Zebîdî, 13/329); hem de "çocuğun ana rahminde yaratıldığı yaratılış ve din" olduğunu dile getirmişlerdir (İbn Manzûr, 1414/1993, 5/56; Fîrûzâbâdî; 1426/2005, 457; Zebîdî, 13/329). İsfahânî (ö. 502/1108) ise fıtratı, "Allah'ın (c.c.) mahlûkatı yaratması ve insanların kalplerine yerleştirmiş olduğu imanı tanıma bilinci (marifetü'l-iman)" şeklinde açıklamaktadır (İsfahânî, 1412/1991, 640). Bu tanıma göre fıtratı, "iman şuuru/bilinci" olarak yorumlamak mümkündür. Diğer tanımlarda dikkate alınarak bütüncül bir değerlendirme yapıldığında, fıtratla "insanın içinde doğal olarak bulunan ve imanı kolaylaştıran, ona meylettiren bir kabiliyetin" vurgulandığı anlaşılmaktadır.

Kaynaklara bakıldığında ulemânın çoğunluğunun fıtratı "Din ve İslâm" olarak yorumladıkları görülmektedir. Örneğin Mücâhid b. Cebr (ö. 103/721), Abdürrezzâk es-San'ânî (ö. 211/826), Mekkî b. Ebî Tâlib (ö. 437/1045), Sem'ânî (ö. 489/1096) ve Süyûtî (ö. 911/1505) bu görüşte olan isimler arasında bulunmaktadır (Mücâhid b. Cebr, 1410/1989, 539; San'ânî, 1419/1998, 3/16; Mekkî b. Ebî Tâlib, 1429/2008, 2/1471; Sem'ânî, 1418/1997, 4/209; Süyûtî, 6/493). Aynı görüşte olan müfessirlerden birisi de Kurtubî'dir (ö. 671/1273). O, fıtratın "din" manasında olmasını "*Ben cinleri ve insanları, ancak bana kulluk etsinler diye yarattım.* ez-Zâriyât 51/56" âyetiyle ilişkilendirerek açıklamakta ve dinden kastedilenin "ed-dinü'l-kayyim" yani İslâm dini olduğunu kaydetmektedir (Kurtubî, 1384/1964, 14/24).

İbn Abdülber'in (ö. 463/1071) kavram hakkında en geniş değerlendirmeyi yapan ve neredeyse aktarılan görüşlerin tamamına değinen âlimlerden biri olduğunu belirtmek gerekmektedir (İbn Abdülber, 1387/1967, 18/57-118).

3. Fıtrat Kavramıyla Anlam Yakınlığı Olan Bazı Kelimeler

Pek çok kelimenin anlam itibariyle fıtrat kavramıyla bir yakınlığının bulunduğunu söylemek mümkündür. Bahsi geçen terimin daha anlaşılır olmasında bu kavramların da bilinmesinin

faydalı olacağı düşünüldüğünden, burada anlam olarak daha yakın olduğu değerlendirilen bazı sözcüklere kısaca değinilecektir. Bu kelimeler arasında en önde gelenlerden birisi "Bed'-İbda'" sözcüğüdür. "Alet, madde, zaman ve mekân olmaksızın bir şeyi yoktan var etmek, örneği ve benzeri bulunmayan ilk varlık ve yaratılan şey" (İsfahânî, 1412/1991, 110-111; İbn Manzûr, 1414/1993, 8/6) veya "bir şeyi ilk defa yapmak, yaratmak" (Kefevî, 29) gibi anlamlara gelen kelime ile fıtrat arasında şöyle bir ilişkiden söz edilebilir: İbda' genellikle yoktan var etme manası için kullanılırken fıtrat ise ibda' kavramından sonraki ikinci aşamayı ifade etmektedir (Kurt, 2005, 81).

Fıtratla yakın anlam ifade eden diğer bir kelime de "h-l-k" ve bu kökten türemiş olan kelimelerdir. "Halk", "aslı ve örneği olmadan bir şeyi ortaya koymak, yaratmak, bir şeyden bir şeyi yaratmak" veya "takdîr (ölçüp biçerek yaratma), ölçü üzere yaratma" (İsfahânî, 1412/1991, 296; İbn Manzûr, 1414/1993, 10/85; Kefevî, 430) şeklinde açıklanmıştır. Bu kelime "yoktan var etme" anlamında olan "ibda'" manasında olduğunda, yalnızca Allah'a (c.c.) has olmaktadır (İsfahânî, 1412/1991, 296). İki kavram arasında bulunan anlam ilişkisine dair şöyle bir değerlendirme yapılmıştır. "Fatr ve halk" yaratma; "fâtır ve hâlık" yaratan; " fıtrat ve hilkat" kalıpları ise yaratılış manalarında aynı anlamları ifade etmektedir. Bununla birlikte "f-t-r" ve ondan türeyen kelimeler, "yoktan var etme" manasında sadece Allah (c.c.) için kullanılırken, "h-l-k" ve ondan türeyenler "yoktan var etme" anlamında kullanılmasının yanında başka varlıklar için de kullanılması cihetiyle fıtrat kelimesinden farklılık arz etmektedir. "Yoktan var etme" anlamı yönüyle bakıldığında "fâtır" kelimesi ile "hâlık" kelimesi arasında da küçük bir fark olduğu söylenmiştir. "Fâtır" sıfatı "hâlık" sıfatının içinde bulunmaktadır ve ilk defa yaratmaya başlayan demektir. "Hâlık" çoğunlukla "yaratan" anlamına gelmekte ve yaratma olayının gerçekleşmesi için kullanılmaktadır. Ancak yaratma olayının zamanı, sırası ve gayesi kastedildiğinde "fâtır" kelimesi tercih edilmektedir. Bu ise bir varlığın nasıl, ne zaman, hangi amaca yönelik yaratıldığı anlamını taşır ki, işte buna fıtrat denilmektedir (Kurt, 2005, 82).

Bu kapsamda değerlendirilebileceğimiz kavramlar arasında "ce'ale" kelimesi de yer almaktadır. Farklı manalar için de kullanılabilen bu lafız, "bir şeyden bir şeyi var etmek, bir halden bir hale döndürmek" (İsfahânî, 1412/1991, 197) anlamlarını ihtiva etmesi sebebiyle fıtrat kavramıyla ilişkilendirilebilir. Mezkûr fiilin, iki mef'ûl aldığı zaman "tasyîr" (dönüştürmek) manasında, bir mef'ûl aldığı zaman ise "halk" ve "îcâd" manasında olduğu da kaydedilmektedir (Kefevî, 29-30). Kelimenin, yaratma fiilinden sonra düzenleme, şekillendirme, mahlûkat üzerindeki bazı değişiklikler için de kullanıldığı söylenmektedir (Kurt,

2005, 83). Bu anlamlar dikkate alındığında, "fatr" veya "halk" sonrası yapılan değişiklikleri ifade etmesi hasebiyle "ce'ale" kelimesiyle fıtrat arasında anlamsal açıdan bir yakınlıktan söz edilebilir.

"İhtirâ'" da fıtratla anlam yakınlığı olan kelimelerden biri olarak zikredilebilir. "Bir şey olmadan, bir şeyden bağımsız olarak bir şey ortaya çıkarmak" (Kefevî, 29) gibi anlamlara gelen kelime, herhangi bir şeyin yaratılışını veya ortaya çıkmasını ifade ettiğinden fıtratla bağlantılı görülebilir.

Son olarak "sıbga" kelimesine de değinilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Sözlükte, "boya, renk" gibi anlamlar ifade eden kelime (İbn Manzûr, 1414/1993, 8/437), farklı şekillerde yorumlanmıştır. Bu kavramla fıtrat kavramı arasındaki ilişkiyi anlayabilmek açısından "sıbgatullah" kelimesinin, "fıtratullah" şeklinde eşanlamlı olarak değerlendirilmesi önemli bir fikir vermektedir. *"Allah'ın boyası ile boyan. 'Allah'ın boyası'ndan (sıbgatullah) daha güzel boyası olan kimdir? ...* (el-Bakara 2/138) âyetinde geçen bu kullanım, "şeriat ve hilkat" gibi anlamlarla birlikte de açıklanmıştır (İbn Manzûr, 1414/1993, 8/438).

İsfahânî, yukarıda geçen âyete atıfta bulunarak "sıbğatullah" ifadesinin, fıtrat gibi Allah'ın (c.c.) insanlarda yarattığı ve onu diğer varlıklardan ayırıcı bir akla/niteliğe işaret ettiğini belirtmektedir (İsfahânî, 1412/1991, 475). Bahsedilen kelime ile "hanif" kavramı arasında da bağlantı kurulduğu görülmektedir. "Sıbgatullah" ifadesiyle Yahudi, Hıristiyan ve müşriklerin boyası, yani onların dinî inanç ve kimlikleri reddedilmiş, yerine Hz. İbrahim'in (a.s.) dini olan şirkten uzak "hanif" inancı konularak, Allah'ın insanlara doğuştan verdiği dinî kimlik, Allah'ın boyasına benzetilmiştir (Akçay, 2008, 153).

"Fıtratullah" ve "sıbgatullah" kelimeleri arasında sıkı bir anlam yakınlığının olduğu, iki kelimenin birbiriyle açıklanmasından da anlaşılmaktadır. Zira "sıbgatullah" fıtrat kelimesinde olduğu gibi "Allah'ın dini, İslâm" ve "fıtratullah" olarak izah edilmektedir (İbn Hacer, 1379/1959, 8/161; Aynî, 18/84; Süyûtî, 1/340). Ayrıca "Sıbgatellah" şeklinde, Allah'ın (c.c.) fiiline nispet edilen bir şeyin yaratılışa ait bir nitelik olması gerektiğinin açık olduğu vurgulanarak "sıbgatullah"ın "fıtratullah"a eş değerde olduğu, her ikisinin de Allah'ın (c.c.), insan türünün yaratılışına derc ettiği dinî temel bir nitelik olduğu ifade edilmiştir (Akçay, 2008, 153).

4. İnsanın Tabiatı/Yaratılışı

Kur'ân-ı Kerîm, kâinattaki her şeyin Allah'ın (c.c.) koyduğu bir ölçü ve dengeye göre yaratıldığını haber vermektedir (*"Gerçekten biz, her şeyi bir ölçü ve dengede yarattık."* el-

Kamer, 54/49). Canlı ve cansız bütün varlıklar, kendi mahiyetlerine konulmuş olan özel kanunlara uygun hareket eder ve boyun eğerler. İnsanlar dışında kalan varlıklar kendi şuurlarının dışında tam bir teslimiyet halindedirler. Fakat insanlar bu açıdan diğer varlıklardan ayrılırlar. Çünkü onlara kâinatı anlama ve çevrelerini şekillendirme kabiliyeti olarak akıl gücü ve istediğini seçebilme hürriyeti (irade) verilmiştir. Bundan dolayı insan Allah'ı (c.c.) tanıyıp tanımama, onun bahşettiği hidayete tabi olup olmama, fıtrata ve yaratılış gayesine ters düşüp düşmeme noktasında serbest bırakılmıştır. Yani insanlarda şuurlu bir teslimiyet ve inanma durumu söz konusudur.

İnsan, iyi ve doğru olanı kötü ve yanlış olandan ayırabilecek bir kabiliyetle yaratılmıştır. "Fıtratullah" ifadesi Kur'ân-ı Kerîm'de bu kalıpla sadece *"Hakka yönelen (hanif) bir kimse olarak yüzünü dine çevir. Allah'ın insanları üzerinde yarattığı fıtrata sımsıkı tutun. Allah'ın yaratmasında hiçbir değiştirme yoktur. İşte bu dosdoğru dindir. Fakat insanların çoğu bilmezler."* (er-Rûm, 30/30) âyetinde geçmektedir. Âyette, fıtratın insanın yaratılışındaki temel değer ve nitelik olarak kabul edildiği belirtilmektedir. İnsanın saf ve değişime uğramamış doğası olan fıtratın, iyi veya kötü karşısında tamamen nötr bir durumda olmadığı, iyiliğe meyyal bir yapıda olduğu dile getirilmiştir. Âyete göre, Allah'ı (c.c.) birlemek ve O'na kullukta bulunmak ile fıtrat arasında derin bir bağdan söz edilmiştir. Bu durumda insanın yapması gerekenin sadece yüzünü, Allah'a (c.c.) döndürmek olduğunun altı çizilmiştir. Zira varlık yapısında, kendisiyle Allah'ı (c.c.) bulacağı güçlü bir ontolojik zemin bulunduğu kaydedilmiştir (Aytepe, 2018, 232).

SONUÇ

Allah'ın (c.c.) kendisine kulluk etmesi için yarattığı ve yeryüzünde halife kıldığı insan, temiz bir fıtrat üzere yaratılmıştır. Yaratıcı merhametinin bir tezahürü olarak insanı, yaratılış gereği iyiliğe, hayra ve kendi ilahlığını kabule uygun bir potansiyelde yaratmıştır. Bunun yanında insanı kendi başına da bırakmamış, ona rehberlik edecek kitap ve peygamberler göndermek suretiyle fıtratının gereğini yapma noktasında ona yardım etmiştir. İnsan, her zaman kendisinin, göklerin, yerin ve âlemin yaratılışını merak etmiştir. Tarih boyunca bu konularda çok sayıda fikir üretilmiştir. Kur'ân-ı Kerîm'de de pek çok âyette bu konulara açıklık getirilmiştir. Bu âyetlerde yaratılışı veya yaratılış aşamalarını ifade eden farklı kelimelerin kullanıldığı görülmektedir. Söz konusu kelimelerden birisi de "f-t-r" ve bu kökten türeyen kavramlardır.

Fıtrat, yaratılışın ilk safhasını ifade eden en önemli kavramlardan biridir. Kavramın ifade ettiği anlam konusunda aralarında yakınlık olmakla birlikte farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Aslında

bu, fıtrata bakış açısıyla ilgili durumun doğal bir sonucudur. Bu kapsamda fıtratı "İslâm", "İslâm üzere yaratılış", "İslâm'ı kabul etmeye uygun yaratılış", "elest'teki ma'rifetullah üzere yaratılış" olarak kabul eden görüşlerin olduğu müşahede edilmektedir. Bu görüşler bağlamında fıtratı, "insanın yaratılışında sahip olduğu, onu diğer canlılardan farklı kılan tüm biyolojik ve ruhî özelliklerin toplamıdır" şeklinde değerlendirmek mümkündür.

Fıtrat kavramı, farklı şekilde yorumlanmaya ve anlaşılmaya müsait olduğundan, ilk yaratılış, insanların ruhundan veya doğal yapılarından alınan ezeli sözleşme, insan bünyesine yerleştirilen inanma ve ibadet etme ihtiyacı gibi konularla ilişkilendirilmiştir. Ancak ne şekilde anlaşılırsa anlaşılsın, sonsuz güç ve kudret sahibi olan Allah'ın (c.c.) hem varlık hem de insan üzerindeki tasarrufunu, biçim ve şekil verme gücünün yalnızca O'na ait olduğunu en özlü ve vurgulu biçimde ifade eden kavramlardan birinin fıtrat olduğu söylenebilir.

Yaratılışla ilgili tek kavram elbette ki fıtrat değildir. Bu hususta pek çok kelimenin hem yaratılışın ilk safhasını hem de sonraki aşamalarını ifade eden anlamlar barındırdığı kaydedilmiştir. Ancak dikkatle incelendiğinde bu kelimelerle fıtrat kavramı arasında ciddi bir anlam yakınlığının bulunduğu, fıtratı doğru anlayabilme noktasında konuyla ilgili diğer terimlerin bilinmesinin faydalı olacağı da aşikardır.

KAYNAKÇA

Akçay, M. (2008). Sünnetullah, fıtratullah, sıbğatullah kavramlarının anlamlandırılışı üzerine. *Sakarya Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, (17), 125-158.

Aytepe, M. (2018, Nisan). Fıtrat kavramı bağlamında insanın orta yolu bulma potansiyeli. *Şarkiyat İlmi Araştırmalar Dergisi,* 1 (10), 230-248.

Aynî, B. *Umdetü'l-kârî şerhi sahîhi'l-buhârî*. (XXV cilt), Beyrut: Dâru İhyâit'Türâsi'l-Arabî.

Cürcânî, A. M. Ş. (1403/1983). *Kitâbü't-ta'rîfât.* (I cilt), Beyrut: Dâru'l-Kütübi'l-İlmiyye.

Ebû Hanîfe, N. S. (1419/1998). *el-Fıkhü'l-ekber*. (I cilt), Mektebetü'l-Furkân.

Fîrûzâbâdî, M. M. (1426/2005). *el-Kâmûsu'l-muhît.* (thk. Muhammed Naîm). (I cilt), Beyrut: Müessesetü'r-Risâle.

Hökelekli, H. "Fıtrat", DİA 1996, 13/47-48.

İbn Abdülber, E. Ö. Y. A. M. (1387/1967). *et-Temhîd limâ fi'l-Muvvatta mine'l-meânî ve'l-esânîd*, (thk. Mustafa b. Ahmed-Muhammed Abdülkebîr el-Bekrî). (XXIV cilt), Vizâratü Umûmi'l-Evkâf ve'ş-Şuûni'l-İslâmiyye.

İbn Âşûr, M. T. (1984). *Et-Tahrîr ve't-tenvîr.* (XXX cilt). Tunus: Dâru't-Tunus.

İbnü'l-Esîr, M. M. A. (1399/1979). *en-Nihâye fî ğarîbi'l-hadîs ve'l-eser*. (thk. Tâhir Ahmed Zâvî-Mahmûd Muhammed Tanâhî). (V cilt), Beyrut: Mektebetü'l- İlmiyye.

İbn Hacer el-Askalânî, A. A. (1379/1959). *Fethul-Bârî*. (XIII cilt), Beyrut: Dâru'l-Mârife.

İbn Manzûr, E. M. M. (1414/1993). *Lisânü'l-arab*. (XV cilt), Beyrut: Dâru Sâdır.

İsfahânî, R. (1412/1991). *el-Müfredât fî garîbi'l-Kur'ân.* (thk. Safvân Adnân ed-Dâvudî). Beyrut: Dâru'l-Kalem.

Kâsimî, M. C. (1418/1997). *Mehâsinü't-te'vîl,* (thk. Muhammed Bâsil Uyûn es-Sûd). (IX cilt), Beyrut: Dâru'l-Kütübi'l-İlmiyye.

Kefevî, E. M. K. *el-Külliyât mu'cem fi'l-mustalahât ve'l-fufugi'l-lugaviyye*. (thk. Adnân Dervîş-Muhammed Mısrî). (I cilt), Beyrut: Müessesetü'r-Risâle.

Kurtubî, E. A. M. A. E. B. (1384/1964). *el-Câmi‘ li ahkâmi’l-Kur’ân.* (thk. Ahmed el-Berdûnî). (XX cilt), Kâhire: Dâru’l-Kutubi’l-Mısriyye.
Kurt, Y. (2005). Kur’an’da fıtrat kavramı”, *Dinbilimleri Akademik Araştırma Dergisi*, 5 (2), 71-104.
Ma‘mer b. el-Müsennâ, E. U. (1381/1961). *Mecâzü’l-Kur’ân.* (thk. Muhammed Fuad Sezgin). (II cilt), Kahire: Mektebetü’l-Hancî.
Mekkî b. Ebî Tâlib, H. M. (1429/2008). *el-Hidâye ilâ bulûği’n-nihâye fî ‘ilmi me‘âni’l-Kur’ân ve tefsîrihî.* (XIII cilt), Mecmûatu Buhûsi’l-Kitap-Câmiatü’ş-Şârika.
Mücâhid b. Cebr, E. H. (1410/1989). *Tefsîru Mücâhid.* (thk. Muhammed Abdüsselâm Ebü’n-Nîl). (I cilt), Mısır: Dâru’l Fikri’l-İslâmî.
Nehhâs, E. C. (1409/1988). *Meâni’l-Kur’ân.* (thk. Muhammed Ali es-Sâbûnî). Mekke: Câmiatü Ümmü’l-Kurâ.
San‘ânî, A. H. (1419/1998). *Tefsiru Abdürrezzâk.* (thk. Mahmûd Muhammed Abduh). (III cilt), Beyrut: Dâru’l-Kütübi’l-İlmiyye.
Sem‘ânî, E. M. M. (1418/1997). *Tefsîru’l-Kur’ân.* (thk. Yâsir b. İbrâhim-Ganîm b. Abbâs). (VI cilt), Riyad: Dâru’l-Vatan.
Süyûtî, C. *ed-Dürrü’l-mensur fi’t-tefsir bi’l-me’sur.* (VIII cilt), Beyrut: Dâru’l-Fikr.
Şevkânî, M. A. M. (1414/1993). *Fethu’l-kadîr.* (VI cilt), Beyrut: Dâru İbni Kesîr.
Taberî, M. C. (1420/2000). *Câmi‘u’l-beyân fî te’vîli’l-Kur’ân.* (thk. Ahmed Muhammed Şâkir). (XXIV cilt), Beyrut: Müessesetü’r-Risâle.
Zebîdî, M. M. H. *Tâcu’l-‘arûs min cevâhiri’l-kâmûs*. (XL cilt), Dâru’l-Hidâye.
Zemahşerî, E. K. M. C. (1419/1998). *Esâsü’l-belâga.* (thk. Muhammed Bâsil Uyûn es-Sûd). (II cilt), Beyrut: Dâru’l-Kütübi’l-İlmiyye.

SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ BİRLEŞTİRİLMİŞ SINIFLARDA ÖĞRETMEN OLMA ÖZYETERLİKLERİ İLE SINIF YÖNETİMİ YETERLİKLERİ DÜZEYİ: İLİŞKİSEL BİR ARAŞTIRMA

Rüveyda YILMAZ
Gaziantep University, Faculty of Education, Department of Primary School Education
Sevim ŞİMŞEK
Gaziantep University, Faculty of Education, Department of Primary School Education
Selin HAZIR
Gaziantep University, Faculty of Education, Department of Primary School Education
Barış KALENDER
Gaziantep University, Faculty of Education, Department of Primary School Education
ORCID: 0000-0002-4175-7099

ÖZET

Birleştirilmiş sınıflar, farklı yaş gruplarındaki öğrencilerin aynı sınıfta, tek bir öğretmen gözetiminde eğitim aldığı bir sistemdir. Müstakil sınıflardan farklı dinamiklere sahip olan bu model, özellikle sınıf yönetimi açısından öğretmenler için çeşitli zorluklar barındırmaktadır. Bu nedenle, birleştirilmiş sınıflarda eğitimin niteliği büyük ölçüde etkili bir sınıf yönetimine bağlıdır. Bu araştırmanın temel amacı, sınıf öğretmeni adaylarının birleştirilmiş sınıflarda öğretmen olma özyeterlik algıları ile sınıf yönetimi yeterlik algıları arasındaki ilişkiyi incelemektir. İlişkisel tarama deseninde yürütülen araştırmanın örneklemi, ölçüt örnekleme yöntemiyle belirlenmiş olup, bu kapsamda sınıf yönetimi dersini tamamlamış 252 sınıf öğretmeni adayı çalışmaya dahil edilmiştir. Veri toplama sürecinde, Çetin (2013) tarafından geliştirilen "Sınıf Yönetimi Yeterlilik Ölçeği (SYYÖ)" ile Sağ (2011) tarafından geliştirilen "Birleştirilmiş Sınıf Öğretmeni Olmaya İlişkin Özyeterlilik Ölçeği (BSÖOİÖÖ)" kullanılmıştır. Verilerin analizinde betimsel istatistikler kapsamında yüzde ve frekans değerleri hesaplanmış; değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için Pearson Momentler Korelasyon Katsayısı (r) uygulanmıştır. BSÖOİÖÖ'ye ilişkin madde-frekans analizi, öğretmen adaylarının birleştirilmiş sınıflarda öğretmenlik yapmaya yönelik özyeterlilik algılarının genellikle orta ile yüksek düzey arasında değiştiğini göstermektedir. SYYÖ'ye ilişkin madde-frekans analizi ise öğretmen adaylarının sınıf yönetimi yeterliklerinin genel olarak yüksek düzeyde olduğunu ortaya koymaktadır. Betimsel istatistiklere göre, öğretmen adaylarının birleştirilmiş sınıflarda öğretmen olma özyeterlilikleri ($\bar{X}$=3,46, SS=0,637), sınıf yönetimi yeterliklerine ($\bar{X}$=4,18, SS=0,597) kıyasla daha düşük düzeydedir. Korelasyon analizi sonucunda, bu iki değişken arasında pozitif, anlamlı ve orta düzeyde bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($r = 0,408$, $p < .01$).

Ayrıca, bu ilişkinin cinsiyet, fakülte ve sınıf düzeyi değişkenlerine göre farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Birleştirilmiş Sınıf, Sınıf Yönetimi, Özyeterlilik

PRE-SERVICE PRIMARY SCHOOL TEACHERS' SELF-EFFICACY IN TEACHING MULTIGRADE CLASSROOMS AND THEIR CLASSROOM MANAGEMENT COMPETENCIES: A CORRELATIONAL STUDY

ABSTRACT

Multigrade classrooms are educational settings where students from different age groups are taught together under the supervision of a single teacher. Unlike monograde classrooms, this model presents unique dynamics and poses various challenges, particularly in terms of classroom management. Therefore, the quality of education in multigrade classrooms largely depends on effective classroom management. The primary aim of this study is to examine the relationship between pre-service primary school teachers' self-efficacy in teaching multigrade classrooms and their classroom management competencies. The study was conducted using a correlational survey design, and the sample was determined through criterion sampling. In this context, 252 pre-service teachers who had completed the classroom management course were included in the study. For data collection, the "Classroom Management Competency Scale (CMCS)" developed by Çetin (2013) and the "Self-efficacy Scale for Teaching in Multigrade Classrooms (SSTMC)" developed by Sağ (2011) were used. Descriptive statistics, including percentage and frequency distributions, were calculated, and Pearson's Product-Moment Correlation Coefficient (r) was applied to determine the relationship between the variables. The item-frequency analysis of the SSTMC revealed that pre-service teachers' self-efficacy perceptions regarding teaching in multigrade classrooms generally ranged from moderate to high levels. The item-frequency analysis of the CMCS indicated that their classroom management competencies were generally at a high level. Descriptive statistics demonstrated that pre-service teachers' self-efficacy in teaching multigrade classrooms ($\bar{X}$=3.46, SD=0.637) was lower compared to their classroom management competencies ($\bar{X}$=4.18, SD=0.597). The correlation analysis indicated a positive, significant, and moderate relationship between these two variables ($r = 0.408$, $p < .01$). Furthermore, this relationship was found to vary according to gender, faculty, and grade level variables.

Keywords: Multigrade Classroom, Classroom Management, Self-efficacy

PROJE GELİŞTİRME DERSLERİNDE ÜRETKEN YAPAY ZEKA ENTEGRASYONUNUN ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİREYSEL YENİLİKÇİLİKLERİ, YAPAY ZEKA KAYGILARI, TUTUMLARI VE KABULLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Mustafa ŞAT
Kırıkkale University, Faculty of Education, Department of Lifelong Learning and Adult Education, 71450 Yahşihan, Kırıkkale
ORCID: 0000-0001-6522-3238

ÖZET

"Eğitimde Proje Geliştirme" adlı bir eğitim dersi, öğretmen adaylarının araştırma okuryazarlığı becerilerini geliştirmek için yapay zeka (YZ) araçlarını dahil etmek üzere tasarlanmıştır. Yedi farklı eğitim bölümünden 4. sınıf öğretmen adayları (n=34) 14 haftalık bir süre boyunca ChatGPT, Gemini, Perplexity, NotebookLM başta olmak üzere çeşitli YZ araçlarını kullanarak küçük ölçekli bir bilimsel araştırma yürütme ve makale yazma çalışmalarına katılmıştır. YZ destekli ders programının öğretmen adaylarının bireysel yenilikçilikleri, YZ kaygıları, YZ tutumları ve YZ kabulleri üzerindeki etkisini araştırmak için yarı deneysel, tek gruplu bir ön/son test tasarımı kullanılmıştır. Ön test ve son test verileri, geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış ölçekler aracılığıyla toplanmıştır. Çalışmanın bulguları, eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçlarında belirtildiği gibi, YZ tutumları yapısında ve tüm boyutlarında (yani, bilişsel, duygusal ve davranışsal) ve YZ kabul yapısında ve tüm boyutlarında (yani, performans beklentisi, sosyal etki, çaba beklentisi ve kolaylaştırma) ön test puanından son test puanına kadar anlamlı bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, bireysel yenilikçilik yapısında, özellikle de fikir önderliği boyutunda önemli bir artış gözlenmiştir. Bununla birlikte, YZ kaygısı yapısında veya alt boyutlarından herhangi birinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bulgular, öğretmen adaylarını YZ'yi bilimsel proje geliştirmeye entegre etmeye hazırlamada YZ odaklı öğretim stratejilerinin etkinliğinin altını çizmektedir. Çalışma, öğretmen eğitimi programları, mesleki gelişim ve politika girişimleri için, özellikle de eğitimcileri giderek artan YZ güdümlü eğitim ortamlarında gezinmeye hazırlamak için önemli çıkarımlar taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: YZ araçları, araştırma okuryazarlığı, bireysel yenilikçilik, yz kaygısı, yz tutumları ve yz kabulü

THE IMPACT OF GENERATIVE AI INTEGRATION IN PROJECT DEVELOPMENT COURSES ON PRE-SERVICE TEACHERS' INDIVIDUAL INNOVATIVENESS, AI ANXIETY, ATTITUDES, AND ACCEPTANCE

ABSTRACT

An educational course, "Project Development in Education", was designed to incorporate AI tools to develop pre-service teachers' research literacy skills. Over a 14-week period, 4th year pre-service teachers (n=34) from seven different educational departments involved in conducting a small-scale scientific research and article writing using AI tools, particularly ChatGPT, Gemini, Perplexity, NotebookLM. A quasi-experimental, single-group pre-/post-test design was employed to investigate the impact of the AI-assisted course program on pre-service teachers' individual innovativeness, AI anxiety, AI attitudes, and AI acceptance. Pre- and post-test data were collected with validated scales for each construct. The findings of the study, as indicated by the paired-sample t-test results, revealed a significant increase from the pretest score to the posttest score in the AI attitudes construct and all its dimensions (i.e., cognitive, affective, and behavioral) and the AI acceptance construct and all its dimensions (i.e., performance expectancy, social influence, effort expectancy, and facilitating). Additionally, a significant increase was observed in the individual innovativeness construct, specifically in the opinion-leading dimension. However, no significant difference was found in the AI anxiety construct or any of its dimensions. These findings underscore the efficacy of AI-focused instructional strategies in preparing pre-service teachers to integrate AI into scientific project development. The study carries significant implications for teacher education programs, professional development, and policy initiatives, particularly in preparing educators to navigate increasingly AI-driven educational environments.

Keywords: AI tools, research literacy, individual innovativeness, AI anxiety, AI attitudes, and AI acceptance

OYUN KAZANMAK YA DA KAYBETMEK: ÇOCUKLARIN DUYGUSAL DENEYİMLERİNİN BAĞIMSIZ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

Mehmet Garip TARÇIN
Igdır University, Department of Physical Education and Sports, Igdır, Türkiye
ORCID:0009-0001-0418-1959

ÖZET

Bu araştırmada, ortaokul öğrencilerinin cinsiyet, oyun türü ve oyun sonucuna göre oyun sonrasında yaşadıkları pozitif ve negatif duygular düzeyinde anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Araştırma kapsamında 11–13 yaş aralığında toplam 53 öğrenci (25 erkek, 28 kız) yer almıştır. Veriler, geçerlilik ve güvenirliği kanıtlanmış olan Çocuklar İçin Oyun ve Duygu Ölçeği (ODÖ-Ç-TR) kullanılarak toplanmış, elde edilen bulgular bağımsız örneklemler t-testi ile analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre, cinsiyet değişkenine göre pozitif duygular düzeyinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak negatif duygular açısından anlamlı bir fark tespit edilmiş ve kız öğrencilerin erkek öğrencilere kıyasla daha yüksek düzeyde negatif duygular yaşadığı görülmüştür. Oyun türüne göre hem pozitif hem de negatif duygu düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bununla birlikte, takım oyunları oynayan öğrencilerin ortalama olarak daha yüksek pozitif ve daha düşük negatif duygu puanlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Oyun sonucu değişkeni açısından ise, oyunu kazanan öğrencilerin pozitif duygu düzeylerinin kaybeden öğrencilere kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Negatif duygular açısından ise kazanan ve kaybeden öğrenciler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Elde edilen bu bulgular, öğrencilerin oyuna ilişkin duygusal deneyimlerinin bazı bireysel ve durumsal değişkenlere göre değişebildiğini ortaya koymaktadır. Özellikle cinsiyet ve kazanma durumu, çocukların duygusal tepkilerinde belirleyici rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, Oyun, Duygular

WINNING OR LOSING THE GAME: AN EXAMINATION OF CHILDREN'S EMOTIONAL EXPERIENCES IN TERMS OF INDEPENDENT VARIABLES

ABSTRACT

In this study, it was examined whether there is a significant difference in the level of positive and negative emotions experienced by middle school students after the game according to gender, game type and game outcome. A total of 53 students (25 boys and 28 girls) between the ages of 11 and 13 were included in the study. The data were collected using the Play and Emotion Scale for Children (GES-ES-TR), whose validity and reliability were proven, and the findings were analyzed with independent samples t-test. According to the findings of the study, no significant difference was found at the level of positive emotions according to gender variable. However, a significant difference was found in terms of negative emotions and it was observed that female students experienced higher levels of negative emotions compared to male students. There was no statistically significant difference in both positive and negative emotion levels according to game type. However, students who played team games had higher positive and lower negative emotion scores on average. In terms of the game outcome variable, it was found that the positive emotion levels of the students who won the game were significantly higher than the students who lost the game. In terms of negative emotions, no significant difference was found between winning and losing students. These findings reveal that students' emotional experiences related to the game may vary according to some individual and situational variables. Especially gender and winning status play a determining role in children's emotional reactions.

Keywords: Child, Play, Emotions,

GÜLÜSTAN OSTANININ TOPONIMLƏRI

Aybəniz Həsənova
AMEA akad. Z.M.Bünyadov
adına Şərqşünaslıq İnstitutu,
İran filologiyası şöbəsinin
aparıcı elmi işçisi, f.ü.f.d.
Toponyms of Gulistan province
Aybeniz Hasanova
ANAS Acad. Z.M. Bunyadov
named after Oriental studies
Institute, Iranian Philology
leading researcher of the department

Açar sözlər: toponim, İran, Gülüstan, ostan ,türk mənşəli toponimlər

Xülasə

XX əsrin II yarısından-Azərbaycan dilçiliyində onomastika məsələləri öyrənilməyə başlanmışdır.Onomastika dilçiliyin ən böyük şöbələrindən biri olub, xüsusi adlar haqqında elm deməkdir.Xüsusi adlar dilin lüğət tərkibində mühüm yer tutur.Azərbaycan müstəqillik əldə etdikdən sonra,onomaloji tədqiqatın arenası genişlənmiş və onomastik vahidlərin bütün növlərinə və sistemlərini əhatə edən tədqiqat işlərinə başlanmışdır.Hər bir el,oba xalq tərəfindən verilən adı ilə tanınır və bu adla da tarixdə yaşayır. Xalqın tarixinə dair ən xırda cizgiləri belə özündə qoruyub saxlayan, zamanın sınağından çıxan yurd adları (toponimlər) dilin ən qədim qatlarını mühafizə edib gələcək nəslə çatdırır.Bu baxımdan da, yer-yurd adlarının(Toponimlərin)tədqiqi dövrün ən vacib problemlərindən biridir. İndiyə qədər Gülüstan ostanının toponimləri elmi şəkildə araşdırılmamış və dəyərli tədqiqat əsərləri yazılmamışdır.Azərbaycan dilinin lüğət tərkibinə daxil olan laylardan biri– toponimlərdir.Toponimlərdə xalqın keçdiyi tarixi yol, bugünümüz, sabahımız əks olunur. Toponimlər xalqın ən qədim dövrünü, kimliyini sübuta yetirmək üçün ən yaxşı faktdır.Gülüstan ostanı - İranın şimal-şərqində yerləşir. 1997-ci ildə Mazandaran Ostanından ayrılaraq ayrıca ostana çevrilmişdir. Şimaldan Türkmənistan, şərqdən Şimali Xorasan, Cənubdan Simnan və qərbdən Mazandaran ostanları ilə həmsərhəddir.Gülüstan ostanının –əhalisinin 60 faizini türkmənlər, Xorasan türkləri və azərbaycanlılar təşkil edir. Paytaxtı Gürgan şəhəridir. Gülüstan ostanı 1997- ci ilə qədər əvvəllər Ostanda türkmənlər, Xorasan türkləri və Azərbaycan türkləri,qazaxlar (Gürgan şəhərində), bəluclar, gürcülər, kürdlər, farslar, ermənilər yaşayırlar. Farslardan sonra Azərbaycan türkləri çoxluq təşkil edir.Ostanın- Azadşəhr şəhristanı, Ağqala

şəhristanı, Əliabad şəhristanı, Gümüşan şəhristanı və s. şəhristanları vardır.İranın Gülüstan ostanının şəhərlərinin adından göründüyü kimi, fars dili hakim dil olsada, toponimlərin adında türk sözləri öz əksini tapır.

Keywords: toponym, Iran, Gulustan, ostan, toponyms of Turkish origin

ABSTRACT

Since the second half of the 20 th century, onomastics issues have begun to be studied in Azerbaijani linguistics. Onomastics is one of the largest branches of linguistics and means the science of proper names. Proper names occupy an important place in the vocabulary of the language. After Azerbaijan gained independence, the arena of onomological research expanded and research work began covering all types and systems of onomastic units. Each village and hamlet is known by the name given by the people and lives in history under this name. Place names (toponyms), which preserve even the smallest traces of the history of the people and have stood the test of time, preserve the oldest layers of the language and pass them on to future generations. In this regard, the study of place names (toponyms) is one of the most important problems of the era. So far, the toponyms of the Gulistan province have not been scientifically studied and valuable research works have not been written. One of the layers included in the vocabulary of the Azerbaijani language is toponyms. The historical path passed by the people, our present and future are reflected in toponyms. Toponyms are the best evidence to prove the ancient era and identity of the people. Gulustan province is located in the northeast of Iran. In 1997, it was separated from Mazandaran province and became a separate province. It borders Turkmenistan to the north, North Khorasan to the east, Simnan to the south, and Mazandaran to the west. 60 percent of the population of Gulustan province is made up of Turkmens, Khorasan Turks, and Azerbaijanis. Its capital is the city of Gurgan. Gulustan Province Until 1997, Turkmens, Khorasan Turks and Azerbaijani Turks, Kazakhs (in the city of Gurgan), Baluchis, Georgians, Kurds, Persians, and Armenians lived in the province. After the Persians, Azerbaijani Turks are the majority. The province has the following counties: Azadshahr County, Aggala County, Aliabad County, Gumushan County, etc. Aggala is one of the cities of the Gulustan Province of Iran. It is also the center of Aggala County. As can be seen from the names of the toponyms, although Persian is the dominant language, Turkish words are reflected in the names of the toponyms.

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN SOSYAL MEDYA BAĞIMLILIK DÜZEYLERİYLE BAZI DEĞİŞKENLER ARASINDAKİ İLİŞKİ

Muhammet ÇUBUK
Ministry of National Education, Teacher, 53020 Merkez, Rize
ORCID ID: 0009-0006-1789-6079
Nilgün DÜLGER
Ministry of National Education, School Principal, 53020 Merkez, Rize
ORCID ID: 0009-0003-3047-8785

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, lise öğrenimine devam eden ergen bireylerin sosyal medya bağımlılık düzeylerini incelemek ve cinsiyet, yaş, sınıf düzeyi ve okul türü gibi değişkenlerle olan ilişkisini belirlemektir. Araştırmanın evrenini, 2024-2025 eğitim öğretim yılı içerisinde Rize Merkez'de devlet kurumlarında eğitim gören 7251 öğrenci oluştururken, örneklemi ise 385 öğrenci oluşturmaktadır. Örneklem seçiminde orantılı tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırma ilişkisel tarama modelinde yapılmıştır. Araştırmanın verileri demografik bilgi formu ve Özgenel ve ark (2019) tarafından geliştirilen "Ergenler için sosyal medya bağımlılığı ölçeği (ESMBÖ)" ile yüz yüze uygulanarak elde edilmiştir. Veriler SPSS programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterdiği basıklık ve çarpıklık değerlerinde bakılarak görülmüştür. Bu kapsamda verilerin analizinde öncelikle 385 öğrencinin ölçeklere vermiş oldukları cevapların puan ortalamaları doğrultusunda; tanımlayıcı istatistikler, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için T-Testi ve Anova uygulanmıştır. Veriler $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyinde sınanmıştır. Araştırma bulguları, öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin orta düzeyde olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca sosyal medya bağımlılığının öğrenciler arasında cinsiyet farklılıklarına göre değişiklik gösterdiğini, ancak yaş, okul türü ve sınıf düzeyi gibi değişkenler açısından anlamlı farklılık olmadığını göstermektedir. Bu durum, sosyal medya kullanımının yaygın ve günlük yaşamın bir parçası haline geldiğini işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Sosyal Medya, Bağımlılık, Ergen Bireyler

RELATIONSHIP BETWEEN SOCIAL MEDIA ADDICTION LEVELS OF HIGH SCHOOL STUDENTS AND SOME VARIABLES

ABSTRACT

The purpose of this research is to examine the social media addiction levels of adolescents who continue their high school education and to determine the relationship with variables such as gender, age, grade level and school type. The universe of the research consists of 7251 students studying in state institutions in Rize Center in the 2024-2025 academic year, while the sample

consists of 385 students. The proportional stratified sampling method was used in the sample selection. The research was conducted in the relational screening model. The data of the research were obtained by applying the demographic information form and the "Social Media Addiction Scale for Adolescents (ESMBÖ)" developed by Özgenel et al (2019) face to face. The data were analyzed through the SPSS program. It was seen that the data showed a normal distribution by looking at the kurtosis and skewness values. In this context, in the analysis of the data, first of all, in line with the average scores of the answers given by 385 students to the scales; descriptive statistics, T-Test and Anova were applied to reveal the relationship between the dependent variable and the independent variables. The data were tested at α= 0.05 significance level. The research findings revealed that the students' social media addiction levels were at a moderate level. It also shows that social media addiction varies among students according to gender differences, but there is no significant difference in terms of variables such as age, school type and grade level. This indicates that social media use has become widespread and a part of daily life.

Keywords: Social Media, Addiction, Adolescent Individuals

1.GİRİŞ

İnternet, modern iletişim teknolojileri arasında kişisel yaşamı önemli ölçüde kolaylaştıran bir araç haline gelmiştir. Zamandan tasarruf sağlayarak bilgiye ulaşmayı hem hızlandırır hem de basitleştirir. Bu teknoloji, bireylerin günlük işlerini minimum fiziksel çaba ve maliyetle kısa sürede halletmelerine imkan tanır. Böylece, hem kişisel hem de profesyonel yaşamda önemli bir rahatlık sağlar. İnternetin birçok olumlu yönü vardır ve sürekli olarak gelişip değişen bu ağ, pek çok insan için vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir. Ancak, bu avantajların yanında internetin bağımlılık yapıcı etkisi de günümüzde önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır (Çiftçi, 2018:418). İnterneti sıkça kullanan bireyler, zamanlarının büyük bir kısmını sosyal medya platformlarında geçirirler. Bu platformlar, sundukları çeşitli iletişim seçenekleriyle hem çocuklar hem de yetişkinler için cazip bir çekim merkezi oluşturur. Bu yoğun ilgi, özellikle gençlerin ve çocukların içerikleri seçme olanağı olmadan, bilinçsizce kabul etmelerine ve bu içeriklerden etkilenmelerine neden olabilir. İçeriklerin kendisinden kaynaklanan tehditlerin yanı sıra, aşırı internet kullanımının da çeşitli riskleri beraberinde getirdiği görülmektedir. Bu risklerden biri de aşırı sosyal medya kullanımıdır. Genellikle bağımlılık olarak tanımlanan bir soruna yol açmaktadır (Deniz ve Gürültü, 2018:358).

Sosyal medya bağımlılığı, sosyal medya platformlarıyla ilişkili olan internet bağımlılığı kavramının bir alt dalıdır. Özellikle günümüzün modern ortamlarında internet teknolojisine kolay erişim, bu tür bağımlılığın yaygınlığını artırmıştır (Gökoğlu, 2024:26). Bu durumla ilgili dikkatli olunması gereken en önemli unsurlardan biri, sosyal medyayı yoğun ve aktif bir şekilde kullanan kişilerin genellikle genç bireyler olmasıdır. Özellikle lise çağındaki ergenlerin, gelişimsel açıdan bulundukları dönemin özellikleri göz önüne alındığında, bağımlılık davranışlarının edinilmesi açısından kritik bir dönem olduğu söylenebilir (Can ve ark., 2021:17).

Ergenlik, bireylerin sadece fiziksel gelişim yaşadığı değil, aynı zamanda sosyal kimliklerini de oluşturduğu kritik bir dönemdir. Bu süreçte edinilen deneyimler, kişilerin yaşamları üzerinde büyük bir etki bırakır (Çay, 2011:1). Ergenlik döneminde soyut düşünme yeteneği gelişir ve bu süreçte duygular, arzular, tutumlar ve ilişkiler, gencin kimliğini şekillendirmesinde önemli rol oynar. Kimlik oluşumunda ebeveynlerin, öğretmenlerin ve diğer rol modellerin etkisi büyüktür. Teknoloji çağının ve yaşıt etkisinin de etkisiyle ergenler, yalnızlık, sosyal destek eksikliği ve diğer olumsuz durumlar nedeniyle teknolojiye bağımlı olma riski taşır (Ektiricioğlu ve ark. 2020:52). Aile içerisinde özerklik kazanamayan ergen, bu bağımsızlık duygusunu elde etmek için çeşitli sosyal medya platformlarını kullanma yoluna gider. Sosyal medya üzerinden kurduğu ilişkiler, oynadığı oyunlar ve yarattığı sanal dünyalar sayesinde, bu özerkliği deneyimlemeye çalışmaktadır (Gürgan ve Demirel, 2021:82)

Günümüzde ergenler arasında sosyal medya bağımlılığı sıkça rastlanan bir durumdur ve bu konuya dair yapılan araştırmalar önem taşımaktadır. İnternet, kişisel yaşamı kolaylaştırırken, aşırı kullanım özellikle ergenlerde bağımlılık riskini artırmaktadır. Ergenlik dönemi, kimlik gelişimi ve bağımsızlık arayışının yoğun olduğu bir süreçtir ve sosyal medya, gençlerin bu ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir rol oynamaktadır. Çalışma, lise çağındaki öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerini ortaya koyma açısından önem taşımaktadır.

2.YÖNTEM VE ARAÇLAR

2.1.Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada sosyal medya bağımlılık düzeyinin bazı değişkenler ile ilişkisi incelenmektedir. Araştırma, ilişkisel tarama modelindedir. İlişkisel tarama yöntemi, birden fazla değişken arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışan bir tekniktir. Bu yöntem, değişkenlerin birlikte değişip değişmediğini belirler ve eğer birlikte değişiyorlarsa bu değişimin niteliğini açıklar. (Karasar, 2010).

2.2.Araştırmanın Çalışma Grubu

2024-2025 Eğitim Öğretim yılı içerisinde Rize Merkez'de devlet kurumlarında eğitim gören 7251 öğrenci araştırmanın evrenini oluşturmaktadır. Örneklemin seçiminde orantılı tabakalı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Evreni homojen alt gruplara ayırma işlemine tabakalama, bu gruplara göre örneklem alınmasına ise tabakalı örnekleme denir. Sonuçların daha tutarlı olmasını sağlar ve örneklemenin etkinliğini artırır. Eğer gruplar homojen değilse ve her tabakanın ayrıntılı olarak incelenmesi gerekiyorsa, bu yöntemi araştırmalarda kullanmak önemli kolaylıklar sunar (Karagölge ve Peker, 2002). Araştırmanın örneklemi ise 385 öğrencidir. Örneklem belirlenmesi için Statistics Canada, (2010:155) tablosundan yararlanılmıştır. Buna göre örneklemin %95 güven düzeyi bulunmaktadır.

Tablo 1: Evren ve Örneklem Belirleme

Evrenin Büyüklüğü (Kişi)	Örneklem Büyüklüğü (Güven Düzeyi %95)	Örneklemdeki Evrenin %'si
50	44	88
100	80	80
500	222	44,4
1.000	286	28,6
5.000	370	7,4
10.000	385	3,9
100.000	398	0,4
1.000.000	400	0,04
10.000.000	400	0,004

Kaynak: Statistics Canada, 2010:155

2.3.Verilerin Toplanması

Araştırma verileri yüz yüze uygulanan ölçekler aracılığıyla elde edilmiştir. Araştırmanın verileri demografik bilgi formu ve Özgenel ve ark (2019) tarafından geliştirilen "Ergenler için sosyal medya bağımlılığı ölçeği (ESMBÖ)" ile elde edilmiştir.

2.3.1.Kişisel Bilgi Formu

Araştırmacı tarafından hazırlanan kişisel bilgi formu, katılımcıların demografik özelliklerine ulaşmayı hedeflemektedir. Bu formda, katılımcıların cinsiyeti, yaşı, öğrenim gördükleri sınıf düzeyi ve okul türü gibi bilgilere yönelik sorular yer almaktadır. Toplanan veriler doğrultusunda, söz konusu kişisel özelliklerin araştırmanın bağımlı değişkeniyle olan ilişkisi analiz edilmiştir.

2.3.2.Ergenler için Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği (ESMBÖ):

Ergenler için sosyal medya bağımlılık ölçeği, Özgenel, Canpolat ve Ekşi tarafından geliştirilmiştir ve toplam dokuz maddeden oluşmaktadır. Bu ölçek, beşli Likert tipi bir ölçüm

aracı olarak tasarlanmıştır. Katılımcılar, 9 ile 36 puan arasında bir değer aldıklarında orta düzey sosyal medya bağımlılığına işaret ederken, 36 puan ve üzeri yüksek düzey bağımlılık anlamına gelmektedir. Yüksek puan, bireyin sosyal medya bağımlılığının yüksek olduğunu, düşük puan ise bu bağımlılığın düşük olduğunu göstermektedir. Tek boyutlu olan bu ölçek, toplam varyansın %56.787'sini açıklamakta ve bu değer sosyal bilimler açısından kabul edilebilir bir düzeyde bulunmaktadır. Ergenler için sosyal medya bağımlılığı ölçeğinin yeterli geçerlik ve güvenirliğe sahip olduğu anlaşılmakta ve bu nedenle ergenlerle yapılacak araştırmalarda kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmaktadır.

2.4.Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın evreni, 2024-2025 eğitim öğretim yılında Rize Merkez'de devlet kurumlarında eğitimine devam eden lise öğrencileri ile sınırlıdır.

Araştırma verileri belirlenen ölçeklerden elde edilecek bilgilerle sınırlıdır.

2.5.Verilerin Analizi

Veriler SPSS programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Öğrencilerin genel profilleri yüzde, frekanslar yoluyla değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde öncelikle normallik testi uygulanmıştır. Bu bağlamda verilerin basıklık ve çarpıklık değerlerine bakılmıştır. Literatürde çarpıklık ve basıklık değerlerine ilişkin farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bachman (2004) ve George ve Mallery (2016) bu değerlerin -2 ile +2 arasında olması durumunda normal dağılımın sağlandığını ifade etmiştir. Bu araştırmada, değişkenlerin çarpıklık ve basıklık değerleri değerlendirilirken referans olarak -2 ile +2 aralığı esas alınmıştır. Verilerin normalliğine bağlı olarak demografik değişkenlerin sosyal medya bağımlılığı üzerinde etkili bir faktör olup olmadığını belirlemek için bağımsız örneklem grupları için T-Testi üç ve üzeri gruplarda ise ANOVA testi uygulanmıştır.

3.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

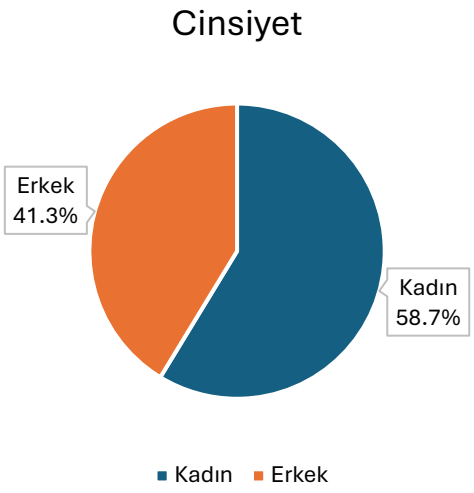
3.1.Katılımcıların Genel Profili

Araştırmanın örneklem grubunu oluşturan öğrenciler; Rize ilinde devlet okullarında eğitim gören lise öğrencileridir. Bu kapsamda ele alınan 385 öğrencinin; $Yaş_{range}$= 14-18 arasında ($Yaş_{ort}$ $\bar{x}$=15.65±1.23) olduğu görülmüştür. Katılımcıların demografik özellikleri ise aşağıda gösterilmektedir.

3.1.1.Cinsiyete Göre Katılımcıların Özellikleri

Araştırmaya katılan lise öğrencilerinin cinsiyete göre dağılımlarına bakıldığında, %58.7 'sinin Kız (n=226 kişi), %41.3'ünün ise erkek (n=159 kişi) bireylerden oluştuğu görülmektedir.

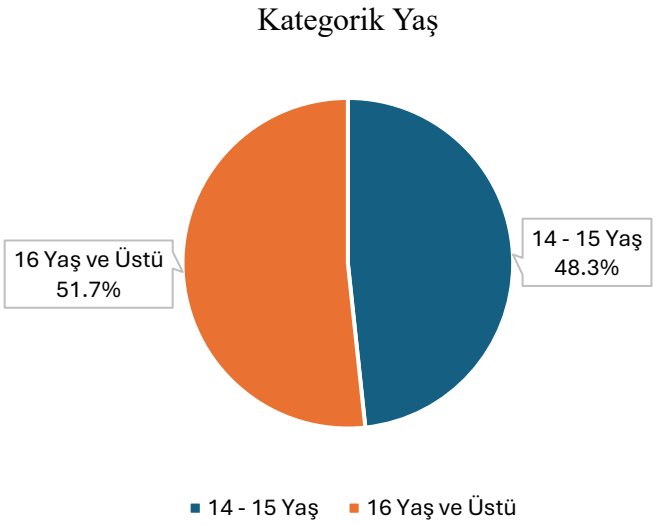
Şekil 8: Cinsiyete Göre Katılımcıların Özellikleri



3.1.2.Kategorik Yaşa Göre Katılımcıların Özellikleri

Araştırmaya katılan lise öğrencilerinin kategorik yaşa göre dağılımlarına bakıldığında, %48.3 'ünün 14-15 yaş (n=186 kişi), %51.7'sinin ise 16 yaş ve üzeri (n=199 kişi) bireylerden oluştuğu görülmektedir.

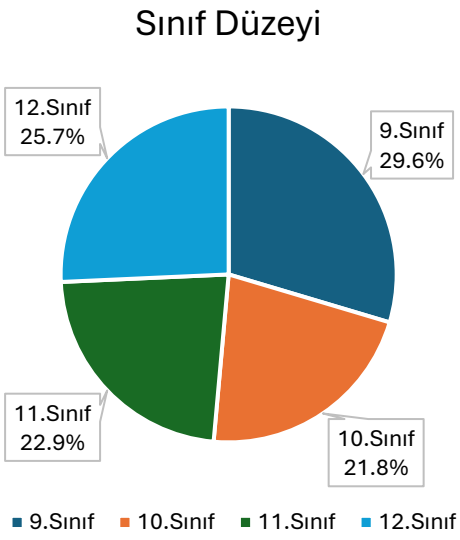
Şekil 9: Kategorik Yaşa Göre Katılımcıların Özellikleri



3.1.3.Sınıf Düzeyine Göre Katılımcıların Özellikleri

Araştırmaya katılan lise öğrencilerinin sınıf düzeyine göre dağılımlarına bakıldığında, öğrencilerin %29.6 'sının 9.sınıf (n=114 kişi), %21.8'inin 10.sınıf (n=84 kişi), %22.9'unun 11.sınıf (n=88 kişi) ve %25.7'sinin 12.sınıf (n=99 kişi) olduğu görülmektedir.

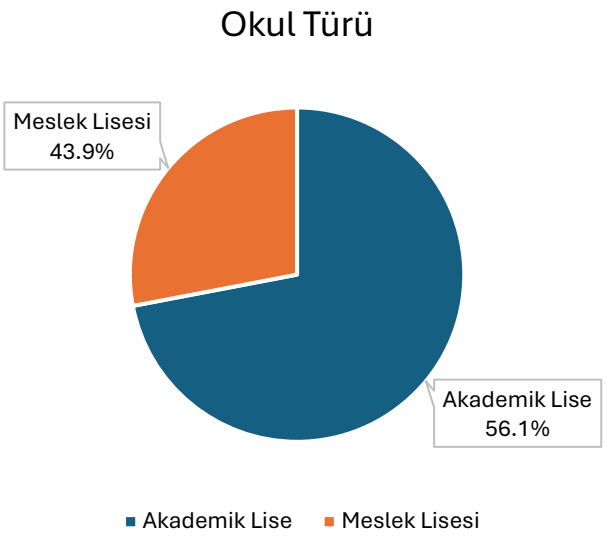
Şekil 10: Sınıf Düzeyine Göre Katılımcıların Özellikleri



3.1.4.Okul Türüne Göre Katılımcıların Özellikleri

Araştırmaya katılan lise öğrencilerinin okul türüne göre dağılımlarına bakıldığında, %56.1 'inin akademik lise (n=216 kişi), %43.9'sunun ise meslek lisesi öğrencilerinden (n=169 kişi) oluştuğu görülmektedir.

Şekil 11: Okul Türüne göre Katılımcıların Özellikleri



3.2.Hipotez Test Sonuçları

3.2.1.Sosyal Medya Bağımlılık Düzeyine Ait Genel Bulgular

Lise öğrencilerinin sosyal medya bağımlılık düzeylerini belirleyebilmek amacıyla tanımlayıcı istatistik uygulanarak sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Sosyal Medya Bağımlılık Düzeyi Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Bağımlılık Düzeyi	
Ortalama	19,63
Standart Hata	0,32
Ortanca	18
Kip	16
Standart Sapma	6,265
Örnek Varyans	39,255
Basıklık	0,721
Çarpıklık	0,887
Aralık	34
En Büyük	9
En Küçük	43
Toplam	7557
Say	385

Test sonuçları, öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin ($\bar{x}$=19,63±6,26) orta düzeyde olduğunu göstermektedir.

3.2.2.Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterip göstermediğini incelemek amacıyla bağımsız gruplar için t-testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Lise öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin cinsiyet değişkenine göre bağımsız grup T-Testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Cinsiyet	n	$\bar{x}$	SS	t	p	Cohen's d
SMB	Kız	226	20,29	6,42	2,494	0,013	0,25
	Erkek	159	18,69	5,92			

Test sonuçları, kız öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin ($\bar{x}$=20,29±6,42), erkek öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinden ($\bar{x}$=18,69±5,92) anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (t= 2.494; p<.05; d=0,25).

3.2.3.Okul Türü Değişkenine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin öğrenim gördükleri okul türüne göre sosyal medya bağımlılığı düzeylerinde anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaçla, bağımsız gruplar için t-testi yöntemi tercih edilmiştir. Elde edilen istatistiksel veriler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4: Öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin okul türü değişkenine göre bağımsız grup T-Testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Okul Türü	n	x̄	SS	t	p	Cohen's d
SMB	Akademik Lise	216	19,32	6,63	1,095	0,274	0,11
	Meslek Lisesi	169	20,02	5,76			

Test sonuçları, akademik liselerde eğitim gören öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin ($\bar{x}$=19,32±6,63), meslek lisesinde eğitim gören öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeyleri ($\bar{x}$=20,02±5,76) arasında istatistiki anlamda fark görülmemektedir (t= 1.095; p<.05; d=0,11).

3.2.4.Yaş Değişkenine İlişkin Bulgular

Araştırmada, öğrencilerin yaşlarına bağlı olarak sosyal medya bağımlılık düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığı bağımsız gruplar t-testi ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye ilişkin sonuçlar Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin yaş değişkenine göre bağımsız grup T-Testi sonuçları

Bağımlı Değişken	Kategorik Yaş	n	x̄	SS	t	p	Cohen's d
SMB	14 – 15 Yaş	186	19,42	6,64	0,633	0,527	0,65
	16 Yaş ve Üzeri	199	19,82	5,89			

Test sonuçları, 14 – 15 yaş aralığında olan öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin ($\bar{x}$=19,42±6,64), 16 yaş ve üstü öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeyleri ($\bar{x}$=19,82±5,89) arasında istatistiki anlamda bir ilişki bulunmamaktadır (t= 0.633; p<.05; d=0,65).

3.2.5.Sınıf Düzeyi Değişkenine İlişkin Bulgular

Sınıf düzeyine göre öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinde istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olup olmadığını ortaya koymak amacıyla One-Way ANOVA testi gerçekleştirilmiştir. Bu teste ilişkin sonuçlar Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6: Öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin sınıf düzeyi değişkenine göre One-Way ANOVA Testi Sonuçları

Değişken	Sınıf Düzeyi	n	Ort	SS	F	P	Fark	η^2
SMB	9.sınıf	114	19.81	7.01	0.926	0.428	-	0.007
	10.sınıf	84	18.63	5.46				
	11.sınıf	88	19.92	6.60				
	12.sınıf	99	20.01	5.64				
	Toplam	385	19.63	6.26				

P<0.05

Test sonuçları, öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin 9.sınıf düzeyinde ($\bar{x}$=19,81±7,01), 10.sınıf düzeyinde ($\bar{x}$=18,63±5,46), 11.sınıf düzeyinde ($\bar{x}$=19,92±6,60), 12.sınıf düzeyinde ise ($\bar{x}$=20,01±5,64) olarak tespit edilmiştir. ANOVA sonuçları değerlendirildiğinde, sınıf düzeyine bağlı olarak öğrencilerin sosyal medya bağımlılık ($F_{(3,381)}$ =0.926, p=0.428, η^2=0.007) puan düzeylerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir.

4.SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, lise öğrencilerinin sosyal medya bağımlılık düzeyleri ve bu düzeylerin çeşitli demografik değişkenlerle ilişkisi incelenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular ve bunların yorumları aşağıda sunulmaktadır.

Araştırmaya katılan öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin orta düzeyde olduğu ifade edilebilir. Bu durum, öğrencilerin sosyal medya kullanımında dikkat çeken bir bağımlılık düzeyi olduğunu, ancak bu bağımlılığın aşırı boyutlarda olmadığını göstermektedir.

Lise eğitimine devam eden kız öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeyleri, erkek öğrencilerin düzeylerinden anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Literatür incelendiğinde benzer sonuçlara rastlanmaktadır. (Can ve ark., 2021; Malo-Cerrato ve ark., 2018; Şahin Yüksel ve Öztoprak, 2019; Gökoğlu, 2024; Şeker, 2018). Bu sonuç, kız öğrencilerin sosyal medyada daha fazla vakit geçirdiği veya bu platformlara daha fazla ilgi duyduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu bulgu, literatürde kız öğrencilerin sosyal medya kullanım alışkanlıklarının erkek öğrencilere kıyasla farklılık gösterebileceğini ifade eden çalışmalarla uyumludur.

Akademik lisede eğitim gören öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeyleri ile meslek liselerinde eğitim gören öğrencilerin bağımlılık düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Doğrusever (2021) ergenler üzerinde yaptığı araştırmada benzer sonuçlara

ulaşmıştır. Bu bulgu, sosyal medya bağımlılığı açısından okul türünün belirleyici bir faktör olmadığını göstermektedir.

Yaş değişkenine göre sosyal medya bağımlılık düzeylerinde anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Bu sonuçla ilgili benzer çalışmalar bulunmaktadır. (Gökoğlu, 2024). 14–15 yaş grubundaki öğrencilerin sosyal medya bağımlılık düzeyleri ile 16 yaş ve üzeri öğrencilerin bağımlılık düzeyleri benzerdir. Bu durum, sosyal medya kullanımının yaş grupları arasında benzer bir eğilim gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Sınıf düzeyine bağlı olarak sosyal medya bağımlılık puanlarında anlamlı bir fark görülmemiştir. Literatür incelendiğinde benzer sonuçlar görülmektedir. Doğrusever (2021), Gökoğlu (2024) ve Deniz ve Gürültü (2018) ergenler üzerinde yaptığı araştırmada benzer sonuçlara ulaşmıştır. Tüm sınıf düzeylerinde öğrencilerin bağımlılık düzeyleri orta düzeyde olup, 12. sınıf öğrencilerinin bağımlılık düzeyleri diğer sınıflara kıyasla bir miktar yüksek bulunmuştur. Ancak bu fark istatistiki olarak anlamlı değildir.

Araştırmanın sonuçları, sosyal medya bağımlılığının lise öğrencileri arasında orta düzeyde olduğu göstermektedir. Cinsiyet farklılıklarına göre değişiklik gösterebildiğini, ancak yaş, okul türü ve sınıf düzeyi gibi değişkenler açısından anlamlı farklılık yaratmadığını göstermektedir. Bu durum, sosyal medya kullanımının yaygın ve günlük yaşamın bir parçası haline geldiğini işaret etmektedir.

Bu çalışmanın sonucunda şu önerilere yer verilebilir;

- Kız öğrencilerin sosyal medya kullanımını dengelemelerine yönelik farkındalık programları düzenlenebilir.
- Eğitim kurumlarında sosyal medya bağımlılığının etkilerini azaltmak için teknoloji okuryazarlığı ve bilinçli kullanım stratejileri geliştirilebilir.
- Gelecek araştırmalarda sosyal medya bağımlılığı ile psikolojik iyi oluş, akademik başarı ve aile dinamikleri arasındaki ilişkiler detaylı olarak incelenebilir.

KAYNAKÇA

Bachman, L. F. (2004). Statistical analyses for language assessment. Cambridge: Cambridge University Press.

Can, B., Hazar, Z., & Kurt, S. (2021). Spor yapan ve yapmayan lise öğrencilerinin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin bazı değişkenlere göre incelenmesi (karma model araştırması). Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 6(1), 15-39.

Çay, R. D. (2011). Parklarda ergenlik çağındaki gençlerin rekreasyon gereksinimlerinin saptanması (Doctoral dissertation, Ankara Universitesi (Turkey)).

Çiftçi, H. (2018). Üniversite öğrencilerinde sosyal medya bağımlılığı. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, *7*(4).

Deniz, L., & Gürültü, E. (2018). Lise öğrencilerinin sosyal medya bağımlılıkları. *Kastamonu Education Journal*, *26*(2), 355-367.

Doğrusever, C. (2021). Ergenlerin sosyal medya bağımlılık düzeylerinin bazı sosyo demografik değişkenler açısından incelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *21*(1), 23-42.

Ektiricioğlu, C., Arslantaş, H., & Yüksel, R. (2020). Ergenlerde çağın hastalığı: Teknoloji bağımlılığı. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, *29*(1), 51-64.

George, D. & Mallery, M. (2016). IBM SPSS statistics 23 step by step a simple guide and reference (14th edition). New York: Routledge.

Gökoğlu, S. (2024). Lise Öğrencilerinin Sosyal Medya Bağımlılıklarının Demografik Değişkenlere Göre Incelenmesi (Master's thesis, Marmara Universitesi (Turkey)).

Gürgan, U., & Demirel, N. (2021). Ergenlerin Sosyal Medya Kullanımlarının Sosyal İlişkilerine ve Sosyal Kaygı Düzeylerine Etkisi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, *8*(3), 79-104.

Karagölge, C., & Peker, K. (2002). Tarım ekonomisi araştırmalarında tabakalı örnekleme yönteminin kullanılması. *Research in Agricultural Sciences*, *33*(3).

Karasar, N. (2010). Bilimsel Araştırma Yöntemi (21. Bas.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Malo-Cerrato, S., Martín-Perpiñá, M. & Viñas-Poch, F. (2018). Excessive use of social networks: Psychosocial profile of Spanish adolescents. Comunicar, 56(26), 101-109

Özgenel, M., Canpolat, Ö., & Ekşi, H. (2019). Ergenler için sosyal medya bağımlılığı ölçeği (ESMBÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Addicta: The Turkish Journal on Addictions*.

Statistics Canada. Social Survey Methods Division. (2010). *Survey methods and practices*. Statistics Canada.

Şeker, V. T. (2018). Sosyal medya bağımlılığı ile depresyon ve anksiyete arasındaki ilişki (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Yüksel-Şahin, F., & Öztoprak, Ö. (2019). Ergenlerin sosyal medya bağımlılığı düzeylerinin benlik saygısına göre incelenmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 363-377

BİLİM VE SANAT MERKEZLERİNDE EĞİTİMİNE DEVAM EDEN İLKOKUL ÇOCUKLARININ TEKNOLOJİ KULLANIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Spec. Selenay GÜLER
Dokuz Eylül University
ORCID ID: 0009-0006-4121-4154
Prof. Dr. S. Sunay YILDIRIM DOĞRU
Dokuz Eylül University
ORCID ID: 0000-0003-0573-0128

ÖZET

Teknolojinin günlük yaşamda giderek daha büyük bir yer tuttuğu ve dijitalleşmenin her geçen gün arttığı günümüzde, özel yetenekli bireylerin eğitim aldığı **Bilim ve Sanat Merkezleri** (BİLSEM) bünyesinde eğitim gören çocukların teknoloji kullanım alışkanlıkları da önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Özellikle bu çocukların eğitim süreçlerinde teknolojiyi nasıl kullandıkları, ne kadar süreyle teknolojik araçları tercih ettikleri, bu araçları ne amaçlarla kullandıkları ve bu kullanımda ne kadar bilinçli oldukları, günümüz eğitim sisteminde giderek artan bir öneme sahiptir.

Bu çalışma, BİLSEM öğrencilerinin teknoloji kullanım alışkanlıklarını incelemeyi amaçlamakta olup, öğrencilerin dijital dünyadaki varlıklarını daha bilinçli bir şekilde nasıl sürdürdüklerini değerlendirmeyi hedeflemektedir. Araştırma, özel yetenekli çocukların teknoloji kullanım süreleri, kullandıkları dijital araçların çeşitliliği, teknolojiyi hangi amaçlarla ve hangi sıklıkla kullandıkları gibi temel faktörleri kapsamaktadır. Ayrıca, bu öğrencilerin teknolojiyi kullanma becerileri, dijital araçlar ve platformlar hakkında sahip oldukları bilgi düzeyleri, teknolojiyle etkileşimlerinde karşılaştıkları zorluklar ve bu teknolojilerin öğrenme süreçlerine katkılarını da mercek altına alacaktır. Öğrencilerin sosyal medya kullanımı, eğitim amaçlı kullanımları ve bilinç düzeyleri ve oyun gibi farklı eğlence alanlardaki teknoloji kullanım alışkanlıkları da araştırma kapsamında incelenecektir. Bu kapsamda, araştırma için BİLSEM öğrencilerine yönelik hazırlanmış olan "BİLSEM Öğrencilerinin Teknoloji Kullanımının Değerlendirilmesi" başlıklı bir görüşme formu kullanılmıştır. Görüşme formu, yüz yüze görüşmelerle uygulandıktan sonra, toplanan veriler nitel araştırma yöntemlerinden biri olan **betimsel analiz** tekniği ile analiz edilmiştir. Betimsel analiz, öğrencilerin teknoloji kullanım alışkanlıklarını daha iyi anlamak ve bu alışkanlıkları açıkça ortaya koymak için uygun bir yaklaşım olacaktır. Araştırma kapsamında 14 farklı ilkokul BİLSEM öğrencisi katılımcı olarak yer alınmış ve öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar, teknolojiye dair bilinç düzeyleri ve eğitim süreçlerine katkıları bu bilgilerden yola çıkılarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular, öğrencilerin teknolojiye olan ilgisinin yüksek olduğunu, teknoloji ile çokça zaman geçirdiklerini ancak kullanım biçimlerinin farklı amaçlara yöneldiğini göstermektedir. Teknoloji, bu öğrenciler için öğrenme süreçlerini destekleyen önemli bir araç olmakla birlikte, dikkat dağınıklığı, zaman yönetimi sorunları ve dijital güvenlik gibi bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda, öğrencilerin daha bilinçli ve verimli bir teknoloji kullanımı için yönlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu doğrultuda, eğitim programlarına teknoloji okuryazarlığı ve dijital güvenliği içeren derslerin eklenmesi, öğrencilere rehberlik edilmesi ve teknoloji kullanımının denetimli bir şekilde yönlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, BİLSEM öğrencilerinin teknoloji kullanımına ilişkin bilinç seviyeleri, eğitim süreçlerine entegre edilen teknolojilerin etkileri ve karşılaştıkları olası zorluklar belirlenmiş, bu bulgular doğrultusunda öğrencilerin teknolojiyi daha etkin bir şekilde kullanmalarını sağlamak amacıyla çeşitli öneriler sunulmuştur. Araştırmanın sonuçları, özel yetenekli öğrencilerin teknolojiyle etkileşimlerini daha verimli ve güvenli hale getirmek adına eğitimciler ve aileler için bir rehber niteliğinde olacağı düşünülmektedir. Gelecekte yapılacak daha geniş kapsamlı çalışmalarla bu alandaki farkındalığın artırılması ve BİLSEM'de eğitiminde devam eden çocukların eğitim süreçlerinin teknoloji ile daha etkili bir şekilde desteklenmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: BİLSEM öğrencileri, Dijital eğitim, Teknoloji bilinci, Teknoloji kullanımı.

ABSTRACT

In today's world, where technology occupies an increasingly larger place in daily life and digitalization continues to grow, the technology usage habits of children educated in Science and Art Centers (BİLSEM), which provide education for gifted individuals, have become an important research topic. Specifically, how these children use technology in their educational processes, how long they prefer technological tools, what purposes they use these tools for, and how conscious they are in their usage are becoming more and more important in the current education system.

This study aims to deeply investigate the technology usage habits of BİLSEM students and assess how they maintain their presence in the digital world more consciously. The research covers basic factors such as the duration of technology use, the variety of digital tools used, the purposes and frequency of technology use, as well as their skills in using technology, their knowledge level about digital tools and platforms, the challenges they encounter in interacting

with technology, and the contributions of these technologies to their learning processes. The study also investigates the students' technology usage habits in areas such as social media, educational software, and gaming. For this purpose, an interview form titled "Assessment of Technology Use of BİLSEM Students" was prepared and applied to BİLSEM students. After face-to-face interviews, the data collected were analyzed using the descriptive analysis technique, one of the qualitative research methods. Descriptive analysis is considered an appropriate approach to better understand and clearly reveal the students' technology usage habits. The research included 14 different primary school BİLSEM students as participants and the challenges they faced, their level of awareness regarding technology, the contributions of technology to their educational processes were evaluated based on this data.

The findings indicate that students have a high interest in technology, but their usage patterns are directed towards different purposes. Technology is an important tool that supports the learning processes of these students; however, it also brings along some challenges, such as attention deficiency, time management issues, and digital security concerns. Based on the data obtained from the study, it was concluded that students need to be guided towards more conscious and efficient use of technology. In this regard, it is recommended to add courses on technology literacy and digital security to educational programs, provide guidance to students, and ensure that the use of technology is directed in a controlled manner. Additionally, the awareness levels of BİLSEM students regarding technology usage, the impact of technologies integrated into the educational process, and the challenges they face have been identified. Based on these findings, various suggestions have been made to help students use technology more effectively. The results of the research are expected to serve as a guide for educators and families to make interactions with technology more efficient and secure for gifted students. It is anticipated that, with broader future studies, awareness in this field will be increased, and the educational processes of children continuing their education in BİLSEM will be supported more effectively with technology.

Keywords: BİLSEM students, Digital education, Technology awareness, Technology usage.

1.GİRİŞ:

1995 yılında Millî Eğitim Bakanlığı tarafından özel yetenekli öğrencilerin eğitim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kurulan Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM), bu öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alarak potansiyellerini en üst düzeye çıkarmayı ve bu çocukların

eğitimine olumlu katkı sunmayı hedeflemektedir. BİLSEM'ler, değerlendirme, yaratıcılık, keşfetme ve çözümleme gibi becerilerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yaparak, özel yetenekli öğrencilerin sahip oldukları yetenekleri en üst seviyeye taşımayı amaçlamaktadır (MEB, 2022). 2000'li yıllardan itibaren teknolojinin hızla gelişmesi ve hayatın her alanına entegre olması, eğitimde de köklü değişimlere yol açmış, teknolojinin daha fazla kullanılmasına ve eğitimde bir araç haline gelmesine neden olmuştur. Teknoloji, artık sadece bir eğlence aracı olmanın ötesine geçerek, eğitimde de etkin bir araç olarak kullanılmaya başlanmıştır (Yıldız & Sarı, 2020). Eğitimde teknolojinin kullanımı, öğrencilerin yaratıcılıklarını ortaya koymalarına, problem çözme yeteneklerini geliştirmelerine ve öğrenme süreçlerini zenginleştirmelerine olanak tanımaktadır (Yılmaz & Yıldırım, 2018). Özellikle Bilim ve Sanat Merkezleri gibi özel yetenekli öğrencilerin eğitimine yönelik kurumlar, bu teknolojik gelişmeleri en verimli şekilde kullanma arayışındadır. Çünkü yapılan araştırmalar, BİLSEM'de eğitim gören öğrencilerin, standart sınıf ortamlarına kıyasla teknolojiden daha fazla faydalandığını ve teknoloji destekli öğrenme ortamlarında daha yüksek başarı gösterdiğini ortaya koymaktadır (Gökdere, Küçük & Çepni, 2004; Çalışkan, 2017). BİLSEM'ler, öğrencileri teknolojiyi etkin bir şekilde kullanmaya teşvik ederek onların dijital okuryazarlık, eleştirel düşünme ve iş birliği gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmeyi hedeflemektedir (Sağ & Akgül, 2019). Robotik, kodlama, yazılım geliştirme, dijital tasarım ve yapay zeka gibi alanlarda yapılan çalışmalar, öğrencilerin hem bilimsel hem de sanatsal yeteneklerini ortaya çıkarmalarına ve bu yeteneklerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Bu süreçte, teknoloji destekli projeler üretme ve yenilikçi fikirler geliştirme becerisi büyük önem taşımaktadır (Türkmen & Doğanay, 2021). Nitekim teknoloji, öğrencilerin eğitim süreçlerini daha etkili ve verimli hale getirmede önemli bir rol oynamaktadır. Teknolojinin eğitimdeki önemini vurgulayan bir çalışmada şu ifadeye yer verilmiştir: "Teknoloji, öğrenme süreçlerini destekleyen bir araç olarak kullanılmalıdır. Öğrencilerin öğrenme deneyimlerini zenginleştirmek, onları yaratıcı düşünmeye teşvik etmek ve problem çözme becerilerini geliştirmek için teknolojinin etkin kullanımı büyük bir avantaj sağlar." (Yılmaz & Yıldırım, 2018). BİLSEM'lerde eğitim gören öğrenciler, teknolojiyi yaratıcı ve verimli bir şekilde kullanarak potansiyellerini en üst seviyeye çıkarmayı amaçlamaktadır. Bilim ve Sanat Merkezleri, öğrencilerin teknoloji destekli projeler geliştirmeleri ve bu süreçte kendi yeteneklerini keşfetmeleri için uygun ortamlar sunmaktadır. Gelecekte de bu merkezlerin, teknolojik yenilikleri eğitim süreçlerine daha çok entegre ederek öğrencilerin eğitimine devam edeceği öngörülmektedir (Güçin, 2014). Çalışmanın motivasyonunu oluşturan, BİLSEM'de

eğitimlerine devam eden çocukların teknoloji kullanımlarını değerlendirmek amacıyla aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

- Günlük ortalama kaç saat teknoloji kullanıyorsunuz?
- Teknolojik aletleri en çok hangi amaçlarla kullanıyorsunuz?
- Hangi tür dijital cihazları kullanıyorsunuz?
- BİLSEM'de teknoloji kullanımıyla ilgili eğitim aldınız mı?
- Eğer eğitim aldıysanız, hangi konularda eğitim aldınız?
- Teknoloji kullanımı derslerinize ve öğrenme sürecinize nasıl bir katkı sağlıyor?
- Teknolojiyi kullanırken en çok karşılaştığınız zorluk nedir?

Bu sorulara verilen yanıtlar doğrultusunda, öğrencilerin teknolojiye olan yaklaşımları, kullanım biçimleri ve karşılaştıkları zorluklar analiz edilmiş; bu veriler, eğitimde teknolojinin verimli kullanımına dair yeni açılımlar sunmayı amaçlamıştır.

2.YÖNTEM:

2.1. Araştırmanın modeli

Bu araştırma, betimsel araştırma modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Betimsel araştırmalar, bireylerin, grupların ya da belirli bir olgunun mevcut durumunu olduğu gibi ortaya koymayı amaçlayan ve sıklıkla nitel yöntemlerle gerçekleştirilen çalışmalardır (Karasar, 2016). Bu model, araştırmacıya, ele alınan konunun genel yapısı hakkında sistematik ve kapsamlı bir bakış açısı sunar (Büyüköztürk et al., 2022). Betimsel araştırma sürecinde genellikle gözlem, anket ve görüşme gibi veri toplama yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler, araştırmacıların gerçek yaşam durumlarını derinlemesine incelemelerine olanak sağlar (Yıldırım & Şimşek, 2021). Elde edilen veriler nicel ya da nitel analiz teknikleriyle işlenerek, ilgili durumun çeşitli boyutları açıklanır ve betimlenir (Creswell & Poth, 2018). Bu bağlamda yürütülen bu araştırmada da BİLSEM öğrencilerinin teknoloji kullanım alışkanlıkları, teknolojiyi kullanırken karşılaştıkları zorluklar, bu teknolojilerin eğitim süreçlerine sağladığı katkılar ve öğrencilerin bu konudaki bilinç düzeyleri, betimsel bir yaklaşımla ele alınmıştır. Betimsel modelin sunduğu esneklik ve gerçeklik temelli yaklaşım sayesinde, öğrencilerin teknolojiyi nasıl ve ne amaçla kullandıkları konusunda kapsamlı ve ayrıntılı verilere ulaşılması hedeflenmiştir.

2.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu, Mardin ili Kızıltepe ilçesinde eğitimine devam eden toplam 14 Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) öğrencisi oluşturmaktadır. Katılımcılar; 3., 4., 6. ve 8.

sınıf seviyelerinde öğrenim gören, farklı yaş gruplarından kız ve erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Öğrenciler, BİLSEM programı kapsamında genel yetenek, resim ve müzik gibi farklı alanlarda özel eğitim almaktadırlar. Katılımcıların seçimi, amaçlı örnekleme yöntemi ile gerçekleştirilmiş ve özel yetenekli bireylerin teknoloji kullanım deneyimlerinin nitel olarak derinlemesine incelenmesi amaçlanmıştır. Millî Eğitim Bakanlığı'na (2022) göre BİLSEM'ler, öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alarak onların üstün yetenek alanlarına göre (genel zihinsel yetenek, görsel sanatlar ve müzik gibi) eğitim almalarını sağlayan özel kurumlardır. Bu merkezlerde eğitim gören öğrenciler, ilgi ve yeteneklerine göre gruplandırılarak belirli alanlarda desteklenmektedir (MEB, 2022). Ayrıca, Yıldırım ve Şimşek (2021), nitel araştırmalarda örneklem seçiminde çeşitlilik sağlamanın, araştırma sonuçlarının geçerliliğini artırmada önemli bir etken olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle farklı sınıf düzeylerinden ve alanlardan öğrencilerin çalışmaya dahil edilmesi, elde edilen bulguların farklı perspektiflerden değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

2.3. Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada, "BİLSEM Öğrencilerinin Teknoloji Kullanımının Değerlendirilmesi" başlıklı bir görüşme formu kullanılmıştır. Form, araştırmacılar tarafından çeşitli sorular hazırlanarak oluşturulmuş ve içerik geçerliliğini sağlamak amacıyla iki alan uzmanının görüşü doğrultusunda yapılandırılmıştır. Görüşme formu iki ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde öğrencinin yaşı, cinsiyeti, sınıf düzeyi, kaç yıldır BİLSEM'de eğitim aldığı ve hangi alanda eğitim aldığı gibi demografik bilgileri yer almaktadır. İkinci bölümde ise öğrencilerin günlük ortalama kaç saat teknoloji kullandıkları, teknolojik cihazları en çok hangi amaçla kullandıkları, hangi tür dijital cihazları tercih ettikleri, BİLSEM'de teknoloji eğitimi alıp almadıkları, aldılarsa bu eğitimin hangi alanlarda olduğu, teknolojinin derslerine ve öğrenme süreçlerine sağladığı katkı ve karşılaştıkları zorluklar gibi sorulara yer verilmiştir. Görüşme formunun amacı, öğrencilerin teknolojiyle etkileşimlerini, kullanım biçimlerini ve yaşadıkları güçlükleri derinlemesine anlamaktır. Formun hazırlanmasında, literatürde yer alan benzer nitel araştırma örneklerinden faydalanılmıştır. Örneğin, Çalışkan (2017) çalışmasında özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde bilişim teknolojilerinin kullanımına yönelik öğretmen görüşlerini anlamak için yapılandırılmış bir görüşme formu geliştirmiştir. Aynı şekilde, Gökdere, Küçük ve Çepni (2004) üstün yetenekli öğrencilerle yapılan çalışmalarında teknolojinin fen eğitimine entegrasyonu bağlamında nitel veriler toplamışlardır. Bu tür çalışmalar, formun yapısal ve içeriksel tasarımında yol gösterici olmuştur. Ayrıca, Yıldırım ve Şimşek (2021) tarafından

vurgulanan geçerlilik-güvenilirlik ilkeleri doğrultusunda formun her sorusu, ölçmek istediği değişkeni doğrudan hedefleyecek şekilde hazırlanmış, açık uçlu sorularla öğrencilerin görüşlerini serbestçe ifade etmeleri sağlanmıştır. Benzer şekilde, Karasar (2016) da bilimsel araştırmalarda veri toplama araçlarının, araştırma amacına uygunluğu açısından uzman görüşüyle desteklenmesi gerektiğini belirtmektedir. Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan görüşme formu, öğrencilerin teknoloji kullanım alışkanlıklarını ve eğitim süreçlerine etkisini derinlemesine incelemeyi amaçlayan, bilimsel ölçütlere uygun şekilde hazırlanmış nitel bir veri toplama aracıdır.

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri

Tablo 1.1. Yaş Dağılımı

Yaş	**N**
9 Yaş	6
10 Yaş	4
11 Yaş	1
12 Yaş	1
13 Yaş	1
14 Yaş	1

Tablo 1.2. Cinsiyet Dağılımı

Cinsiyet	**N**
Erkek	8
Kadın	6

Tablo 1.3. Sınıf Dağılımı

Sınıf	**N**
3. Sınıf	5
4. Sınıf	5
6. Sınıf	2
8. Sınıf	2

Tablo 1.4. Bilsem'de Eğitim Alınan Alanlar

Alanlar	**N**
Genel Yetenek	10
Resim	2
Müzik	2

Tablo 1.5. Kaç Yıldır Bilsem Öğrencisisiniz?

Yıl	N
1-2 Yıl	6
3-4 Yıl	5
5+ Yıl	3

2.4. Verilerin Toplanması ve Analiz

Bu araştırmanın veri toplama süreçlerinde görüşme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın verileri, araştırmacılar tarafından hazırlanan "BİLSEM Öğrencilerinin Teknoloji Kullanımına Yönelik Bir Değerlendirme" başlıklı görüşme formu ile toplanmıştır. Veriler her öğrenci ile yüz yüze görüşülerek ayrı ayrı toplanmıştır. Veri analizi aşamasında ise betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Betimsel analiz, araştırma konusuna ilişkin elde edilen verilerin, belirli bir tema ya da kavrama dayalı olarak düzenlenmesi ve anlamlı bir biçimde sunulmasıdır. Bu yöntem, verilerin okuyucu tarafından anlaşılabilir olmasını sağlamak amacıyla verilerin açık ve sistematik bir şekilde sunulmasına olanak tanır. Betimsel analizde, araştırma bulguları önceden belirlenmiş temalar doğrultusunda özetlenir ve yorumlanır. Nitel araştırma yöntemleri literatüründe betimsel analiz, genellikle tematik çerçevelerin kullanımıyla tanımlanır. Bu konuda Yıldırım ve Şimşek (2018) şu ifadeleri kullanmaktadır: "Betimsel analizde amaç, verilerin sistematik ve açık bir biçimde sunulmasıdır. Araştırma soruları doğrultusunda belirlenen temalar çerçevesinde veriler bir araya getirilir, özetlenir ve yorumlanır." (Yıldırım & Şimşek, 2018, s. 300). Her soruya karşılık olarak bir cevap kategorisi "kodlama anahtarı" adı altında oluşturulmuş ve BİLSEM öğrencileri K-1, K-2… şeklinde kodlanmıştır. Öğrencilerin sorulara verdiği yanıtlar temalaştırılmıştır. Yanıtlar da bu temalara uygun olarak organize edilmiştir.

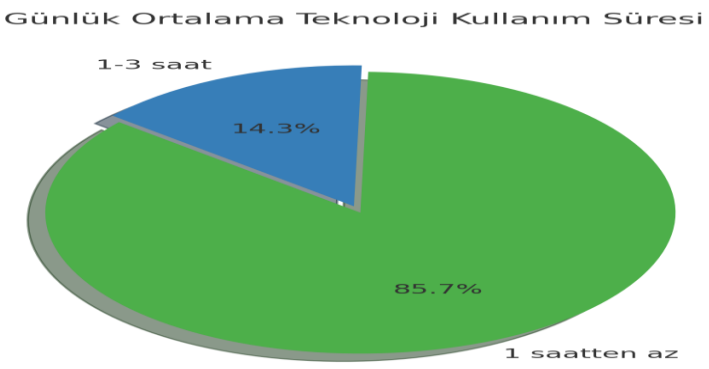
3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, Bilim ve Sanat Merkezleri'nde (BİLSEM) öğrenim gören öğrencilerin teknoloji kullanım alışkanlıkları detaylı bir biçimde incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda öğrencilerin teknolojiyle etkileşimlerini ortaya koymak amacıyla çeşitli tablolar oluşturulmuştur. Araştırma kapsamında Tablo 2'de, öğrencilerin teknoloji kullanırken geçirdikleri ortalama süreler yer almakta; bu veriler, öğrencilerin dijital ortamlarla olan zaman temelli ilişkisini anlamak açısından önemli bulgular sunmaktadır. Literatürde de belirtildiği üzere, öğrencilerin teknolojik cihazlarla geçirdikleri sürenin yoğunluğu, dijital bağımlılık riski

ile birlikte akademik performans üzerinde olumlu ya da olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Koçak & Korkmaz, 2021; Akay et al., 2023). Tablo 3'te, öğrencilerin teknolojik araçları hangi amaçlarla kullandıkları açıklanmıştır. Bu bölümde elde edilen bulgular, öğrencilerin büyük çoğunluğunun teknolojiyi ders çalışmak, araştırma yapmak ve ödev hazırlamak gibi akademik hedeflere yönelik olarak kullandıklarını, ancak aynı zamanda oyun oynama ve video izleme gibi eğlence amaçlı kullanımların da yaygın olduğunu göstermiştir. Bu çok yönlü kullanım biçimi, öğrencilerin teknolojiye yalnızca bir bilgi kaynağı olarak değil, aynı zamanda bir sosyal etkileşim ve eğlence aracı olarak yaklaştıklarını göstermektedir (Yılmaz & Yıldırım, 2018; Gómez et al., 2017). Tablo 4'te ise öğrencilerin en çok hangi dijital cihazları kullandıklarına yönelik bulgular yer almaktadır. Elde edilen veriler, öğrencilerin en sık kullandığı teknolojik araçların sırasıyla akıllı telefonlar, tabletler ve dizüstü bilgisayarlar olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, mobil teknolojilerin çocuk ve gençler arasında ne denli yaygınlaştığını ve bu cihazların eğitimle entegrasyonunun önemini bir kez daha vurgulamaktadır (Valcke et al., 2010). Araştırmanın bir sonraki aşamasında, öğrencilerin kullandıkları teknolojik araçların derslerine ve öğrenme süreçlerine ne derece katkı sağladığı sorulaştırılmış ve katkı düzeylerine ilişkin veriler elde edilmiştir. Bu değerlendirme, teknolojik araçların yalnızca kullanım sıklığıyla değil, aynı zamanda pedagojik işlevselliğiyle birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Özellikle yaratıcı düşünmeyi destekleyici, bilgiye erişimi kolaylaştırıcı ve problem çözme becerilerini geliştiren dijital ortamlar, öğrencilerin akademik performansına anlamlı katkılar sunabilmektedir (Çalışkan, 2017; Sprenger, 2010). Bu bağlamda, öğrencilerin teknoloji kullanım alışkanlıkları sadece nicel verilerle değil, bu teknolojilerin öğrenme süreçlerine olan etkileriyle birlikte yorumlanmıştır.

3.1. Teknoloji Kullanırken Geçirdikleri Süre

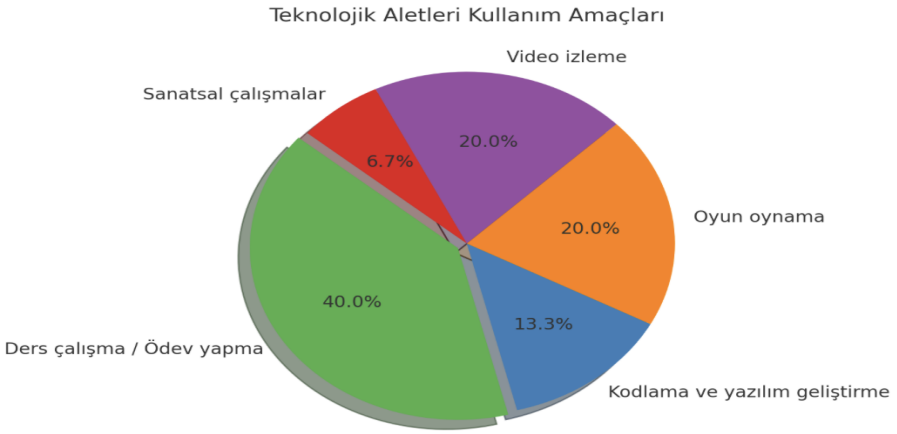
Tablo 2.



Araştırmada öğrencilere "Günlük toplam kaç saat teknoloji kullanıyorsunuz?" sorusu yöneltilmiş ve katılımcıların büyük bir kısmı (n=12) teknoloji kullanım sürelerinin 1 saatten az olduğunu belirtmiştir. Buna karşılık, az sayıda öğrenci (n=2) günlük kullanım sürelerinin 1 ile 3 saat arasında olduğunu ifade etmiştir. Bu bulgu, BİLSEM öğrencilerinin teknoloji kullanımında görece sınırlı bir süreyle etkileşim kurduklarını göstermektedir. Bu durum, literatürde yer alan çeşitli araştırmalarla paralellik göstermektedir. Özellikle Koçak ve Korkmaz (2021), üstün yetenekli öğrencilerin teknolojiye yönelik ilgi düzeylerinin yüksek olduğunu ancak bu öğrencilerin teknolojiyi daha çok akademik faaliyetler amacıyla, kontrollü şekilde kullandıklarını ifade etmektedir. Benzer şekilde, Yılmaz ve Yıldırım (2018), teknolojinin öğrenme sürecine katkı sağlaması için yalnızca süreye değil, kullanımın içeriğine ve pedagojik niteliğine de dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca Yeşilay (2023), ilköğretim çağındaki öğrenciler için ekran süresinin günde ortalama 45 dakika ile sınırlandırılması gerektiğini önermektedir. BİLSEM öğrencilerinin büyük bölümünün günlük teknoloji kullanım süresini bir saatten az olarak ifade etmesi, bu önerilere uygun bir kullanım alışkanlığını gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte, Çalışkan (2017) teknolojinin yalnızca sınırlı sürede değil, eğitim amaçlı yaratıcı kullanımına da odaklanılması gerektiğini belirtmektedir. Bu nedenle, öğrencilerin teknolojiyle kurdukları ilişkinin süresi kadar, bu sürenin nasıl ve ne amaçla değerlendirildiği de önem arz etmektedir.

3.2. Teknolojik Aletleri Kullanım Amaçları

Tablo 3.

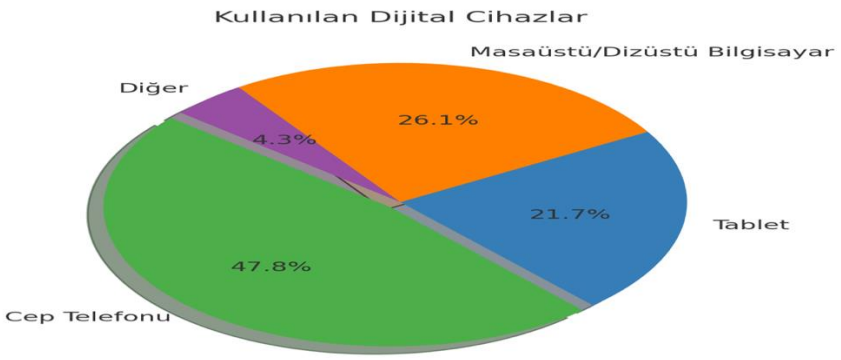


Araştırmada katılımcılara teknolojik aletleri en çok hangi amaçlarla kullandıkları sorulmuş ve elde edilen yanıtlar analiz edilmiştir. Verilere göre, öğrencilerin teknolojiyi en çok ders çalışma

ve ödev yapma (n=12) amacıyla kullandıkları belirlenmiştir. Bu durumu takiben oyun oynama (n=6), video izleme (n=6), kodlama ve yazılım geliştirme (n=4) ile sanatsal çalışmalar (n=2) gibi amaçlarla da teknolojiden yararlandıkları görülmüştür. Bu bulgular, öğrencilerin teknolojiyi yalnızca eğlence ya da boş zaman aracı olarak değil, aynı zamanda eğitim ve üretim süreçlerine entegre ettiklerini göstermektedir. Benzer şekilde, Yontar (2019), öğretmen adaylarının dijital araçları genellikle akademik ihtiyaçlar için kullandığını belirtmekte ve teknolojinin öğrenme sürecine katkı sağlayacak şekilde yönlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Yine Yılmaz ve Yıldırım (2018), teknolojinin öğrencilerin yaratıcı düşünmesini, araştırma becerilerini ve bilgiye erişimini kolaylaştırdığına dikkat çekmektedir. BİLSEM gibi özel eğitim programlarında öğrenen bireylerin teknolojiyi daha çok üretkenlik ve problem çözme amacıyla kullandıkları bilinmektedir (Çalışkan, 2017; Türkmen & Doğanay, 2021). Bu veriler, öğrencilerin teknolojik araçları hem bilişsel gelişimleri hem de yaratıcı yönlerini destekleyici bir biçimde değerlendirdiklerini ortaya koymaktadır. Özellikle kodlama ve yazılım geliştirme gibi ileri düzey uygulamaların tercih edilmesi, öğrencilerin teknoloji okuryazarlığının yalnızca kullanıcı düzeyinde kalmadığını, üretici bir boyuta taşındığını da göstermektedir. Sanatsal çalışmaların da teknolojiyle ilişkilendirilmesi, disiplinler arası bir yaklaşımın benimsendiğine işaret etmektedir.

3.3. En Çok Tercih Ettikleri Teknolojik Alet

Tablo 4.



Araştırmada öğrencilere hangi tür dijital cihazları kullandıkları sorulmuş ve elde edilen yanıtlar doğrultusunda en çok tercih edilen cihazın cep telefonu (n=11) olduğu belirlenmiştir. Bu tercihi sırasıyla masaüstü veya dizüstü bilgisayarlar (n=6), tabletler (n=5) ve diğer cihazlar (n=1) takip etmektedir. Bu bulgular, katılımcıların günlük teknoloji kullanımında en yaygın olarak cep

telefonlarını tercih ettiklerini, bilgisayar ve tabletlerin ise ikincil düzeyde kullanıldığını göstermektedir. Literatürdeki çalışmalar da benzer bir yönelime işaret etmektedir. Valcke ve arkadaşları (2010), ilkokul çağındaki öğrencilerin dijital teknolojiyle etkileşimlerinde mobil cihazların kullanım sıklığının hızla arttığını ve cep telefonlarının artık sadece iletişim aracı değil, aynı zamanda eğitim ve eğlence amaçlı çok yönlü bir araç haline geldiğini vurgulamaktadır. Koçak ve Korkmaz (2021) da benzer şekilde, ortaokul öğrencilerinin dijital bağımlılık düzeyleriyle birlikte cep telefonu kullanım sıklığının doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte, mobil cihazların eğitim süreçlerinde yoğun şekilde kullanılmasının bazı avantajlar sağladığı gibi dikkat dağıtıcı potansiyeller de barındırdığı unutulmamalıdır. Yılmaz ve Yıldırım (2018), özellikle cep telefonlarının öğrenme ortamına entegre edilmeden önce pedagojik hedeflerle uyumlu hale getirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca, Sprenger (2010), dijital araçların öğrencilerin öğrenme stillerine uygun biçimde yapılandırıldığında, kavramsal öğrenmeyi ve kalıcılığı artırabileceğini ifade etmektedir. Sonuç olarak, cep telefonlarının BİLSEM öğrencileri arasında en sık tercih edilen cihaz olması, mobil teknolojilerin hem erişilebilirliği hem de çok yönlü kullanım olanakları açısından öne çıktığını göstermektedir. Ancak bu yaygın kullanımın, bilinçli ve eğitsel amaçlara yönelik bir biçimde yönlendirilmesi gerektiği de açıktır.

3.4. BİLSEM'de Teknoloji Eğitiminin Kapsamı ve Öğrenci Algıları

Araştırmada, "BİLSEM'de teknoloji kullanımı ile ilgili eğitim aldınız mı?" sorusuna katılımcıların verdikleri yanıtlar incelendiğinde, 9 öğrencinin "evet" ve 5 öğrencinin "hayır" cevabını verdiği görülmüştür. Eğitim aldığını belirten 9 katılımcının tamamı kodlama ve yazılım alanında eğitim gördüklerini ifade etmiştir. Ayrıca, bu katılımcılardan 4'ü robotik ve otomasyon konularında da eğitim aldıklarını belirtmişlerdir. Bunlara ek olarak, K-1 kodlama ve yazılım eğitiminin yanı sıra 3D tasarım ve modelleme konusunda da eğitim aldığını ifade etmiş, K-2 ise "diğer" seçeneğini işaretlemiştir. Bu bulgular, BİLSEM'lerde öğrencilere sunulan teknoloji odaklı eğitimlerin çeşitliliğini ve kapsamını ortaya koymaktadır. Millî Eğitim Bakanlığı'nın BİLSEM Yaz Okulu Destekleme ve Yetiştirme Kursu Programı kapsamında geliştirilen Yazılım Atölyesi, öğrencilere algoritmik düşünme, programlama dilleri, döngüler ve fonksiyonlar gibi temel yazılım becerilerini kazandırmayı hedeflemektedir (Millî Eğitim Bakanlığı, 2023a). Benzer şekilde, Robotik Kodlama Atölyesi programı, öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve mühendislik tasarımı gibi becerilerini geliştirmeyi amaçlamaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı, 2023b). 3D tasarım ve modelleme eğitimi, öğrencilerin mekansal

farkındalıklarını artırmak ve analitik düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla BİLSEM öğretmenlerine yönelik düzenlenen eğitimlerle desteklenmektedir (Millî Eğitim Bakanlığı, 2023c). Bu tür eğitimler, öğrencilerin dijital teknolojileri yaratıcı ve üretken bir şekilde kullanmalarını teşvik etmektedir. Sonuç olarak, BİLSEM öğrencilerinin teknoloji kullanımıyla ilgili aldıkları eğitimler, onların dijital okuryazarlık seviyelerini artırmakta ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Bu eğitimlerin çeşitliliği ve kapsamı, öğrencilerin bireysel ilgi alanlarına ve yeteneklerine göre şekillendirilerek, onların potansiyellerini en üst düzeye çıkarmayı hedeflemektedir.

3.5. Teknolojinin Öğrenme Süreçlerine Etkisinin Olumluluğu Hakkındaki Görüşleri

Araştırmada katılımcılara, "Teknoloji kullanımı derslerinize ve öğrenme sürecinize nasıl bir katkı sağlıyor?" sorusu yöneltilmiştir. Verilere göre, katılımcıların büyük çoğunluğu (n=11), teknolojinin öğrenme sürecine olumlu katkılar sağladığını belirtmiş; üç katılımcı ise bu katkıyı "çok olumlu" olarak değerlendirmiştir. Bu bulgu, öğrencilerin teknolojiyi yalnızca bir araç olarak değil, aynı zamanda öğrenme süreçlerini destekleyen, motive eden ve bilgiye erişimi kolaylaştıran bir unsur olarak gördüklerini göstermektedir. Literatürde de benzer sonuçlara rastlanmaktadır. Telli ve Deniz (2021), bilişim teknolojilerinin öğrencilerin akademik başarılarını destekleyici rolüne dikkat çekmiş, özellikle teknoloji destekli öğrenmenin öğrencilerin motivasyonunu ve dikkatini artırarak öğrenme verimliliğini yükselttiğini belirtmiştir. Kılıç ve Özkan (2022) ise BİLSEM öğretmenlerinin eğitim teknolojilerine yönelik öz yeterliklerinin yüksek olduğunu ve bu durumun öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ifade etmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin pozitif geri bildirimleri, öğretmenlerin teknoloji kullanımındaki yeterlikleri ile de ilişkilendirilebilir. Ayrıca Millî Eğitim Bakanlığı (2023), teknolojinin eğitim ortamlarında etkili kullanımının öğrencilerin derse katılımını ve etkileşimini artırdığını, öğrenme sürecini bireyselleştirerek farklı öğrenme stillerine hitap ettiğini belirtmiştir. Öğrencilerin teknolojiyi ders çalışırken, araştırma yaparken ve proje geliştirirken aktif bir biçimde kullanmaları, onların bilişsel gelişimlerine katkı sağladığı kadar problem çözme, eleştirel düşünme ve yaratıcı üretim gibi üst düzey düşünme becerilerini de desteklemektedir (Telli & Deniz, 2021; MEB, 2023).

3.6. Teknolojiyi Kullanırken Karşılaştıkları Zorluklara İlişkin Görüşleri

Araştırmada katılımcılara, "Teknolojiyi kullanırken en çok karşılaştığınız zorluk nedir?" sorusu yöneltilmiş ve elde edilen yanıtlar, öğrencilerin teknoloji kullanımında karşılaştıkları çeşitli güçlükleri ortaya koymuştur. Katılımcıların büyük bir çoğunluğu (n=11), teknik problemlerle

(örneğin, cihaz arızaları, şarj sorunları veya internet bağlantı problemleri) karşılaştıklarını belirtmiştir. Bu bulgu, teknolojik altyapının yetersizliğinin ve teknik destek eksikliğinin öğrencilerin teknoloji kullanımını olumsuz etkilediğini göstermektedir. Ayrıca, iki katılımcı zaman yönetimi konusunda zorluk yaşadıklarını ifade etmiş, bir katılımcı dikkat dağınıklığı yaşadığını belirtmiş ve bir katılımcı herhangi bir zorlukla karşılaşmadığını dile getirmiştir. Bunun yanı sıra, altı katılımcı "diğer" kategorisinde farklı zorluklarla karşılaştıklarını belirtmiştir.Bu bulgular, literatürdeki mevcut çalışmalarla da uyumludur. Örneğin, Çalışkan (2017), özel yetenekli öğrencilerin bilişim teknolojilerini kullanırken dikkat dağınıklığı yaşadıklarını ve bu durumun öğrenme süreçlerini olumsuz etkileyebileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Millî Eğitim Bakanlığı (2022), BİLSEM öğrencilerinin teknoloji kullanımında karşılaştıkları zorluklar arasında teknik altyapı eksiklikleri ve zaman yönetimi sorunlarını vurgulamıştır. Bu bağlamda, öğrencilerin teknoloji kullanımında karşılaştıkları zorlukların giderilmesi için teknik altyapının güçlendirilmesi, öğrencilere zaman yönetimi becerilerinin kazandırılması ve dikkat dağınıklığını azaltmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, BİLSEM öğrencilerinin teknoloji kullanımı incelenmiş ve öğrencilerin teknolojiyle olan etkileşimlerinin yalnızca eğlence değil, aynı zamanda eğitim ve kişisel gelişim amacıyla da şekillendiği görülmüştür. Elde edilen bulgular, öğrencilerin teknolojiyi ders çalışma, araştırma yapma ve ödev tamamlama gibi akademik faaliyetlerinde yoğun bir şekilde kullandıklarını ortaya koymuştur. Ancak, teknolojinin yalnızca eğitimle sınırlı kalmayıp, video izleme, dijital oyun oynama ve sosyal medya kullanımı gibi kişisel ve eğlence amaçlı etkinliklerde de sıklıkla tercih edildiği anlaşılmaktadır. Bu durum, öğrencilerin teknolojiye olan ilişkilerinin çok boyutlu ve dinamik olduğunu göstermektedir. BİLSEM öğrencilerinin teknoloji kullanımında karşılaşabilecekleri olumsuz durumların en aza indirilmesi için dijital okuryazarlık, güvenli internet kullanımı ve zamanı verimli değerlendirme konularında kapsamlı eğitimlerin verilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu tür eğitimler, öğrencilerin kişisel verilerini korumayı öğrenmelerini, çevrim içi ortamlarda etik davranışlar sergilemelerini ve teknolojiyi yalnızca tüketim aracı olarak değil, aynı zamanda yaratıcılıklarını geliştirebilecekleri bir araç olarak kullanmalarını sağlayacaktır. Eğitimcilerin bu konuda yönlendirici olmaları, dijital araçları eğitim süreçlerine entegre etmeleri ve öğrencilerin dijital araçlardan daha verimli ve bilinçli bir şekilde yararlanmalarını sağlamaları gerekmektedir. Ayrıca, okullarda kullanılan

teknolojik altyapının güçlendirilmesi, öğrencilerin teknik sorunlarla karşılaşmalarını önleyecek ve öğrenme süreçlerinde aksamaların yaşanmasını engelleyecektir. Cihazların düzenli bakımı, kesintisiz internet bağlantıları ve temel ihtiyaçların (örneğin şarj gibi) güvence altına alınması, teknolojinin daha verimli bir şekilde kullanılmasına yardımcı olacaktır. Bu bağlamda, öğrencilere teknik problemleri çözme becerileri kazandıracak seminerlerin düzenlenmesi de onların bu tür sorunlarla daha rahat baş etmelerini sağlayacaktır. Zaman yönetimi, teknoloji kullanımında dikkate alınması gereken bir diğer önemli noktadır. BİLSEM öğrencilerine zaman yönetimi konusunda rehberlik ve uygulamalı eğitimler verilerek, ekran başında geçirdikleri zamanı daha verimli bir şekilde kullanmaları sağlanabilir. Bu sayede, dikkat dağınıklığı, erteleme ve zaman kaybı gibi olumsuz sonuçların önüne geçilebilir. Sonuç olarak, öğrencilerin teknolojiyle olan ilişkilerinin yalnızca eğlenceye dayalı olmaktan çıkarılıp, kişisel gelişimlerine katkı sağlayacak şekilde yönlendirilmesi önemlidir. Okul ve evde verilen bütüncül desteklerle, öğrenciler teknolojiyi daha bilinçli, dengeli ve faydalı bir şekilde kullanabilirler. Dijital güvenlik ve bilinçli teknoloji kullanımı konusunda öğrenciler kadar ailelerin ve öğretmenlerin de bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, veliler ve öğretmenler için bilgilendirme toplantıları düzenlenerek daha güvenli ve verimli bir dijital öğrenme ortamı oluşturulabilir. Araştırmanın sınırlı sayıda BİLSEM öğrencisiyle yapılmış olması, elde edilen bulguların genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Bu nedenle, ilerleyen yıllarda daha geniş bir örneklem grubu ile benzer çalışmaların yapılması, teknoloji kullanımına yönelik daha kapsamlı ve genellenebilir sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Akbulut, İ., Akyıldız, A., Yılmaz, S., Bayri, E., & Bayri, G. (2024). Eğitimde teknoloji kullanımının öğrenci başarısına etkisi. *International QMX Journal*.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2022). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (30. Baskı). Pegem Akademi.

Çalışkan, E. (2017). Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde bilişim teknolojilerinin kullanımına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 37*(3), 811–833.

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Gökdere, M., Küçük, M., & Çepni, S. (2004). Eğitim teknolojilerinin üstün yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde kullanımı üzerine bir çalışma: Bilim sanat merkezleri örneklemi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology, 3*(2), 149–157.

Gómez, P., Harris, S. K., Barreiro, C., Isorna, M., & Rial, A. (2017). Profiles of Internet use and parental involvement, and rates of online risks and problematic Internet use among Spanish adolescents. *Computers in Human Behavior, 75,* 826–833.

Güçin, G. (2014). Türkiye'de üstün yetenekliler ve üstün zekâlılar alanında yapılmış akademik çalışmaların çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi].
Karasar, N. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar, ilkeler, teknikler* (31. Baskı). Nobel Yayıncılık.
Kılıç, Ş., & Özkan, T. K. (2022). BİLSEM öğretmenlerinin eğitim teknolojisi öz yeterliği üzerine bir çalışma. *Uluslararası Eğitim Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8*(3), 165–190.
Koçak, S., & Korkmaz, Ö. (2021). Ortaokul öğrencilerinin dijital bağımlılık düzeyleri ile dijital okuryazarlık düzeyleri arasındaki ilişki. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 22*(1), 471–492.
Küçük, G. (2019). Dijital eğitim araçlarının eğitimdeki etkisi. *Teknoloji ve Eğitim Dergisi, 5*(3), 15–27.
Millî Eğitim Bakanlığı. (2022). *Özel yetenekli öğrenciler için yardımcı ders materyalleri*. https://www.meb.gov.tr
Millî Eğitim Bakanlığı. (2022). *Özel Yetenek ve BİLSEM'ler*. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2022_01/12144346_OZEL_YETENEK_VE_BYLSEM.pdf
Millî Eğitim Bakanlığı. (2023a). *Yazılım Atölyesi BİLSEM Yaz Okulu Destekleme ve Yetiştirme Kursu Programı*. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2023_07/12165248_yazYlYm_atolyesi.pdf
Millî Eğitim Bakanlığı. (2023b). *Robotik Kodlama Atölyesi BİLSEM Yaz Okulu Destekleme ve Yetiştirme Kursu Programı*. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2023_07/12164838_Robotik_Kodlama.pdf
Millî Eğitim Bakanlığı. (2023c). *BİLSEM'lerde Dijital İçerik Geliştirme Çalışmaları Başladı*. https://orgm.meb.gov.tr/www/bilsemlerde-dijital-icerik-gelistirme-calismalari-basladi/icerik/2361
Millî Eğitim Bakanlığı. (2023). *Fen eğitiminde teknoloji kullanımı değerlendirme raporu*. https://yegitek.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_11/06104547_Fen-Egitiminde-Teknoloji-Kullanimi-Degerlendirme-Raporu-2015_HYlya_Bal.pdf
Pérez-Juárez, M. Á., González-Ortega, D., & Aguiar-Pérez, J. M. (2024). Digital distractions from the point of view of higher education students. *arXiv preprint arXiv:2402.05249*.
Sağ, R., & Akgül, E. M. (2019). Üstün yetenekli öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi: Bilim ve sanat merkezleri üzerine nitel bir araştırma. *İlköğretim Online, 18*(3), 1172–1186.
Seferoğlu, S. S. (2015). Okullarda teknoloji kullanımı ve uygulamalar: Gözlemler, sorunlar ve öneriler. *Artı Eğitim Dergisi*, Nisan, 18–23.
Sprenger, M. (2010). *Brain-based teaching in the digital age*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
Telli, A., & Deniz, M. (2021). Bilişim teknolojilerinin kullanılmasının öğrenci başarısı üzerine etkileri. *Academic Social Resources Journal, 7*(43), 1388–1397.
Türkmen, L., & Doğanay, A. (2021). Teknoloji destekli yaratıcı öğrenme ortamlarının üstün yetenekli öğrencilerin problem çözme becerileri üzerindeki etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 11*(1), 22–38.
Valcke, M., Bonte, S., De Wever, B., & Rots, I. (2010). Internet parenting styles and the impact on Internet use of primary school children. *Computers in Human Behavior, 26*(5), 776–790.
Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (12. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
Yıldız, A., & Sarı, M. (2020). Eğitimde teknolojinin rolü ve öğretmenlerin teknoloji entegrasyonuna yönelik tutumları. *Eğitim ve Bilim, 45*(203), 1–25.
Yılmaz, A., Akel, A., Bayraktar, G., & Demirkaya, H. (2023). Türkiye'de dijital okuryazarlık ve eğitim. *Social Sciences Studies Journal, 9*(1), 45–60.
Yılmaz, A., & Yıldırım, S. (2018). Eğitimde teknoloji kullanımı. *Eğitim Bilimleri Dergisi, 12*(3), 78–89.

Yontar, A. (2019). Öğretmen adaylarının dijital okuryazarlık düzeyleri. *Ana Dili Eğitimi Dergisi, 7*(4), 815–824.
Yeşilay. (2023). Yeşilay'dan yarıyıl tatilinde çocukların teknoloji kullanımı için öneriler. https://www.yesilay.org.tr/tr/haberler/yesilaydan-yariyil-tatilinde-cocuklarin-teknoloji-kullanimi-icin-oneriler

EVALUATION OF THE PRODUCTIVE CAPACITIES OF THE BLACK SEA ECONOMIC COOPERATION ORGANIZATION MEMBER COUNTRIES

Assoc. Prof. Dr. Emel GELMEZ
Selçuk University, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Department of Business Administration, Konya, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8774-607X
Merve BALCI KARAKOÇ
Selçuk University, Institute of Social Sciences, Department of Production Management and Marketing, Konya, Türkiye
ORCID: 0009-0005-9043-1350
Gülnur KÜÇÜK ORTAÇAY
Selçuk University, Institute of Social Sciences, Department of Production Management and Marketing, Konya, Türkiye
ORCID: 0009-0002-0131-1401

ABSTRACT

Productive capacities are critical factors influencing a country's economic growth potential and hold an essential role in sustainable development. The advancement of productive capacities strengthens global competitiveness and draws foreign investment. Enhancing productive capacities is crucial for developing economies to achieve structural transformation and long-term welfare. In this context, the aim of this study is to identify the productive capacities of the member countries of the Organization of the Black Sea Economic Cooperation (BSEC) by using Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. In line with the study's purpose, the Productive Capacities Index [PCI (2022)] was utilized to determine the productive capacities of the countries. The PCI (2022) includes eight criteria: *energy, human capital, information and communication technology (ICT), institutions, natural capital, private sector, structural change,* and *transport.* The CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) method was used for weighting the criteria, while the SAW (The Simple Additive Weighting) method was applied for ranking the countries. According to the results of the CRITIC method, the criterion with the highest importance was determined as *natural capital*. The criterion with the lowest importance was determined as *human capital*. According to the SAW method, Greece, Serbia, and Türkiye are the most successful countries in terms of productive capacities among the BSEC countries, respectively, while Albania, Georgia, and North Macedonia rank lowest, respectively. When the results from this study are compared to the PCI (2022) ranking, it is observed that the rankings are largely consistent with each other.

Keywords: Productive Capacities, CRITIC Method, SAW Method

TOPLUMSAL EŞİTSİZLİĞİN ANALİZİ: EKONOMİK, DİJİTAL VE YAPISAL YÖNLER

İsmayilova Şanay Mikayıl
Nahçıvan Devlet Üniversitesi,
Uluslararası İlişkiler ve Hukuk fakültesi, Felsefe ve Sosyal Hizmet bölümü
ORCID: 0009-0000-2580-6105
Ismayilova Shanay Mikayıl
Nahchıvan State University
Faculty of International Relations and Law, Department of Philosophy and Social Work
ORCID: 0009-0000-2580-6105

ÖZET

Sosyal eşitsizlik, çeşitli biçimleriyle orantısız bir şekilde savunmasız toplulukları etkileyen çağdaş toplumların karşı karşıya olduğu en acil zorluklardan biridir. Mevcut çalışma, sosyal eşitsizliğin ekonomik, dijital ve yapısal yönleriyle kapsamlı bir karakterizasyonunu sunmaktadır. Ekonomik eşitsizlik, gelir dağılımındaki eşitsizlikler, işgücü piyasasındaki fırsatlara erişim ve servet yoğunlaşması temelinde açıklanmaktadır. Dijital uçurum, eşitsizliğin modern bir ifadesi olarak analiz edilmekte, teknolojiye, dijital okuryazarlığa ve bağlantıya farklı erişim vurgulanmakta ve bu da mevcut sosyoekonomik eşitsizlikleri pekiştirmektedir. Yapısal eşitsizlik, sınıf, etnik köken, cinsiyet ve coğrafya temelinde dezavantajı sürdüren yerleşik sosyal sistemler, kurumsal önyargılar ve eşitsiz güç ilişkileri bağlamında tartışılmaktadır. Araştırma, uluslararası eğilimlerin ve yerel örneklerin sentezi yoluyla, bu tür eşitsizliklerin temel nedenlerini ve birbirine bağlı karakterini izlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın bulguları, kapsayıcı ve dijital olarak güçlendirilmiş bir toplum yaratmak için kapsayıcı politika formülasyonunun, sektörler arası iş birliğinin ve hedefli müdahalelerin önemini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: sosyal eşitsizlik, dijital uçurum, gelir eşitsizliği, servet dağılımı, teknolojiye erişim

ANALYSIS OF SOCIAL INEQUALITY: ECONOMIC, DIGITAL AND STRUCTURAL ASPECTS

ABSTRACT

Social inequality is among the most pressing challenges facing contemporary societies, which in its various forms disproportionately affects vulnerable communities. The current study provides a comprehensive characterization of social inequality in its economic, digital, and structural aspects. Economic inequality is explained based on disparities in income distribution, access to opportunities in the labour market, and wealth concentration. The digital divide is

analyzed as a modern expression of inequality, highlighting differential access to technology, digital literacy, and connectivity, which in turn reinforce existing socio-economic inequalities. Structural inequality is discussed in the context of entrenched social systems, institutional biases, and unequal power relations that perpetuate disadvantage on the basis of class, ethnicity, gender, and geography. Through the synthesis of international trends and domestic examples, the research attempts to trace the root causes and interconnected character of such inequalities. The findings of the research indicate the importance of inclusive policy formulation, inter-sectoral collaboration, and targeted interventions for creating an inclusive and digitally empowered society.

Keywords: social inequality, digital divide, income disparity, wealth distribution, access to technology

Introduction

Economic inequality refers to the unequal distribution of income and wealth among individuals and groups within a society. This disparity manifests in various forms, including differences in wages, access to education, healthcare, and opportunities for economic advancement. Understanding the theoretical foundations, causes, and consequences of economic inequality is crucial for developing effective policies to address it.

Economic inequality encompasses disparities in income, wealth, and access to resources. Income inequality pertains to differences in earnings from employment and investments, while wealth inequality relates to the distribution of assets such as property and stocks. Theoretical perspectives on economic inequality include [1]:

- **Classical Economics:** Emphasizes market forces and individual productivity as determinants of income distribution.
- **Marxist Theory:** Attributes inequality to the capitalist system, where the bourgeoisie controls the means of production, leading to exploitation of the proletariat.
- **Neoliberalism:** Advocates for minimal state intervention, suggesting that free markets lead to efficient resource allocation, though critics argue this can exacerbate inequality.

Income and Wealth Disparities Among Social Groups

In many countries, economic inequality has been rising. For instance, in the United States, the top 1% of earners received approximately 20% of total income in 2018, while the bottom 50% accounted for just 12%. Wealth disparities are even more pronounced; the top 10% of

households held 67% of total wealth, whereas the bottom 50% owned only 2.4%. These disparities are often linked to factors such as race, gender, and education level [2].

Several interrelated factors contribute to economic inequality:

1. **Labor Market Segmentation:** The division of the labor market into separate sub-markets or segments, each with its own rules and wage structures, can lead to persistent wage disparities.
2. **Educational Disparities:** Access to quality education is uneven, often correlating with socioeconomic status, which affects employment opportunities and earning potential.
3. **Taxation Policies:** Regressive tax systems, where lower-income individuals pay a higher percentage of their income in taxes compared to the wealthy, can exacerbate inequality.
4. **Globalization:** While globalization has led to economic growth, it has also resulted in job displacement and wage suppression in certain sectors, disproportionately affecting low-skilled workers.

High levels of economic inequality can hinder social mobility, making it difficult for individuals from lower-income backgrounds to improve their economic status. This is often due to limited access to quality education, healthcare, and employment opportunities. Furthermore, inequality can lead to reduced social cohesion and increased political instability, as marginalized groups may feel disenfranchised.

Policy Measures and Economic Reforms [7]

To address economic inequality, various policy measures can be implemented:

- Progressive Taxation: Implementing tax systems where higher-income individuals pay a larger percentage of their income can help redistribute wealth.
- Social Safety Nets: Providing support such as unemployment benefits, healthcare, and food assistance can alleviate poverty and reduce inequality.
- Education and Job Training: Investing in education and vocational training can enhance skills and employability, promoting upward mobility.
- Minimum Wage Policies: Raising the minimum wage can increase earnings for low-income workers, reducing income disparities.

Economic inequality is a multifaceted issue with deep-rooted causes and significant implications for society. Addressing it requires comprehensive policies that promote equitable access to resources, fair taxation, and opportunities for all individuals to improve their

economic standing. By implementing such measures, societies can work towards reducing disparities and fostering inclusive economic growth.

Digital Inequality: Bridging the Divide in the 21st Century

In today's interconnected world, digital technology plays a pivotal role in shaping economies, societies, and individual lives. However, not everyone has equal access to these digital tools and resources, leading to a phenomenon known as the digital divide. This divide encompasses disparities in access to the internet, the ability to use digital technologies effectively, and the skills required to navigate the digital landscape. Addressing digital inequality is crucial for ensuring equitable opportunities in education, employment, healthcare, and civic participation. The digital divide refers to the gap between individuals who have access to modern information and communication technologies and those who do not. This divide manifests in three primary dimensions [3]:

1. **Access Gap:** Differences in the availability of internet connectivity and digital devices.
2. **Usage Gap:** Variations in how individuals utilize digital technologies for various purposes.
3. **Skills Gap:** Disparities in the ability to effectively use digital tools and navigate online environments.

These gaps are influenced by factors such as socioeconomic status, geographic location, education level, and age.

Geographic location significantly impacts digital access. Urban areas often have better infrastructure, leading to higher internet penetration rates. In contrast, rural regions frequently face challenges such as limited broadband availability and lower-quality connections. For instance, in the United States, 98.5% of urban residents have access to high-speed internet, compared to only 77.4% in rural areas. This disparity hampers the ability of rural populations to participate fully in the digital economy and access essential online services.

Digital inequality often exacerbates existing social and economic disparities. Individuals without reliable internet access or digital skills may struggle to find employment, access educational resources, or receive healthcare services. This exclusion can lead to a cycle of poverty and marginalization. Moreover, as more services move online, those without digital access are increasingly left behind, deepening societal divides.

Impact on Education, Employment, Healthcare, and Governance [6]

- **Education:** The shift to online learning, especially during the COVID-19 pandemic, highlighted the challenges faced by students without adequate digital access. Lack of devices or internet connectivity hindered their ability to participate in remote classes, access learning materials, and complete assignments.
- **Employment:** Job searches, applications, and even interviews increasingly occur online. Individuals without digital literacy or access are at a disadvantage in the modern job market.
- **Healthcare:** Telemedicine has become a vital component of healthcare delivery. However, those without internet access cannot benefit from virtual consultations, leading to disparities in healthcare access.
- **Governance:** Many government services are now accessible online. Citizens lacking digital access may find it challenging to engage with public services, participate in civic activities, or stay informed about governmental decisions.

Digital inequality also intersects with gender and age. Globally, women are less likely than men to have access to the internet or possess digital skills. For every 100 male youth with digital skills, only 65 female youth possess similar competencies. This gap limits women's opportunities in education, employment, and civic engagement. Similarly, older adults often face challenges in adopting new technologies, leading to their exclusion from digital platforms and services.

Strategies for Digital Inclusion [4]

Addressing digital inequality requires a multifaceted approach:

1. **Infrastructure Development:** Investing in broadband infrastructure, especially in underserved areas, ensures that more people have access to reliable internet connections.
2. **Affordable Access:** Implementing policies that make internet services and digital devices more affordable can help bridge the access gap.
3. **Digital Literacy Programs:** Providing training and resources to enhance digital skills empowers individuals to utilize technology effectively.
4. **Public-Private Partnerships:** Collaborations between governments, private sector entities, and non-profits can pool resources and expertise to promote digital inclusion.
5. **Targeted Interventions:** Focusing on marginalized groups, such as women and the elderly, ensures that digital inclusion efforts are equitable and comprehensive.

Digital inequality poses significant challenges to achieving equitable social and economic development. By understanding the multifaceted nature of the digital divide and implementing targeted strategies, societies can work towards ensuring that all individuals have the opportunity to participate fully in the digital age. Bridging this divide is not just a technological imperative but a moral and social one, essential for fostering inclusive growth and development.

Structural Inequality: Origins, Manifestations, and Pathways to Equity

Structural inequality refers to the systemic and institutionalized disparities that result in unequal access to resources, opportunities, and rights among different social groups. Unlike individual-level discrimination, structural inequality is embedded within the fabric of society, perpetuated by longstanding policies, cultural norms, and institutional practices. This essay explores the definition and characteristics of structural inequality, its historical and institutional causes, its manifestations across various sectors, the role of systemic discrimination and policy implementation, the concept of intersectionality, and long-term strategies to address these deep-rooted disparities.

Structural inequality encompasses the systemic disadvantages that affect certain groups due to the inherent structures of society, including its institutions, policies, and social norms. These inequalities are not merely the result of individual biases but are ingrained in the operations of dominant social institutions such as law, economy, healthcare, and education. They manifest in disparities in wealth, resources, and outcomes, often affecting marginalized communities disproportionately.

The roots of structural inequality can be traced back to historical and institutional practices that have systematically disadvantaged certain groups. Legal systems have often codified discrimination, as seen in laws that enforced racial segregation or denied women the right to vote. Racial and ethnic hierarchies established during colonial times have persisted, influencing contemporary social dynamics. Gender roles, reinforced by both cultural norms and legal frameworks, have limited women's access to education, employment, and political participation. These historical injustices have laid the foundation for present-day structural inequalities.

Disparities in Education, Healthcare, Housing, and Political Participation [3]

Structural inequalities manifest prominently in sectors such as education, healthcare, housing, and political participation. In education, disparities arise from unequal funding, access to quality schools, and resources, often correlating with socioeconomic status and geographic

location. Healthcare disparities are evident in differences in access to medical services, quality of care, and health outcomes among different racial and socioeconomic groups. Housing inequalities are perpetuated through practices like redlining and discriminatory lending, leading to segregated neighborhoods and unequal living conditions. Political participation is hindered by systemic barriers such as voter suppression tactics, gerrymandering, and disenfranchisement laws that disproportionately affect marginalized communities.

Systemic discrimination operates through policies, cultural norms, and institutional practices that create interlocking systems of oppression. These systems shape individual experiences across multiple dimensions of identity, such as race, gender, sexual orientation, social class, and immigration status. Unequal policy implementation further exacerbates these disparities, as policies intended to promote equality may be applied inconsistently or ineffectively, failing to address the specific needs of marginalized groups.

Intersectionality is a framework for understanding how various aspects of a person's social and political identities combine to create different modes of discrimination and privilege. Coined by Kimberlé Crenshaw, the concept highlights that individuals experience oppression in varying configurations and degrees of intensity. For instance, a Black woman may face discrimination that is simultaneously racial and gender-based, which cannot be understood adequately by examining race or gender in isolation. Geographic factors further compound these experiences, as access to resources and opportunities can vary significantly based on location.

Addressing structural inequality requires comprehensive and sustained efforts, including [5]:

1. **Affirmative Action:** Implementing policies that actively promote the inclusion of marginalized groups in education, employment, and other sectors to counteract historical disadvantages.
2. **Legal Reform:** Revising laws and policies that perpetuate inequality, ensuring they are equitable and effectively enforced to protect the rights of all individuals.
3. **Inclusive Institutions:** Building institutions that reflect the diversity of the populations they serve, with inclusive practices and representation at all levels.
4. **Public Infrastructure Investment:** Investing in underserved communities to improve access to quality education, healthcare, housing, and transportation.

5. **Community Engagement:** Involving marginalized communities in decision-making processes to ensure that policies and programs address their specific needs and perspectives.

Structural inequality is a pervasive issue rooted in historical and institutional practices that continue to affect various aspects of society. By understanding its origins and manifestations, and by implementing targeted strategies such as affirmative action, legal reforms, and inclusive institutional practices, society can work towards dismantling these systemic barriers. Achieving equity requires a commitment to recognizing and addressing the complex interplay of factors that contribute to structural inequality, ensuring that all individuals have the opportunity to thrive regardless of their background.

Conclusion

Social inequality manifests through economic, digital, and structural dimensions, each reinforcing the other to perpetuate disparities across various facets of society. Economic inequality is characterized by the uneven distribution of income and wealth, leading to significant gaps in access to essential resources such as education, healthcare, and housing. Digital inequality, often referred to as the digital divide, encompasses disparities in access to and proficiency with information and communication technologies, further limiting opportunities for marginalized groups in education, employment, and civic participation. Structural inequality is embedded within societal institutions and systems, manifesting as systemic discrimination and unequal policy implementations that disadvantage certain groups based on race, gender, class, and geography.

The interplay among these forms of inequality creates a self-reinforcing cycle. Economic disadvantages limit access to digital technologies, exacerbating the digital divide. This digital exclusion, in turn, hampers educational and employment prospects, deepening economic disparities. Structural inequalities underpin and perpetuate these economic and digital divides through discriminatory policies and institutional practices. For instance, systemic barriers in education and employment disproportionately affect marginalized communities, restricting their socioeconomic mobility and access to digital resources.

Addressing these intertwined inequalities requires comprehensive strategies that tackle their root causes and manifestations. Economic reforms such as progressive taxation and robust social safety nets can help redistribute wealth and provide support to disadvantaged populations. Investing in public infrastructure and digital literacy programs can bridge the

digital divide, ensuring equitable access to technology and the skills necessary to utilize it effectively. Legal reforms and the promotion of inclusive institutions are essential to dismantle structural barriers and promote equity across all societal sectors.

In conclusion, economic, digital, and structural inequalities are deeply interconnected, each amplifying the effects of the others. A holistic approach that simultaneously addresses these dimensions is crucial for fostering a more equitable and inclusive society. By implementing targeted policies and initiatives that consider the multifaceted nature of social inequality, we can work towards breaking the cycle of disadvantage and promoting equal opportunities for all individuals.

References

1. Bailey, Z. D., et al. (2023). Addressing Structural Inequalities, Structural Racism, and Social Determinants of Health.
2. International Monetary Fund (IMF). (2015). Causes and Consequences of Income Inequality: A Global Perspective.
3. Piketty, T. (2014). Capital in the Twenty-First Century. Harvard University Press.
4. Sanders, C. K., & Scanlon, E. (2021). The Digital Divide Is a Human Rights Issue: Advancing Social Inclusion Through Social Work Advocacy
5. Stiglitz, J. E. (2015). Inequality and Economic Growth
6. Van Dijk, J., & Hacker, K. (2022). The Digital Divide: A Review and Future Research Agenda.
7. World Inequality Lab. (2022). World Inequality Report 2022.

A STUDY ON THE KAIZEN COSTING METHOD AND ITS IMPLEMENTATION EXAMPLES

Servet SAY
Selçuk University, Vocational School of Social Sciences, Department of Accounting and Tax, 42130 Selçuklu, Konya
ORCID: 0000 0003-4216-6650

ABSTRACT

In today's competitive business world, cost management is of critical importance for businesses to achieve sustainable competitive advantage. Reducing costs in businesses is a very difficult and continuous process. Using modern costing systems in addition to traditional costing systems is effective in this process. Kaizen costing is one of the non-traditional costing systems and is based on the Kaizen philosophy. Kaizen is based on the philosophy that the current order in the current system should always be improved based on continuous development. In line with this philosophy, improvements are made on the basis of continuity. Continuous improvement is sought in current work areas by including the knowledge and experience of all employees in the process. The changing and developing competitive environment has led to the continuous development of systems and processes. The Kaizen costing system based on this principle plays an active role in both reducing costs and achieving the company's continuous improvement goals. While traditional costing methods are generally based on costs determined at the beginning of the product design and production process, the Kaizen costing method offers a dynamic cost management strategy based on the philosophy of continuous improvement. The purpose of this study is to examine the Kaizen costing method in detail and present it with application examples. The Kaizen costing method can be successfully applied not only in the manufacturing sector but also in the service sector. Therefore, developing systematic approaches to continuously improve the processes of businesses will be a critical strategy in terms of efficiency and profitability.

Keywords: Cost Management, Modern Costing Methods, Kaizen Costing

KAİZEN MALİYETLEME YÖNTEMİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Günümüz rekabetçi iş dünyasında maliyet yönetimi, işletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmeleri açısından kritik bir öneme sahiptir. İşletmelerde maliyetleri düşürmek oldukça zor ve süreklilik isteyen bir süreçtir. Geleneksel maliyetleme sistemlerinin yanı sıra modern

maliyetleme sistemlerinin kullanılması bu süreçte etkili olmaktadır. Kaizen maliyetleme, geleneksel olmayan maliyetlendirme sistemlerinden biri olup Kaizen felsefesine dayanmaktadır. Kaizen, mevcut sistemdeki mevcut düzenin sürekli gelişmeye dayalı olarak her zaman iyileştirilmesi gerektiği felsefesine dayanmaktadır. Bu felsefe doğrultusunda süreklilik esasına göre iyileştirmeler yapılır. Tüm çalışanların bilgi ve deneyimlerinin sürece dahil edilmesiyle mevcut çalışma alanlarında sürekli iyileştirme aranır. Değişen ve gelişen rekabet ortamı, sistemlerin ve süreçlerin sürekli geliştirilmesine yol açmıştır. Bu prensibe dayalı Kaizen maliyetleme sistemi hem maliyetlerin azaltılmasında hem de şirketin sürekli iyileştirme hedeflerine ulaşmasında etkin rol oynamaktadır. Geleneksel maliyetleme yöntemleri, genellikle ürün tasarımı ve üretim sürecinin başlangıcında belirlenen maliyetleri esas alırken, Kaizen maliyetleme yöntemi sürekli iyileştirme felsefesine dayanan dinamik bir maliyet yönetimi stratejisi sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Kaizen maliyetleme yöntemini detaylı olarak inceleyerek, uygulama örnekleriyle birlikte sunmaktır. Kaizen maliyetleme yöntemi, sadece üretim sektöründe değil, aynı zamanda hizmet sektöründe de başarılı bir şekilde uygulanabilir. Bu nedenle, işletmelerin süreçlerini sürekli iyileştirmeye yönelik sistematik yaklaşımlar geliştirmesi, verimlilik ve kârlılık açısından kritik bir strateji olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Maliyet Yönetimi, Modern Maliyetleme Yöntemleri, Kaizen Maliyetleme

1. INTRODUCTION

In today's business world, where global competition is intense, businesses are turning to innovative costing methods in order to achieve sustainable competitive advantage and manage their costs effectively. In this context, the **Kaizen** approach, one of the management philosophies of Japanese origin, provides businesses with both productivity and cost advantages by taking continuous improvement as a basis. Unlike classical costing approaches, the Kaizen costing method aims to reduce costs not after the product development process is completed, but after the product is launched on the market (Hilton et al., 2008).

Kaizen means “improvement” in Japanese and refers to continuous improvement at all levels of the organization. The integration of this philosophy into costing methods provides a systematic approach to reducing costs while improving quality, especially in the manufacturing and service sectors. While traditional cost control methods often focus on staying within set budget limits, the Kaizen costing approach aims to make existing processes more efficient. This method is supported by employee participation, cross-functional teamwork, and data-based decision-making processes (Drury, 2013).

Quality costs are defined as costs incurred due to poor quality, that is, they arise due to failure to meet the requirements of the determined quality standards. In other words, quality costs: They consist of the design, implementation, operation and protection costs of the quality system, the cost of the organization's resources allocated to the continuous improvement process, and the costs of system, product and service failures (Kurşunel & Kınalı, 2018). Since Kaizen costing is applied when the product design remains constant after production, it generally focuses on reducing hidden costs caused by quality errors. This means a direct decrease in quality costs.

When the application areas of Kaizen costing are examined, it is seen that many Japanese companies, especially the Toyota Production System, have successfully implemented this method. By using this approach, Toyota has both reduced waste in production processes and encouraged innovation by increasing employee participation (Monden, 2011). Thanks to Kaizen costing, businesses can achieve significant savings not only in production costs but also in total costs that may occur throughout the product life cycle.

The aim of this study is to present the theoretical framework of the Kaizen costing method, to examine its differences from traditional costing methods and to evaluate the effectiveness of the method through application examples in various sectors. In addition, inferences will be made on whether businesses operating in Türkiye have adopted this method and their application levels. Thus, it is aimed to contribute to the academic literature and to present findings that are guiding for practitioners.

2. THE CONCEPT OF KAIZEN

The foundation of Kaizen was laid in Japan after World War II. According to Masaaki Imai, the founder of the Kaizen strategy, the most important concept of Japanese management is the key to Japanese business success. Kaizen is a management philosophy inspired by an old Japanese tradition that aims for continuous improvement. Kaizen is a management strategy used for both development and improvement, a management instrument that facilitates organizational processes and reduces waste (Imai, 1997). The concept of Kaizen is a Japanese quality term. Kaizen consists of two words, kai (development) and zen (continuous), and expresses improvement and continuous development (Ören, 2002). If businesses do not develop and improve themselves, they are doomed to disappear among better businesses. In the “Kaizen approach” that aims for innovation, it is aimed to make change in small steps and continuously. These changes are applied in business and social life, institutions, organizations, businesses,

families, in short, in every area of life. If these improvement and development activities are aimed to be implemented in businesses, it will be possible with the participation of all employees at all levels of all units of the business, including top managers. The basic principle in this approach is to never be satisfied with the current situation and to aim to achieve better under all conditions and in all areas. The Kaizen philosophy does not include the ideas of repetition, self-renewal, and eliminating mistakes; it includes the idea of never making mistakes. The Kaizen process, which is one of the basic elements of total quality management, starts when a problem occurs in the organization. Kaizen consists of teams from different areas of expertise in solving the problem that occurs in the organization and presents radical solutions. It also provides the real cause and solution of the problem (Yamak, 1998).

The main purpose of Kaizen is to improve and transform the process by making certain arrangements and innovations based on continuity. Kaizen, which is a human-based system, allows all employees to contribute to the development of the system and processes and to the participation of all employees in the system based on efficiency. Employee participation, combined with knowledge and equipment, creates added value for the business. Thus, employee motivation and support are seen as an important issue for businesses. Kaizen addresses an effort that offers long-term development and innovation on many issues such as the operation of the production process, management process, innovation, and employee performance. In this direction, in addition to the improvement of product quality on the basis of continuity, cost reduction studies form the basis of Kaizen. Kaizen costing is a system consisting of different stages. Increasing efficiency with small changes at each stage positively affects business success in the long term (Yıldırım & Yiğit, 2024).

3. KAZIEN COSTING SYSTEM

The Kaizen costing system has gained a place in academic literature, especially since the 1980s, when Japanese management systems began to attract attention in the West. This method is an approach that aims to gradually reduce costs through continuous improvement in production processes. In the literature, Kaizen costing is evaluated together with modern costing systems such as target costing. However, Kaizen costing differs from target costing in that it focuses on reducing costs after the product is introduced to the market (Drury, 2013).

The Kaizen costing system was first implemented by the Japanese automotive giant Toyota and has become widespread in many sectors over time (Monden, 2011). The basic principle of this method is to make small but continuous improvements on each cost element. Cost reductions

are usually achieved through innovations made with the contributions of employees in the production process. In this respect, the method is considered not only a financial tool but also a management philosophy that increases employee motivation and participation (Ittner & Larcker, 1995).

In the studies conducted in the literature, Kaizen costing system is discussed together with lean production, total quality management (TQM) and continuous improvement approaches. The reason for this is that these concepts are complementary to each other. For example, Kaizen costing supports the waste elimination principle of lean production for the purpose of cost reduction (Kaplan & Atkinson, 1998).

Kaizen Costing refers to the reduction of total process time through continuous improvement efforts, the elimination of non-value adding activities, the production of products without errors, the continuous reduction of production costs, and the simplification of production and the production process. Cost reduction studies can be carried out on costs that are suitable for reduction, that is, on costs that managers can control. These costs are usually variable costs. Because there is no control possibility in many fixed costs. In this respect, it is not possible to apply Kaizen cost reduction to costs that have lost control or cannot be reduced (Aksoylu & Özkan, 2002)

Kaizen costing activities in the Kaizen costing system can be divided into two groups. These are Kaizen costing activities applied specifically to a product and Kaizen costing activities applied generally to all production processes. Activities in the first group are those applied when the difference between the actual cost and the target cost is large after three months of production of new products (Cooper & Slagmulder, 1997). The second group includes activities applied to reduce the possible difference between the target profit and the estimated profit (Altınbay, 2006).

The aim of the Kaizen costing system is not to have a static production process that operates according to predetermined work standards. The main purpose of the system is to provide continuous cost reduction in product lines that are not open to maturity and innovation by providing continuous improvement in critical processes (Kaplan & Cooper, 1998).

In order for businesses not to encounter high-cost problems, first of all, high costs caused by poorly designed and poorly managed processes must be brought under control and reduced. In this direction, when processes are improved, the cost of operations decreases, goods and services offered to customers become higher quality, and the production of the same volume of

output at a lower cost provides the opportunity to reduce the sales price, thus increasing the competitive power of the business in the market (Gürdal, 2007).

Kaizen costing can be defined as continuous improvement applied to reduce costs in the production phase of a product's life cycle. In continuous cost reduction studies, businesses should decide which cost element to give more importance to in line with their strategic goals (Haşhaşoğlu, 2011). The basis of Kaizen costing is the principle of continuous improvement. The focus of cost reduction efforts carried out by Kaizen costing is the current production process. The aim of Kaizen costing is to reduce total production cost and product cost by removing inefficiencies from the production process. The target can be focused on continuous reduction of costs and costs that do not add value to the product, elimination of waste and continuous developments. Kaizen costing covers both cost reduction activities related to each product and savings activities for each type of cost (Çetin & Atmaca, 2009).

4. APPLICATION EXAMPLES

The application of the Kaizen costing method in businesses goes beyond the theoretical framework and is supported by concrete performance improvements and cost savings. Companies that successfully implement this method are generally organizations that have adopted the lean production approach and made continuous improvement a part of their corporate culture. This section covers how the Kaizen costing method works in practice by giving some examples of applications both internationally and in Türkiye.

4.1. Toyota Motor Corporation

Toyota, the most well-known implementer of the Kaizen costing method , uses this approach systematically to prevent waste on the production line, increase quality, and improve processes. At Toyota, the Kaizen process is supported by employee suggestion systems; each employee can offer improvement suggestions for the production process. Although most of these suggestions are small, they provide significant savings in total. Monden (2011) states that Toyota targets a cost reduction of approximately 3–5% per year throughout the production process of a model and generally achieves this through Kaizen applications.

4.2. Canon Inc.

Another example is the Japanese technology giant Canon. Canon not only reduced costs by implementing Kaizen activities in its production facilities, but also increased job security and employee satisfaction. In a study conducted at Canon's Oita factory in Japan, labor time was

reduced by 15% thanks to minor equipment adjustments made on the production line, which led to a significant decrease in per-unit costs (Imai, 1997).

4.3. Arçelik A.Ş.

One of the examples of Kaizen costing applications in Turkey is Arçelik A.Ş. The company organizes Kaizen events especially in its production facilities to determine the deficiencies in the processes and carries out continuous improvement activities in this direction. The capacity of the assembly line established in 1998 was renewed by the improvement team including the workers and a 26% capacity increase was achieved. In addition, the workforce increased by 10-15%, energy use was saved by 5% and expenses were reduced by 7% (Özdemir, 2010).

4.4. Eti Chocolate Factory

With the applications of Total Productivity Management (TPM), which is a unique Japanese management system, continuous development is achieved in every field with the participation of all employees, and sustainable competitive power is created with high quality and efficiency. Company applications are supervised by Japanese experts, employees are provided with training to adopt the Japanese philosophy of "kobetsu kaizen", meaning "cause-oriented continuous development, continuous improvement", and they are systematically taught to question the causes of errors in the production process. This understanding, which minimizes errors, helps maximize total efficiency. In the process of making Kaizen a corporate culture, a total of 2,900 employees were provided with 240,500 hours of training. An investment of 2.5 million euros was made for the entire training, inspection, renewal and inspection process, and as a result, a 28% increase in efficiency was achieved throughout the factory, while a gain of 36.6 million euros was achieved (Özdemir, 2010).

CONCLUSION

Kaizen is a philosophy of Japanese origin, based on the principle of continuous improvement, and this approach has become an important part of modern cost management systems. Unlike traditional costing methods, the Kaizen costing system aims to continuously improve the product after it is launched, rather than focusing solely on costs determined at the beginning of the product design and production process. The main purpose of this system is to reduce production costs and increase business efficiency through small but continuous improvements. Application examples of the Kaizen costing method show that this system not only provides cost control, but also offers many different benefits such as process improvement, employee satisfaction and increased productivity. Applications of companies such as Toyota, Canon,

Arçelik and Eti clearly demonstrate the effectiveness of Kaizen and its potential to provide multi-faceted contributions. These examples show that the Kaizen philosophy contributes not only to production processes but also to the general efficiency and sustainability goals of the business. It is seen that the Kaizen costing system offers great advantages to businesses in terms of cost management and continuous improvement.

One of the most important advantages of the Kaizen costing system in businesses is that it not only provides cost reduction, but also transforms the business culture. This method encourages the participation of all employees in the process and creates a culture of cooperation at the organizational level. In this context, it can be said that Kaizen is not only a cost management tool, but also a management philosophy and culture. Looking forward, it is foreseen that the applicability of Kaizen will increase in more sectors and that companies will use this approach more widely to gain competitive advantage. It can be concluded that the Kaizen costing system is an important cost management tool for businesses and also provides sustainable productivity increase in the long term. However, in order for Kaizen to be successfully implemented, businesses need to adopt this culture, ensure the participation of all employees and integrate a continuous improvement approach into processes. In addition, the support of managers and a strategic planning process are also critical for the success of Kaizen applications.

REFERENCES

Aksoylu, S., & Özkan, A. (2002). Kaizen ve faaliyete dayalı maliyetlemenin birlikte uygulanabilirliği. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, *4*(3), 49-64.

Altınbay, A. (2006). Kaizen maliyetleme sistemi: dinamik bir maliyet yönetimi sistemi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, *8*(1), 103-121.

Cooper, R., & Slagmulder, R. (1997). Target Costing and Value Engineering, The IMA Foundation for Applied Research Inc., Productivity Press, Portland.

Çetin, A. & Atmaca, M. (2009). Hedef ve standart maliyetleme sistemleri'nin karşılaştırılmalı olarak incelenmesi. Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 26(1), 313-329.

Drury, C. (2013). *Management and cost accounting*. Springer.

Gürdal, Kadir (2007). Maliyet yönetiminde güncel yaklaşımlar. Siyasal Kitabevi, Ankara.

Haşhaşoğlu, U. (2011). *Stratejik Maliyet Yönetim Aracı: Hedef Maliyetleme*. Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Karaman.

Hilton, R. W., Maher, M. W., & Selto, F. H. (2008). *Cost management: strategies for business decisions* (4th ed.). McGraw-Hill/Irwin.

Imai, M. (1997). *Kaizen: Japonya'nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı.* Kalder Yayınları, İstanbul.

Ittner, C. D., & Larcker, D. F. (1995). Total quality management and the choice of information and reward systems. *Journal of accounting research*, *33*, 1-34.

Kaplan, R. S., & Cooper, R. (1998). *Cost & effect: using integrated cost systems to drive profitability and performance*. Harvard Business Press, Boston.

Kurşunel, F., & Kınalı, F. (2018). Dış ticaret işletmelerinde kalite maliyetlerinin muhasebeleştirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (39), 110-118.

Monden, Y. (2011). *Toyota production system: An ıntegrated approach to just-in-time* (4th ed.). CRC Press.

Özdemir, S. (2010). Etkin uygulama yönetimi araçları olarak işletmelerde ar-ge ve kaizen örnekleri. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, *5*(2), 47-68.

Yıldırım, Ş., & Yiğit, A. (2024). Kaizen maliyetleme yöntemi ile maliyetlerin düşürülmesi ve bir tekstil işletmesinde örnek uygulama. *Alanya Akademik Bakış*, *8*(2), 427-440.

ORGANIZATIONAL SILENCE: A STUDY ON ITS CAUSES, CONSEQUENCES, AND INSTITUTIONAL DYNAMICS

Fatih İbrahim KURŞUNMADEN
Selçuk University, Vocational School of Social Sciences, Departmant of Foreign Trade, 42130, Selçuklu, Konya
ORCID: 0000-0003-4045-9003

ABSTRACT

Organizational silence is a phenomenon in which employees refrain from expressing their knowledge, opinions, and concerns for various reasons. This study aims to examine the fundamental causes of organizational silence and its effects on institutions. A review of the literature and recent research reveals that organizational silence stems from different factors at individual, managerial, and organizational levels. The most common reasons for employees' reluctance to speak include managerial pressure, fear of retaliation, low psychological safety, concerns about job security, and the influence of organizational culture.

The consequences of organizational silence lead to negative outcomes both at the individual and institutional levels. Employees experience decreased motivation, burnout, and a diminished sense of belonging, while at the institutional level, issues such as hindered innovation, reduced efficiency in business processes, and weakened organizational trust arise. Additionally, organizations with a culture of silence struggle with problem-solving and adaptation during crises.

In this context, the study provides recommendations for managers and policymakers to mitigate the negative effects of organizational silence. Encouraging an open communication culture, enhancing psychological safety, and establishing mechanisms that support employees in voicing their concerns play a crucial role in overcoming organizational silence.

Keywords: Organizational silence, psychological safety, employee voice, organizational culture, workplace communication.

ÖRGÜTSEL SESSİZLİK: NEDENLERİ, SONUÇLARI VE KURUMSAL DİNAMİKLER ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

ÖZET

Örgütsel sessizlik, çalışanların bilgi, görüş ve endişelerini çeşitli sebeplerle dile getirmekten kaçındıkları bir olgudur. Bu çalışma, örgütsel sessizliğin temel nedenlerini ve kurumlar üzerindeki etkilerini ele almayı amaçlamaktadır. Literatür taraması ve güncel araştırmalar ışığında yapılan inceleme, örgütsel sessizliğin bireysel, yönetsel ve örgütsel düzeyde farklı

faktörlerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Çalışanların konuşmaktan kaçınmasının en yaygın nedenleri arasında yönetsel baskı, misilleme korkusu, düşük psikolojik güvenlik, iş güvencesi kaygısı ve örgüt kültürünün etkileri yer almaktadır.

Örgütsel sessizliğin sonuçları ise hem bireysel hem de kurumsal düzeyde olumsuzluklara yol açmaktadır. Çalışanlarda motivasyon düşüklüğü, tükenmişlik ve aidiyet duygusunda azalma gözlemlenirken; kurumsal düzeyde ise inovasyonun sekteye uğraması, iş süreçlerinde verimliliğin düşmesi ve örgütsel güvenin zedelenmesi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, kriz dönemlerinde sessizlik kültürüne sahip örgütlerin problem çözme ve uyum sağlama konusunda zorluk yaşadığı görülmektedir.

Bu bağlamda, çalışma örgütsel sessizliğin olumsuz etkilerinin azaltılması için yöneticilere ve politika yapıcılara öneriler sunmaktadır. Açık iletişim kültürünün teşvik edilmesi, psikolojik güvenliğin artırılması ve çalışanların seslerini duyurmalarını destekleyen mekanizmaların oluşturulması, örgütsel sessizliğin aşılmasında kritik bir rol oynamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Örgütsel sessizlik, psikolojik güvenlik, çalışan sesi, örgüt kültürü, işyeri iletişimi

INTRODUCTION

In today's business world, employees expressing their knowledge, opinions and concerns freely is considered an important component of organizational development and sustainable success. However, it is observed that in some organizations, employees avoid expressing their opinions and hesitate to communicate openly with managers. This phenomenon is defined as organizational silence in the literature (Morrison & Milliken , 2000). Employees' preference for silence can have various consequences at individual and organizational levels and negatively affect the productivity, innovation capacity and employee loyalty of organizations in the long term (Detert & Edmondson , 2011).

Organizational silence is a multidimensional problem resulting from individual, managerial and institutional dynamics, and factors that encourage employee silence include leadership style, organizational culture, job security concerns and lack of psychological safety (Kahn , 1990; Edmondson , 1999). In organizations where employees cannot express their ideas openly, decision-making processes are weakened, innovation is disrupted and the organizational learning environment is damaged (Milliken , Morrison & Hewlin , 2003). Academic studies conducted in the context of Türkiye show that organizational silence manifests itself in different

ways in line with local culture, management approach and employee expectations (Kılıç & Yıldız, 2021).

This study aims to examine the concept of organizational silence within a theoretical framework and explain why employees prefer silence and how this situation affects the general atmosphere in the workplace. The review, which is conducted through a literature review, aims to offer practical solutions to managers and organizations by evaluating the individual and institutional effects of organizational silence.

1. THE CONCEPT OF ORGANIZATIONAL SILENCE

Organizational silence is defined as a phenomenon in which employees avoid expressing their opinions, thoughts, or concerns for various reasons (Morrison & Milliken , 2000). In contemporary organizational theories, where open communication and employee participation are important in the workplace, the prevalence of a culture of silence brings with it many negative consequences (Detert & Edmondson , 2011). While employees sometimes prefer to remain silent for individual reasons, in some cases, external factors such as organizational culture or managerial pressures reinforce this situation.

The organizational silence theory put forward by Morrison and Milliken (2000) explains the main reasons why employees deliberately remain silent in the workplace. According to this theory, employees' voice behavior is shaped by two main factors:

- **Individual factors:** Employees' personal characteristics, job security concerns, and expectations regarding organizational feedback.
- **Managerial and organizational factors:** Leadership style, organizational culture, and managers' responses to employee feedback.

Organizational silence is considered as the opposite of the concept of employee voice . Employee voice refers to an organizational culture that encourages employees to express their opinions and suggestions about the organization, while a culture of silence represents a systematic phenomenon that causes employees to avoid expressing their ideas (Van Dyne , Ang & Botero , 2003). Over time, this silence becomes ingrained in the organization and causes problems such as not expressing innovative ideas, decreasing employee commitment and weakening decision-making mechanisms.

1.Causes of Organizational Silence

Organizational silence is a phenomenon that occurs when employees avoid expressing their opinions for various reasons, and it has profound effects on institutional processes (Morrison & Milliken , 2000). Silence is shaped by factors such as leadership style, organizational culture, and psychological safety, starting from individual tendencies. In this section, the main reasons that create organizational silence are discussed under three basic categories: individual, managerial, and organizational factors.

1.1.1.Individual Factors

Employees' individual characteristics and perceptions of the work environment can directly affect silence behavior.

Personality Traits and Individual Tendencies: Introverted individuals or those with high social anxiety may be more reluctant to express their opinions in groups (Vakola & Bouradas , 2005). For example, employees with low self-confidence and a tendency to avoid conflict may prefer silence for fear of being misunderstood or to avoid potential conflicts (Pinder & Harlos , 2001). It reveals that employees generally hesitate to express their opinions due to the attitudes of managers (Doğan & Demirel, 2019).

Job Security Anxiety: Factors such as the risk of dismissal or promotion barriers may prevent employees from expressing their opinions openly (Milliken et al., 2003). Economic crises, in particular, may reinforce silence by increasing employees' concerns about job security.

1.1.2.Managerial Factors

Managers' attitudes and leadership styles play a decisive role in the formation of an organizational culture of silence.

Authoritarian and Repressive Leadership: Authoritarian leaders can create an environment that discourages employees from expressing their opinions (Morrison & Milliken , 2000). Especially in organizations where the vertical hierarchical structure is strong, employees may avoid voicing their opinions due to the dominant attitudes of their managers.

Fear of Retaliation and Punishment Mechanisms: Employees may choose to remain silent when they think they may be punished or their careers may be negatively affected if they express a critical opinion towards upper management (Detert & Edmondson , 2011). This situation becomes more evident especially in institutional structures where political power is concentrated.

Managers' Insensitivity to Employee Voice: When employees are ignored by managers when they want to share their thoughts, this can strengthen the organizational culture of silence over time (Edmondson , 1999). Employees who see that their feedback is not taken into consideration by managers may give up on expressing their ideas.

1.1.3.Organizational Factors

Organizational culture and institutional structure are among the fundamental elements that determine the extent to which employees' voices can be heard.

Organizational Culture and Communication Barriers: Organizational culture can be supportive or suppressive of open communication among employees. For example, organizations with a rigid hierarchical culture can make it difficult for employees to convey their ideas to management (Milliken et al., 2003).

Lack of Psychological Security: When employees think that making mistakes or expressing opinions at work may lead to negative consequences, they tend to remain silent (Kahn , 1990). Edmondson (1999) revealed that in organizations where psychological security is low, employees avoid expressing themselves and innovation processes slow down.

Lack of Organizational Structure and Communication Channels: The absence of feedback mechanisms through which employees can convey their opinions is one of the important factors that encourage silence (Detert & Edmondson , 2011). The lack of formal feedback processes within the organization makes it difficult for employees to express themselves, thus ensuring the continuity of organizational silence.

1.2.Consequences of Organizational Silence

Organizational silence is a phenomenon that creates multifaceted effects on employees and institutions. Employees' avoidance of expressing their ideas can reduce individual motivation, while at the institutional level, it can cause innovation to decrease and productivity to decrease (Morrison & Milliken , 2000). These results are critical factors that directly affect the psychological state of employees and the long-term success of organizations. The results of organizational silence can be examined in two main categories: individual results and institutional results.

1.2.1.Individual Results

Organizational silence can negatively shape individual performance of employees by affecting their emotional and psychological states.

Loss of Motivation and Job Dissatisfaction: When employees feel that their voices are not heard or their opinions are not taken into account, a serious decrease in motivation is observed (Detert & Edmondson , 2011). Especially in organizations where feedback mechanisms are inadequate, employees' job satisfaction decreases and productivity decreases.

Psychological Stress and Burnout: Employees' avoidance of expressing themselves may cause internal stress to accumulate and a feeling of burnout to occur in the long term (Vakola & Bouradas , 2005). Burnout may negatively affect employees' commitment to their work and increase their turnover rates.

Loss of Belonging and Self-Confidence: An organizational culture of silence can cause employees to not feel committed to the organization (Kahn , 1990). When employees feel that their ideas are not valued, organizational belonging weakens and individuals begin to question their organizational commitment.

1.2.2.Institutional Results

Organizational silence can affect not only individuals but also the overall functioning of the organization, threatening the sustainability of organizational success in the long term.

Loss of Innovation and Creativity: Employees' reluctance to share their ideas can make it difficult to implement innovative projects (Morrison & Milliken , 2000). Failure to produce innovative solutions can negatively affect the competitiveness of the organization.

Errors in Decision Making Processes: Lack of feedback from employees can lead managers to make wrong decisions (Milliken et al., 2003). Without employee feedback, which provides early detection of organizational problems, leaders may develop faulty policies and practices.

Internal Communication Problems and Loss of Trust: A culture of silence weakens communication channels within the organization and creates a lack of trust among employees (Edmondson , 1999). When employees' communication with each other and with managers weakens, teamwork and coordination can suffer.

Difficulties in Crisis Management: Organizations with a culture of silence may have difficulty producing solutions during crisis periods (Detert & Edmondson , 2011). Employees' inability to express their concerns about the crisis may cause managers to delay understanding the situation and develop incorrect strategies.

1.3.Solution Suggestions That Can Be Applied to Combat Organizational Silence

Various solution methods should be developed to reduce the negative effects of organizational silence and to create a work environment where employees can express their thoughts freely.

Research in the literature reveals that open communication, psychological safety and participatory management approach can significantly reduce organizational silence (Edmondson , 1999; Detert & Edmondson , 2011). Basic solution suggestions that can be implemented in this direction are detailed below.

1.3.1.Promoting a Culture of Open Communication

It is of great importance to create an open communication culture in which employees can express themselves comfortably. The following strategies can be implemented to spread this culture:

- Strengthening Feedback Mechanisms: Feedback systems should be established where employees can share their opinions and suggestions anonymously (Milliken et al., 2003). With a transparent management approach, employees' ideas should be taken into consideration by managers and actionable suggestions should be evaluated.
- Open Door Policy: Creating an environment where managers can communicate directly with employees can increase the courage of employees to express themselves (Morrison & Milliken , 2000). The accessibility of leaders can significantly reduce organizational silence.
- the opportunity to express their opinions, especially in decision-making processes , and employees who express their ideas should be encouraged (Kahn , 1990). An open communication environment can break organizational silence by making employees more active.

1.3.2.Increasing Psychological Security

Psychological safety is a critical factor for employees to be able to express their ideas freely. Employees must believe that they will not be punished or face negative consequences if they voice their opinions (Edmondson , 1999).

- **Leaders Should Display a Supportive Attitude:** Managers need to show that they care about employees' ideas and adopt an encouraging management approach (Detert & Edmondson , 2011).
- **Normalizing Making Mistakes:** Employees can express themselves more easily when they think that making mistakes is necessary for development (Kahn , 1990). An

organizational culture should be created where innovative ideas are encouraged and risk taking is supported.

- **Strengthening Teamwork:** Collaborative working models should be developed where employees can share their ideas in a safe environment (Edmondson , 1999).

1.3.3.Adoption of Participatory and Supportive Management Approach

The attitude of managers plays a decisive role in combating organizational silence. Showing that leaders value employees' ideas can help break the culture of silence.

- **Policies that Increase Employee Participation:** Adopting a management approach that includes employees in decisions can reduce organizational silence (Morrison & Milliken , 2000). Participatory management increases employees' freedom of expression by making them feel valued.
- **Reward and Incentive Programs:** Systems that reward employees who produce innovative ideas should be implemented in organizations (Detert & Edmondson , 2011). Employees who express their ideas should be rewarded and open communication should be encouraged instead of a culture of silence.
- **Training and Awareness Programs:** Training should be organized for both managers and employees to combat organizational silence, and the importance of expressing one's opinions should be explained to employees (Milliken et al., 2003).

CONCLUSION

This study has presented critical implications in terms of sustainable communication and management strategies in organizations by addressing the reasons and consequences of the concept of organizational silence and how this phenomenon is shaped in the business environment. The literature review and analyses made in line with the theoretical framework reveal that organizational silence is caused by individual, managerial and organizational factors. Organizational silence occurs when employees avoid voicing their opinions due to various fears, job security concerns, or leadership pressure (Morrison & Milliken , 2000). At the individual level, silence causes decreased employee motivation, increased psychological stress, and weakened organizational commitment (Detert & Edmondson , 2011). At the organizational level, a culture of silence hinders innovation, weakens decision-making processes, and damages the institutional environment of trust (Milliken et al., 2003).

In particular, managerial factors appear to play a decisive role in organizational silence. An authoritarian leadership approach may cause employees not to voice their opinions due to fear of reprisal (Edmondson , 1999). In addition, the lack of sufficient feedback mechanisms in organizations and the failure of managers to take employees' opinions into account may turn silence into a systematic problem (Kahn , 1990).

In combating organizational silence, encouraging open communication, increasing employees' psychological security, and adopting a participatory management approach are of critical importance. Creating a culture where employees can freely express their ideas is seen as a factor that directly affects productivity and employee loyalty (Detert & Edmondson , 2011). In order to break the culture of silence, managers need to adopt a leadership approach that encourages employees, raises awareness through training programs, and creates safe channels for employees to receive feedback (Milliken et al., 2003).

At this point, it is important for future research on organizational silence to examine in more detail how this phenomenon is shaped in the context of cultural and sectoral differences. In particular, comprehensive empirical studies on how organizational silence dynamics change in different geographies and different sectors can contribute to the development of this field.

In conclusion, organizational silence is not only an individual behavioral pattern but also a systematic problem shaped by institutional policies and cultural structures. The solution suggestions discussed in this study offer important roadmaps in terms of strengthening sustainable communication in organizations and creating a safe environment where employees can make their voices heard. Overcoming silence should be seen as an indispensable requirement to guarantee not only employee satisfaction but also institutional success and long-term sustainability.

REFERENCES

Detert, J. R., & Edmondson, A. C. (2011). Implicit voice theories: Taken-for-granted rules of self-censorship at work. Academy of Management Journal, 54(3), 461-488.

Doğan, S., & Demirel, Y. (2019). Örgütsel sessizlik ve çalışan motivasyonu üzerine bir araştırma. İş ve İnsan Dergisi, 6(2), 198-215.

Edmondson, A. C. (1999). Psychological safety and learning behavior in work teams. Administrative Science Quarterly, 44(2), 350-383.

Kahn, W. A. (1990). Psychological conditions of personal engagement and disengagement at work. Academy of Management Journal, 33(4), 692-724.

Kılıç, H., & Yıldız, M. (2021). Örgütsel sessizlik: Nedenleri ve sonuçları. Yönetim Araştırmaları Dergisi, 17(1), 23-45.

Milliken, F. J., Morrison, E. W., & Hewlin, P. F. (2003). An exploratory study of employee silence. Journal of Management Studies, 40(6), 1453-1476.

Morrison, E. W., & Milliken, F. J. (2000). Organizational silence: A barrier to change and development in a pluralistic world. Academy of Management Review, 25(4), 706-725.

Pinder, C. C., & Harlos, K. P. (2001). Employee silence: Quiescence and acquiescence as responses to perceived injustice. Research in Personnel and Human Resources Management, 20, 331-369.

Vakola, M., & Bouradas, D. (2005). Antecedents and consequences of organizational silence: An empirical investigation. Employee Relations, 27(5), 441-458.

SPECIFICS OF LEASE CONTRACT APPLICATION IN DUBAI: COMPARATIVE ASPECTS WITH THE REPUBLIC OF MOLDOVA

Eșanu Oxana
Lawyer, PhD student within the National Consortium of the Academy of Economic Studies of Moldova and the University of Political and Economic Studies "Constantin Stere" Chișinău Moldova, Republic Of.
ORCİD ID: 0009-0007-1427-0596

Abstract

The lease contract is a fundamental institution in civil law, widely applicable in both residential and commercial fields. This study offers a comparative analysis of the lease contract's legal framework in Dubai and the Republic of Moldova, highlighting key legislative, institutional, and practical differences. Ultimately, it provides recommendations for legislative reforms in Moldova, inspired by Dubai's best practices

The lease contract, rooted deeply in European civil law since the Roman era, is defined as an agreement through which one party (lessor) transfers to the other (lessee) the use of property, usually real estate, for a specified period in exchange for rent. Across different legal systems, this contract shares common features but also exhibits specific nuances influenced by each country's economic, cultural, and regulatory contexts. The present paper analyzes comparatively the leasing regulations of Dubai, a modern international hub, and the Republic of Moldova, a civil-law state undergoing legislative transition.

Dubai, part of the United Arab Emirates, blends Islamic law (Sharia) with principles inspired by civil law and common law systems. Lease contracts are primarily regulated by Law No. 26/2007 on the relationship between landlords and tenants in Dubai Emirate, amended by Law No. 33/2008, and managed by the Real Estate Regulatory Agency (RERA).

All lease contracts must be registered electronically in the Ejari system, an official registry managed by RERA. Failure to register prevents invoking the contract in court and can lead to relative nullity.

Rent is partially regulated. RERA annually publishes a Rental Index setting permissible rent increase limits to protect tenants from abusive hikes. Disputes between tenants and landlords are settled by a specialized court, the Rental Dispute Settlement Centre (RDSC). Tenant eviction requires a decision issued by this court.

In Moldova, lease contracts are regulated by the Civil Code (Law No. 1107/2002), Articles 901–936, without specific legislation or specialized institutions dedicated exclusively to this area.

Lease contracts for real estate must be in writing but registration in public records is optional, required only for enforceability against third parties. There are no legal limitations regarding the rent amount or adjustment frequency. Parties have full freedom in negotiating contract terms.

Tenant eviction follows ordinary civil procedures, which may be lengthy and procedurally complex. No specialized courts or procedures exist for these disputes.

Keywords: lease, Dubai, Republic of Moldova, comparative law, registration, rent, eviction.

4. Comparative Analysis

Element	Dubai	Republic of Moldova
Legal System	Mixed (Sharia, common law, civil law)	Civil law
Contract Registration	Mandatory (Ejari)	Optional (for third-party enforceability)
Rent Regulation	Yes, Rental Index	Not regulated
Dispute Resolution Courts	RDSC – specialized	Ordinary courts
Tenant Protection	Moderate, institutionalized	Limited, depends on contract

An Ejari-like national registry managed by the Public Services Agency would allow for: centralized record-keeping of contracts, transparency in the rental market; effective conflict and fraud prevention. Establishing a rent index based on geographic and economic indicators (e.g., inflation, average salary) would balance interests and protect vulnerable tenants.

A standard form lease contract approved by the Ministry of Justice would reduce disputes and increase legal security, especially for residential leases. Introducing specialized civil procedures or dedicated sections within ordinary courts, with accelerated timelines and provision for judgments in absentia in certain circumstances, would expedite dispute resolution. Public institutions should develop practical guidelines and educational campaigns on parties' rights and obligations in lease contracts, contributing to enhanced legal literacy.

6.Conclusions

Dubai’s leasing regime serves as an example of institutional modernization and administrative efficiency, ensuring predictability, protection, and swift dispute resolution. Although Moldova currently allows greater contractual freedom, it could benefit from introducing institutional and procedural mechanisms to enhance its rental market’s functionality. The proposed reforms

represent functional adaptations with significant potential positive impacts in practice, without requiring fundamental changes.

Footnotes:

1. Iftene, A., Civil Law. Special Contracts, Hamangiu Publishing House, Bucharest, 2020, p. 211.
2. Law No. 26/2007 regulating the relationship between landlords and tenants in Dubai, amended by Law No. 33/2008.
3. Ejari – Official system for registering tenancy contracts, available at: www.dubailand.gov.ae.
4. RERA Rental Index, available on the official website: www.rera.gov.ae.
5. Rental Dispute Settlement Centre, under the authority of the Dubai Land Department.
6. Civil Code of the Republic of Moldova, Law No. 1107/2002, art. 901–936.
7. Idem, art. 907.
8. Civil Code of the Republic of Moldova, art. 902.

Bibliography:

- Civil Code of the Republic of Moldova (Law No. 1107/2002).
- Law No. 26/2007 of Dubai concerning tenancy, amended by Law No. 33/2008.
- Iftene, A. (2020), *Civil Law. Special Contracts*, Hamangiu Publishing House.
- Pop, L. (2008), *Treatise of Civil Law. Obligations*, Vol. II, Universul Juridic Publishing House.
- Dubai Land Department – www.dubailand.gov.ae.
- RERA (Real Estate Regulatory Agency) – www.rera.gov.ae.

POSTKONFLİKT İQTİSADİ İNKİSAFİN ƏHƏMİYYƏTİ VƏ ÇƏTİNLİKLƏRİ

dos. Məmmədov Aydın Bayram
Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti(UNEC);
İstiqlaliyyət, Bakı, Səbail, AZ1001
ORCİD: 0000-0002-4256-4870

Xülasə:

Postkonflikt dövrü, müharibə və ya digər silahlı münaqişələrdən sonra cəmiyyətin və iqtisadiyyatın yenidən qurulması üçün kritik bir mərhələdir. Bu dövrün iqtisadi inkişafı, həm müharibədən zərər çəkmiş ölkənin iqtisadiyyatının bərpası, həm də sosial sabitliyin təmin edilməsi baxımından böyük əhəmiyyətə malikdir. Lakin postkonflikt iqtisadi inkişafı çoxsaylı çətinliklərlə üzləşir, bunlar arasında infrastrukturun bərpası, sərmayə qoyuluşunun təmin edilməsi, sosial xidmətlərin genişlənməsi və hüquq-mühafizə sisteminin gücləndirilməsi kimi məsələlər yer alır.İqtisadi bərpa prosesi yalnız maddi infrastrukturun yenidən qurulmasını deyil, eyni zamanda işsizlik, yoxsulluq və iqtisadi qeyri-sabitlik kimi uzunmüddətli sosial problemlərin həllini də tələb edir. Müharibə sonrası cəmiyyətin psixoloji vəziyyəti, etnik və sosial fərqliliklər, eləcə də qeyri-sabit idarəetmə strukturları da bu dövrün çətinliklərində əsas amillərdən biridir. Əlavə olaraq, xarici yardımlar və beynəlxalq təşkilatların rolu bu dövrün müvəffəqiyyətini təsir edən mühüm faktorlardır.İqtisadi inkisafın təmin edilməsi üçün mövcud siyasi və sosial mühitin sabitləşdirilməsi, həmçinin müvafiq idarəetmə strukturlarının qurulması vacibdir. Ən önəmli amillərdən biri də sərmayə mühitinin təşviqi və investisiyaların cəlb edilməsi ilə əlaqədardır. Bununla yanaşı, resursların düzgün paylanması və iqtisadi siyasətlərin səmərəliliyi bu dövrün iqtisadi uğuruna birbaşa təsir edir.Postkonflikt dövründə iqtisadi inkişafın təmin edilməsi həm yerli əhalinin həyat şəraitini yaxşılaşdırmağa, həm də ölkənin beynəlxalq aləmdəki mövqeyini gücləndirməyə yönəlmişdir. Buna görə də, bu dövrün uğuru, cəmiyyətin bütövlükdə sülh və stabillik əldə etməsi baxımından da böyük əhəmiyyət daşıyır.

Açar sözlər: Postkonflikt iqtisadi inkişaf, infrastruktur bərpası,sosial sabitlik,iqtisadi qeyri-sabitlik, xarici yardımlar, sərmayə qoyuluş

Summary

The post-conflict period is a critical phase for rebuilding society and the economy after war or other armed conflicts. The economic development of this period is of great importance in terms of both restoring the war-affected country's economy and ensuring social stability.

However, post-conflict economic development faces numerous challenges, including infrastructure reconstruction, securing investments, expanding social services, and strengthening the law enforcement system. The economic recovery process requires not only the reconstruction of physical infrastructure but also addressing long-term social issues such as unemployment, poverty, and economic instability. The psychological state of post-war society, ethnic and social differences, as well as unstable governance structures, are also key factors contributing to the difficulties of this period. Additionally, the role of foreign aid and international organizations is crucial in determining the success of this period. Ensuring economic development requires stabilizing the existing political and social environment and establishing appropriate governance structures. One of the most important factors is promoting a favorable investment climate and attracting investments. Moreover, the proper allocation of resources and the efficiency of economic policies directly impact the economic success of this period. Ensuring economic development in the post-conflict period aims to improve the living conditions of the local population and strengthen the country's position in the international arena. Therefore, the success of this period is also of great importance for achieving overall peace and stability in society.

Keywords: Post-conflict economic development, infrastructure reconstruction, social stability, economic instability, foreign aid, investment.

Giriş

Postkonflikt dövründə iqtisadiyyatın yenidən qurulması və dayanıqlı inkişafın təmin edilməsi müasir dövrün ən vacib çağırışlarından biridir. Müharibə və konfliktlərdən əziyyət çəkmiş regionların yenidən dirçəldilməsi, iqtisadi və sosial stabilliyin bərpa edilməsi üçün kompleks strategiyaların həyata keçirilməsi tələb olunur. Belə bir şəraitdə iqtisadiyyatın dayanıqlılığını təmin etmək, rəqabət qabiliyyətini yüksəltmək və sosial rifahın artırılması istiqamətində mühüm addımların atılması önəmlidir.Problemin əhəmiyyəti ondadır ki, konfliktlərdən sonra yaranan iqtisadi çətinliklər, infrastrukturun dağılması və işsizlik problemləri əhalinin həyat səviyyəsinə mənfi təsir göstərir. Regionların yenidən dirçəldilməsi üçün xarici və daxili investisiyaların cəlb edilməsi zəruridir. Əsas problemlərdən biri olan iqtisadi sabitliyin təmin olunması üçün dövlət və özəl sektorun birgə səyləri, eləcə də beynəlxalq qurumların dəstəyi vacibdir.Dayanıqlı inkişafın təmin edilməsi prosesi uzunmüddətli yanaşma tələb edir. Bu zaman təbii resursların səmərəli istifadəsi, ekoloji

tarazlığın qorunması və sosial bərabərliyin təmin olunması əsas prinsiplər kimi ön plana çıxır. Əlavə olaraq, yerli icmaların ehtiyaclarına cavab vermək, təhsil, səhiyyə və sosial müdafiə sahələrinin inkişafına diqqət yönəltmək müasir inkişaf strategiyalarının əsas hədəflərindəndir. Postkonflikt iqtisadiyyatının dayanıqlı inkişafını təmin etmək üçün bu regionlarda biznesin inkişafına şərait yaratmaq vacibdir. Bu məqsədlə vergi güzəştlərinin tətbiqi, sahibkarlıq subyektlərinə kredit imkanlarının genişləndirilməsi və hüquqi çərçivənin təkmilləşdirilməsi kimi addımlar atılmalıdır. Eyni zamanda, rəqabət qabiliyyətini artırmaq üçün beynəlxalq ticarət əlaqələrinin genişləndirilməsi və məhsulların xarici bazarlara çıxışının təmin olunması iqtisadi inkişafın əsas təməl daşlarındandır.Təcrübələr göstərir ki, dövlətin müdaxiləsi ilə özəl sektorun innovativ həllərini birləşdirən strategiyalar daha effektiv nəticələr verir. Dövlət proqramlarının tətbiqi, infrastrukturun bərpası, sosial rifahın artırılması və iş yerlərinin yaradılması iqtisadiyyatda müsbət təsir yaradır. Beləliklə, postkonflikt dövründə iqtisadiyyatın yenidən qurulması və dayanıqlı inkişafın təmin edilməsi məsələləri yalnız iqtisadi aspektdən deyil, həm də sosial, ekoloji və mədəni aspektlərdən də qiymətləndirilməlidir. Bu strategiyalar yalnız bir ölkənin deyil, bütöv bir regionun rifahı və inkişafı üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.Bu araşdırmanın əsas məqsədi postkonflikt dövründə iqtisadiyyatın yenidən qurulması prosesində dayanıqlı və rəqabət qabiliyyətli iqtisadiyyatın formalaşdırılması üçün tələb olunan strategiyaları müəyyənləşdirməkdir.Qarşıya qoyulan əsas sual isə budur: konfliktlərdən sonra dayanıqlı inkişaf və rəqabət qabiliyyətinin təmin edilməsi üçün hansı strategiyaların icrasına ehtiyac vardır? İqtisadi inkişafda davamlılığın təmin edilməsi məsələsi sosial rifahın yüksəldilməsi və ətraf mühitin qorunması baxımından da vacibdir. Məhz bu səbəbdən tədqiqat həm iqtisadi, həm də sosial və ekoloji aspektləri nəzərə alaraq, postkonflikt dövründə regionların yenidən bərpası və dirçəldilməsi prosesini araşdırır.Bu tədqiqat həmçinin rəqabət qabiliyyətli iqtisadiyyatın formalaşdırılması üçün əsas fəaliyyət sahələrini müəyyən edir. Belə ki, beynəlxalq ticarət əlaqələrinin genişləndirilməsi, xarici investisiyaların cəlb edilməsi,yerli istehsalatın artırılması və texnoloji innovasiyaların tətbiqi kimi mövzular araşdırmanın əsas istiqamətləridir. Bu sahələrin hər biri konflikt sonrası iqtisadi inkişaf prosesində müsbət təsir göstərir. Metodologiya:Tədqiqatda kompleks metodlardan istifadə edilmişdir. Postkonflikt dövründə iqtisadiyyatın dayanıqlı inkişafını təmin etmək üçün mövcud strateji yanaşmaların təhlili üçün keyfiyyət və kəmiyyət metodlarına müraciət edilmişdir.İlk olaraq, ədəbiyyat icmalı metodu tətbiq olunaraq, mövcud elmi mənbələr, beynəlxalq təşkilatların hesabatları və dövlət proqramları öyrənilmişdir. Bununla yanaşı, müqayisəli təhlil metodu vasitəsilə digər ölkələrin

müvafiq dövrlərdə həyata keçirdiyi iqtisadi inkişaf strategiyaları təhlil edilmişdir. Bu metodlar mövzunun hərtərəfli araşdırılmasına və müxtəlif aspektlərdən qiymətləndirilməsinə imkan verir.Əlavə olaraq, statistik təhlil və məlumatların riyazi modelləşdirilməsi kimi kəmiyyət metodları tədqiqatın praktiki nəticələrinin daha dəqiq olmasına imkan yaratmışdır. Eyni zamanda, sahə işləri və anket sorğuları vasitəsilə toplanmış məlumatlar tədqiqatın obyektivliyini artırmışdır.(1.səh-56)Beləliklə,metodologiyanın hərtərəfli olması mövzunun daha dərindən araşdırılmasına və dayanıqlı iqtisadi inkişaf üçün uyğun strategiyaların müəyyən edilməsinə töhfə vermişdir.

Postkonflikt Reabilitasiya və İqtisadi İnkisaf

Postkonflikt reabilitasiya və iqtisadi inkişaf, müharibə və ya münaqişə sonrası bir bölgənin yenidən qurulması, sosial və iqtisadi strukturunun bərpası prosesidir. Bu proses bir neçə əsas mərhələdən ibarətdir:Təhlükəsizlik və Sabitli Münaqişə sonrası ilk mərhələ təhlükəsizliyin təmin olunmasıdır. Bu, müvafiq təhlükəsizlik qüvvələrinin yaradılması, silahların toplanması və zorakılığın qarşısının alınması ilə həyata keçirilir.İnsanların və İcmanın Dəstəklənməsiİnsanların psixoloji dəstəyi, yerindən edilmiş şəxslərin geri qaytarılması və icma yenidən qurulması vacibdir. Psixoloji rehabilitasiya, müharibənin təsirlərini yüngülləşdirmək üçün əhəmiyyətlidir.İqtisadi Bərpa İqtisadiyyatın bərpası üçün investisiyaların cəlb edilməsi, infrastrukturun yenidən qurulması, iş yerlərinin yaradılması və yerli istehsalın stimullaşdırılması lazımdır. Bu, iqtisadiyyatın dayanıqlı inkişafını təmin edəcək.Təhsil və İctimai Xidmətlər:Təhsil sisteminin bərpası və inkişafı, gənc nəsilin gələcəyi üçün həyati əhəmiyyət kəsb edir. İctimai xidmətlərin, səhiyyə və sosial xidmətlərin bərpası da əhəmiyyətlidir.Siyasi İslahatlar: Siyasi sistemin yenidən qurulması, demokratik institutların yaradılması və yerli əhalinin iştirakının təmin olunması da postkonflikt reabilitasiyasında əsas rol oynayır.Regional və Beynəlxalq Əməkdaşlıq:Postkonflikt dövründə regional və beynəlxalq təşkilatların dəstəyi, maliyyə və humanitar yardımın cəlb olunması vacibdir. Postkonflikt iqtisadiyyatın yenidən qurulması üçün xarici və daxili investisiyaların cəlb edilməsi mühüm əhəmiyyət daşıyır. Regiona kapital axınını təmin etmək, investorların güvənini artırmaq üçün təhlükəsizlik və hüquqi mühitin stabil olması əsasdır. İnvestorların bölgəyə marağını artırmaq üçün vergi güzəştləri, kreditlər və digər maliyyə dəstəkləri tətbiq oluna bilər. Bu addımlar sayəsində regiona xarici və daxili investisiyalar cəlb edilə bilər ki, bu da iqtisadiyyatın yenidən qurulmasına və iş yerlərinin açılmasına böyük təkan verər.Müharibə sonrası dövrdə investorların güvənini artırmaq üçün müvafiq tədbirlər həyata keçirilməlidir. Belə ki, hüquqi

tənzimləmələr və mülkiyyət hüquqlarının təmin edilməsi investorların regiona uzunmüddətli sərmayə yatırmalarına şərait yaradar. Əlavə olaraq, dövlətin xarici investorlarla əməkdaşlıq imkanlarını genişləndirməsi, beynəlxalq təşkilatlarla birgə layihələr həyata keçirməsi investor güvənini artırır.Beləliklə, investisiyaların cəlb edilməsi postkonflikt dövrdə iqtisadiyyatın dirçəldilməsi üçün mühüm addımdır və investorların güvənini artırmaq üçün hərtərəfli tədbirlər planı lazımdır.

Rəqabət Qabiliyyətinin Artırılması

Rəqabət qabiliyyətinin artırılması, bir təşkilatın və ya ölkənin bazar şəraitində daha effektiv və müvəffəqiyyətli olmasını təmin etmək məqsədini güdür. Bu, bir sıra strateji yanaşmalar və tədbirlərlə həyata keçirilə bilər. Aşağıda rəqabət qabiliyyətinin artırılması üçün əsas amilləri və yanaşmaları qeyd edirəm:1.İnnovasiya və TexnologiyaAraşdırma və İnkişaf: Yeni məhsul və xidmətlərin yaradılması üçün araşdırmalara yatırım etmək.Texnoloji Yeniliklər: Müasir texnologiyalardan istifadə edərək istehsal proseslərini optimallaşdırmaq.2. Keyfiyyət və Effektivlik.,Keyfiyyət İdarəsi: Məhsul və xidmətlərin keyfiyyətini artırmaq üçün standartların tətbiqi.Proseslərin Optimallaşdırılması: İstehsal və xidmət proseslərini daha səmərəli etmək.3.İnsan Resursları.,Təlim və İnkişaf: İşçilərin bacarıqlarını artırmaq üçün mütəmadi təlimlər təşkil etmək.Motivasiya Sistemləri: İşçilərin işə bağlılığını artırmaq üçün mükafatlandırma sistemləri. 4.Marketinq Strategiyaları.,Tədqiqat və Analiz: Bazar tələblərini başa düşmək üçün bazar tədqiqatları aparmaq.Brend Yaratma: Güclü bir marka imicinin formalaşdırılması.5.Müştəri Mərkəzli Yanaşma.,Müştəri Rəyləri: Müştəri məmnuniyyətini artırmaq üçün geri dönüşləri nəzərə almaq.Personalizasiya: Müştəri tələblərinə uyğun məhsul və xidmətlərin təqdim edilməsi.6.İqtisadi Siyasət.,Tənzimləmə və Dəstək: Hökumət tərəfindən dəstəkləyici siyasətlərin yaradılması, vergi güzəştləri, subsidiyalar.Ticarət Münasibətləri: Beynəlxalq ticarət əlaqələrinin genişləndirilməsi.7.Dayanıqlı İnkişaf; Ekoloji Davranış: Ekoloji cəhətdən təmiz istehsal metodlarının tətbiqi.

Sosial Məsuliyyət: Cəmiyyətə olan təsirin müsbət yöndə idarə olunması.

Rəqabət qabiliyyətinin artırılması, həmçinin qlobal bazarda daha güclü mövqenin əldə olunmasına kömək edir.

Dövlətin Rolu və İdarəetmə Strategiyalar.

Postkonflikt regionlarında iqtisadiyyatın bərpasında dövlətin rolu əvəzedilməzdir. Dövlətin inkişaf proqramları, hüquqi çərçivələrin təkmilləşdirilməsi və infrastruktur investisiyaları postkonflikt dövrdə iqtisadi stabilliyi təmin etmək üçün vacibdir. Bu dövrdə dövlət idarəetmə

strategiyaları ilə inkişafın dəstəklənməsi istiqamətində bir sıra addımlar atır.Əvvəla, dövlət proqramları vasitəsilə strateji sektorların inkişafı üçün maliyyə dəstəyi təmin edilir. Bu proqramlar iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində bərpa işlərinin həyata keçirilməsinə, eyni zamanda təhsil, səhiyyə və digər sosial xidmətlərin inkişafına yönəlir. İnfrastrukturun yenidən qurulması üçün dövlət tərəfindən yolların,kommunikasiyaların, elektrik və su təminatının yenilənməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir.Dövlətin əsas funksiyalarından biri də qanunvericilik bazasının möhkəmləndirilməsidir.(2.səh-24) Mülkiyyət hüquqlarının qorunması, sahibkarlıq fəaliyyətinin stimullaşdırılması və vergi güzəştləri kimi hüquqi tənzimləmələr postkonflikt dövrdə iqtisadi fəaliyyətin inkişafına şərait yaradır. Bu strategiyalar yerli və xarici investisiyaların artmasına və iqtisadi stabilliyin təmin olunmasına yönəlmişdir.Eyni zamanda, dövlətin postkonflikt dövrdə infrastruktur layihələrinə sərmayə qoyması regionların sosial-iqtisadi inkişafını sürətləndirir və işsizliyin azaldılmasına töhfə verir. İnfrastruktura edilən investisiyalar, həmçinin, regionun rəqabət qabiliyyətini artırır və ölkənin ümumi iqtisadiyyatına müsbət təsir göstərir. Beləliklə, dövlət proqramları, hüquqi tənzimləmələr və infrastruktura investisiyalar postkonflikt dövrdə iqtisadiyyatın yenidən qurulması və davamlı inkişafın təmin olunması üçün əsas vasitələrdir.

Yeniliklər.

Yeni Yanaşmalar və Strategiyalar.,Bu tədqiqat postkonflikt dövrdə iqtisadiyyatın yenidən qurulması və dayanıqlı inkişafın təmin edilməsi üçün bir sıra yenilikçi metod və yanaşmalar təklif edir.Bu yanaşmalar iqtisadi inkişafın sürətləndirilməsi və sosial rifahın artırılması üçün kompleks və strateji həll yollarını özündə ehtiva edir.Yeniliklər yalnız iqtisadiyyatın deyil, həm də sosial və ekoloji sahələrin inkişafına istiqamətlənmişdir və iqtisadi mühitin sabitliyinə töhfə verir.Ən vacib yenilikçi yanaşmalardan biri dayanıqlı inkişaf prinsiplərinə əsaslanaraq iqtisadiyyatın inkişaf etdirilməsidir. Bu yanaşma ekoloji mühafizə və təbii resurslardan səmərəli istifadəni ön plana çıxarır. Təbii sərvətlərin qorunması, bərpa olunan enerji mənbələrinin geniş tətbiqi və ekoloji risklərin idarə olunması dayanıqlı iqtisadi mühit üçün vacib addımlardandır. Bu yanaşma uzunmüddətli iqtisadi stabillik və sosial rifahın təmin olunmasına xidmət edir.Digər bir yenilik isə rəqəmsal texnologiyaların iqtisadi proseslərə inteqrasiyasıdır. Postkonflikt dövrdə rəqəmsal transformasiya proseslərinin sürətləndirilməsi və rəqəmsal iqtisadiyyatın inkişafı ilə regionda yeni iş yerlərinin yaradılması mümkün olur. Bu yanaşma regionda KOB-ların inkişafını dəstəkləyir və onları daha rəqabətqabiliyyətli edir. Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi həm də iqtisadi resursların daha səmərəli idarə olunmasını

təmin edir.Eyni zamanda, sosial kapitalın artırılması və yerli icmaların inkişafına yönəlmiş yeni strategiyalar da təklif olunur. Əhalinin sosial rifahının təmin edilməsi, təhsil və səhiyyə sahələrinin inkişafı və iş imkanlarının genişləndirilməsi regionun dayanıqlı inkişafına mühüm töhfə verir. Bu yanaşma yerli icmaların iqtisadi fəaliyyətlərə daha fəal cəlb olunmasına şərait yaradır və onların iqtisadi proseslərdə iştirakını təmin edir.Bu tədqiqatın təklif etdiyi yenilikçi metod və yanaşmalar dövlət və özəl sektor əməkdaşlığı, beynəlxalq maliyyə dəstəyi və yerli icmaların iştirakını gücləndirərək regionda iqtisadi inkişafı davamlı və sabit bir şəkildə həyata keçirməyi nəzərdə tutur.

İnnovativ tətbiqlər və praktik nümunələr.

Bu məqalə çərçivəsində əldə olunan nəticələrin praktik tətbiqi, postkonflikt dövrdə iqtisadiyyatın yenidən qurulması və dayanıqlı inkişafın təmin edilməsi üçün bir çox innovativ həll yolu təqdim edir. Bu yanaşmalar həm iqtisadi, həm də sosial müstəvidə bir sıra dəyişikliklərin həyata keçirilməsinə və uzunmüddətli nəticələrin əldə edilməsinə şərait yaradır.Praktik nümunələrdən biri yerli icmaların iqtisadi fəaliyyətlərə cəlb olunması və onların sosial rifahının yüksəldilməsidir. Yerli fermerlər üçün müasir kənd təsərrüfatı texnologiyalarının tətbiqi, ağıllı suvarma sistemləri və torpaq analizlərinin aparılması bu sahədə məhsuldarlığın artırılmasına xidmət edir. Müasir texnologiyaların tətbiqi sayəsində məhsul istehsalı və idarə olunması prosesi daha səmərəli və qənaətcil olur.Digər bir praktik tətbiq isə dövlət-özəl sektor əməkdaşlığı çərçivəsində infrastruktur layihələrinin həyata keçirilməsidir. Bu model çərçivəsində dövlət tərəfindən tətbiq olunan güzəştlər və qanunvericilik dəstəyi ilə özəl sektorun iştirakı təmin olunur. Misal olaraq, enerji infrastrukturunun bərpası və alternativ enerji mənbələrinin istifadəsi bu sahədə innovativ tətbiq nümunəsidir. Beləliklə, enerji sahəsində dayanıqlılığın təmin olunması və yerli icmaların enerji təminatının yaxşılaşdırılması mümkün olur.Eyni zamanda, rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi ilə iqtisadi proseslərin rəqəmsallaşdırılması da mühüm praktik nümunələrdən biridir. İqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi, idarəetmənin daha şəffaf və effektiv həyata keçirilməsinə şərait yaradır. Məsələn, maliyyə xidmətlərinin rəqəmsallaşdırılması, kənd təsərrüfatı və sənaye sektorlarında rəqəmsal hesabatların aparılması iqtisadiyyatda optimallaşdırmanı gücləndirir.Bu yanaşmalarla birlikdə, təhsil sahəsində də innovativ tətbiqlər önə çıxır. Texnologiyalara əsaslanan tədris proqramlarının tətbiqi, texniki bacarıqların inkişafı və peşə hazırlığının gücləndirilməsi nəticəsində regionda iqtisadiyyatın rəqabət qabiliyyətinin artırılması mümkündür. Belə proqramlar vasitəsilə ixtisaslı kadrlar hazırlanır və onların iş

dünyasında müasir texnologiyalarla işləmə qabiliyyətləri artır.Bu innovativ tətbiqlər və onların yaratdığı praktiki nümunələr postkonflikt dövrdə iqtisadiyyatın yenidən qurulması üçün geniş imkanlar açır və dayanıqlı inkişafın təmin edilməsinə xidmət edir. Belə tətbiqlər gələcək inkişafın əsas istiqamətlərini müəyyən edərək regionda uzunmüddətli rifah və sosial stabilliyə nail olmağa kömək edir.

Gələcək araşdırmalar üçün təkliflər.

Bu məqalə postkonflikt dövrdə iqtisadiyyatın yenidən qurulması və dayanıqlı inkişafın təmin edilməsi üzrə əsas istiqamətləri müəyyən etsə də, bu mövzuda gələcək araşdırmalar üçün geniş tədqiqat sahələri mövcuddur. Regionların iqtisadi inkişafının davamlı olaraq izlənilməsi və daha da təkmilləşdirilməsi üçün əlavə və dərinləşdirilmiş araşdırmalar lazımdır.Gələcək tədqiqatların ilk istiqaməti ekoloji dayanıqlılığın təmin edilməsi sahəsində olmalıdır. Ekoloji risklərin idarə edilməsi, təbii resursların qorunması və bərpa olunan enerji mənbələrinin inkişaf etdirilməsi mövzuları daha da dərin araşdırılmalıdır. Əlavə olaraq, yerli ekosistemlərin qorunması və ətraf mühitin mühafizəsi üçün təklif olunan metodların təsir dərəcəsinin qiymətləndirilməsi məqsədilə daha geniş miqyaslı tədqiqatlara ehtiyac var.İkinci istiqamət, rəqəmsal transformasiya və texnologiyaların iqtisadi proseslərə inteqrasiyası sahəsində olmalıdır. Bu tədqiqat çərçivəsində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi ilə iqtisadiyyatda məhsuldarlıq və səmərəliliyin artırılması məsələləri daha geniş tədqiq edilməlidir. Rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi ilə kənd təsərrüfatı, sənaye və xidmət sektorlarında idarəetmənin daha səmərəli həyata keçirilməsi istiqamətində gələcək tədqiqatlar böyük əhəmiyyət kəsb edir.Üçüncü əsas istiqamət sosial inkişaf və yerli icmaların iqtisadi fəaliyyətlərə cəlb olunması sahəsində olmalıdır.(9.səh-5)Əhalinin sosial rifahının artırılması, iş imkanlarının genişləndirilməsi və təhsil sisteminin inkişafı ilə bağlı təklif olunan metodların uzunmüddətli təsirləri haqqında əlavə araşdırmalara ehtiyac var. Eyni zamanda, yeni təhsil proqramlarının və peşə hazırlığının iqtisadiyyatın dayanıqlı inkişafına təsiri dərinləşdirilmiş şəkildə tədqiq edilməlidir.Dövlət və özəl sektor əməkdaşlığının genişləndirilməsi də gələcək tədqiqatların əhatə etməli olduğu mühüm mövzulardandır. Dövlət-özəl sektor əməkdaşlığı nəticəsində qazanılan iqtisadi və sosial faydaların uzunmüddətli perspektivdə təsirlərinin qiymətləndirilməsi və bu modelin digər regionlarda tətbiq oluna bilmə potensialının araşdırılması məqsədəuyğundur. Bu sahədə beynəlxalq təcrübələrin öyrənilməsi və tətbiq imkanlarının tədqiqi də gələcəkdə həyata keçiriləcək araşdırmalara daxil edilməlidir.Nəhayət, postkonflikt regionlarının iqtisadi inkişafının qiymətləndirilməsi və bu inkişaf prosesinin

davamlılığının təmin olunması istiqamətində monitorinq və qiymətləndirmə metodlarının inkişaf etdirilməsi də önəmlidir. Müxtəlif iqtisadi modellərin səmərəliliyinin təhlili və mövcud strategiyaların davamlı təkmilləşdirilməsi üçün geniş miqyaslı tədqiqatlar aparılmalıdır. Beləliklə, bu sahələrdə aparılan gələcək tədqiqatlar dayanıqlı iqtisadiyyatın formalaşması üçün yeni yanaşmaların formalaşmasına və tətbiqinə kömək edəcəkdir.

İstifadə Olunan Ədəbiyyat siyahısı

1.Əliyev,A.(2021). Postkonflikt inkişaf: iqtisadiyyatın bərpası və inkişaf perspektivləri. Bakı: İqtisadiyyat Nəşriyyatı.səh-56

2.Rəhimov, F. (2020). Rəqabət qabiliyyətinin artırılması: strateji yanaşmalar və postkonflikt dövrü. Bakı: Elm və Təhsil.səh-24

3.Quliyev, T. (2019). Dayanıqlı inkişaf: iqtisadiyyatın transformasiyası və rəqabətlilik. Bakı: Kəpəz Nəşriyyatı.səh-76

4.Mədətov, R. (2022). Müasir iqtisadi siyasət və postkonflikt dövründə rəqabət qabiliyyəti. Bakı: İqtisadi Araşdırmalar Mərkəzi.səh-87

5.Həsənov, S. (2023). İqtisadi bərpa və postkonflikt dövründə yeni yanaşmalar. Bakı: İqtisadiyyat və İdarəetmə.cəh-34

6.Səfərov, E. (2021). Rəqabət mühitinin formalaşması və dayanıqlı iqtisadiyyat. Bakı: Elmi Tədqiqatlar.s-42

7.Abdurahmanov, A. (2020). Postkonflikt dövründə investisiya mühiti və iqtisadi artım. Bakı: Tərəqqi Nəşriyyatı.s-23

8.Qasımov, V. (2022). Dayanıqlı inkişaf və iqtisadiyyatın bərpası: azərbaycan təcrübəsi. Bakı: İqtisadiyyat Akademiyası.s-64

9.İsmayılov, M. (2019). Rəqabət qabiliyyəti və postkonflikt dövründə iqtisadiyyat. Bakı: Fəlsəfə və İqtisadiyyat.səh-54

10.Babayeva, N. (2023). İqtisadiyyatın bərpası: postkonflikt dövründə strategiyalar. Bakı: Elm nəşriyyatı..

TURKISH MINARETS IN HUNGARY, AS AN INTEGRATED PART OF THE CULTURAL HERITAGE

Sándor FÖLDVÁRI
Debrecen University, Faculty of Humanities, Baltic Program Lecturer, Debrecen, Hungary
ORCID: 0000-0002-7825-0531

ÖZET

Macaristan'daki Türk Minareleri, kültürel mirasın bütünleşik bir parçası olarak Yazar, günümüzde hala faaliyette olan Macaristan'daki minareler hakkında dersler okumuştur. Şimdi hala burada tarif edilenler, yıkımlarda kalanlar. Bu nedenle, Macaristan'daki Türk döneminden kalma tüm minareleri ve bunların günümüzde kültürel miras içindeki önemini anlatan tam metin burada verilecektir. — 16. ve 17. Yüzyıllarda, Türk fethi nedeniyle Macaristan üç kısma ayrıldı, ve bundan sonra şehirlerin restorasyonu Barok ruhu ve tarzında gerçekleşti. Ancak Türkler, Macar kültürel mirası için önemli mimari icatlar yaptılar, türk hamamı gibi, günümüzde hala çalışmakta olan, dünyanın dört bir yanından birçok turisti çekmek. Eger minaresi, kalan Orta Avrupa'nın en yüksek minaresidir. Macaristan'da yaklaşık bir düzine Türk minaresi kaldı, ancak çoğu harap oldu ve sadece üçü iyi durumda. — Eger minaresi, kalan en yüksek Orta Avrupa minaresidir. Macaristan'da yaklaşık bir düzine Türk minaresi kaldı, ancak çoğu harap durumda ve sadece üçü iyi durumda. Başkent Budapeşte'nin banliyösü olan Érd City'de bir başka Türk minaresi de çok iyi durumda kaldı. İyi durumda kalan üçüncü minare, Pécs şehrinde bulunur ve Yakovali Hasan Paşa'nın Jami'sine bağlıdır. İçinde mihrap bulunan ve günümüzde Macaristan'da gerçek bir Müslüman Camii olarak faaliyet gösteren cami ile tam bir Cami yapısıdır — Yazar, Tunceli'deki ISARC Kapadokya Kongresi'nde ve bu 2024 yılında Şanlıurfa'daki El Ruha Kongresi'nde konferanslar okudu, ama orada sadece özetler verdi. Konunun bir sentezini veren tam metin burada verilecektir. Minareler daha önceki sunumlarda hala dikkate alınmadığından, şimdi minareler hakkında tam bir makale veriyoruz.

Anahtar kelimeler: Eger, Macaristan, Minareler, Türk_Mimarisi, Kültürel_Miras

ABSTRACT

The author has already read lectures about those minarets in Hungary, which are still nowadays operating. Now still those are presented which has remained in ruined. Altogether five pieces are in Hungary, that were built in the Turkish times. Hence the full paper will be given here, with a synthesis of all minarets in Hungary from the Turkish times, their archeological excavations, and their significance in the cultural heritage nowadays.

The Eger minaret is the tallest remaining Central European minaret. About a dozen Turkish minarets are left in Hungary, but most are dilapidated and only three are in good condition. – Another Turkish minaret has remained in very good shape, in Érd, which is the suburb of the capital city of Budapest. It is much smaller than the tallest minaret in Eger, but is accessible for visitors, too. – The third minaret, which remains in good condition, is located in the city of Pécs and is connected to the Jami of Yakovali Hasan Pasha. It is a complete Mosque structure with a mosque with the mihrab inside and currently operates as a real Muslim Mosque in Hungary. Thus, these three minarets remained in their whole shape, but still, several minarets remained in ruins, too. We overlook in this paper the Turkish minarets in Hungary, their excavations, what we know about their buildings, and how they remained to our times.

In the 16th century, Hungary was divided into three parts due to the Turkish conquest, and after that, the restoration of the cities took place in the Baroque spirit and style. To the sorry of science, historiography focused on the war that destroyed inhabited places and humans, too. However, Turks enriched Hungary with buildings, food, flowers, and human blood, too. Turks made important architectural inventions for the Hungarian cultural heritage, such as the Turkish bath, which is still in operation today, attracting many tourists worldwide. Ottoman Turks had built several hundred grandiose buildings, such as baths for mineral waters (the land of Hungary is extremely rich in medical waters), Jamis, medreses, minarets, or turbes where significant Turkish persons are buried.

Keywords: Eger, Hungary, Minarets, Turkish_Architecture, Cultural_Heritage

1. Figure The Turkish minaret in Eger, the tallest minaret in Europe (photo: author)

INNOVATIVE SOLUTIONS IN FERTILIZATION MANAGEMENT THROUGH PLANT NUTRITION MODELS

Süreyya Betül RUFAIOGLU
Harran University, Agriculture Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Sanliurfa, Türkiye.
ORCID: 0009-0006-0225-7629
Murat TUNC
Harran University, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Sanliurfa, Türkiye.
ORCID: 0009-0008-8406-4824

ÖZET

Küresel tarım sektörü, artan gıda talebi, çevresel sürdürülebilirlik gereklilikleri ve iklim değişikliğinin etkileri nedeniyle büyük bir dönüşüm sürecinden geçmektedir. Tarımsal üretimde yüksek verimlilik sağlamak ve çevresel etkileri minimize etmek için entegre gübreleme yönetimi kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, bitki besleme modelleri ve ileri veri analitiği teknikleri, gübre kullanım etkinliğini artırarak hem verim hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından yenilikçi çözümler sunmaktadır.

Bu çalışmada, gübreleme yönetiminde kullanılan modelleme yaklaşımları incelenmiş, besin elementi optimizasyonu ve verim tahmini için yapay zekâ (YZ) ve makine öğrenmesi (MÖ) tabanlı tekniklerin rolü ele alınmıştır. Hassas tarım uygulamalarında, büyük veri analitiği ve uzaktan algılama teknikleri ile entegre edilen bitki besleme modelleri, farklı toprak tipleri ve iklim koşulları altında optimal gübreleme stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Makine öğrenmesi tabanlı gübreleme sistemleri, toprak verisi, bitki besin içeriği ve iklim değişkenlerini analiz ederek gübreleme önerilerini özelleştirebilir. Özellikle IoT (Nesnelerin İnterneti) destekli tarımsal sensörler ve karar destek sistemleri, tarım alanlarında gerçek zamanlı besin yönetimi sağlayarak gübre kullanım verimliliğini artırmaktadır.

Sonuç olarak, gelişmiş modelleme teknikleri ve veri bilimi yöntemleri, tarımda sürdürülebilir gübreleme yönetimini desteklemekte ve tarımsal üretkenliği optimize etmektedir. Gelecekte, bu teknolojilerin daha geniş çapta uygulanmasıyla, tarımsal ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması ve tarımın daha verimli hale getirilmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitki besleme modelleri, gübreleme yönetimi, hassas tarım, veri analitiği, yapay zekâ, makine öğrenmesi, sürdürülebilir tarım

ABSTRACT

The global agricultural sector is undergoing a significant transformation due to increasing food demand, environmental sustainability requirements, and the impacts of climate change.

Integrated fertilization management plays a crucial role in ensuring high agricultural productivity while minimizing environmental footprints. In this context, plant nutrition models and advanced data analytics techniques provide innovative solutions to enhance fertilizer use efficiency, improving both yield and environmental sustainability.

This study explores modeling approaches in fertilization management, emphasizing the role of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML)-based techniques in nutrient optimization and yield prediction. Integrated with big data analytics and remote sensing techniques, plant nutrition models in precision agriculture facilitate the development of optimal fertilization strategies across various soil types and climatic conditions.

Machine learning-based fertilization systems can analyze soil data, plant nutrient content, and climate variables to provide customized fertilization recommendations. Notably, Internet of Things (IoT)-enabled agricultural sensors and decision support systems enhance real-time nutrient management in farmlands, improving fertilizer use efficiency.

In conclusion, advanced modeling techniques and data science methodologies significantly contribute to sustainable fertilization management and agricultural productivity optimization. The broader adoption of these technologies in the future is expected to mitigate negative environmental impacts while making agriculture more efficient and sustainable.

Keywords: Plant nutrition models, fertilization management, precision agriculture, data analytics, artificial intelligence, machine learning, sustainable agriculture.

1.Introduction

The increasing global demand for food, coupled with limited natural resources and growing concerns about environmental sustainability, has brought to the forefront the need for more efficient, targeted, and eco-friendly fertilization strategies in agricultural production systems. Traditional fertilization practices are often based on trial-and-error methods and generalized dosage recommendations, which frequently lead to either excessive or insufficient fertilizer use—resulting in both economic losses and environmental problems (Zhao et al., 2016).

The efficient use of essential nutrients such as phosphorus, nitrogen, and potassium is not only vital for achieving optimal yields but also strategically important for preserving soil health, preventing water pollution, and reducing greenhouse gas emissions. In this context, plant nutrition models have emerged as powerful tools that function as decision support systems capable of simulating crop nutrient demands based on growth stages, species, environmental conditions, and soil characteristics (Greenwood et al., 1990). Plant nutrition models integrate

various factors such as physiological processes, soil–plant–atmosphere interactions, nutrient uptake kinetics, and yield responses to provide optimized recommendations regarding the timing, dosage, and methods of fertilization. These models range from simple empirical approaches based on regression analysis to complex process-based mechanistic models (Dreccer et al., 2000).In recent years, the integration of these models with remote sensing data, IoT-based sensors, geographic information systems (GIS), and machine learning algorithms has enabled more precise, real-time, and predictive fertilization applications at the local scale (Li et al., 2021). These advancements have significantly contributed to the expansion of site-specific nutrient management (SSNM) approaches and the more efficient use of agricultural inputs.

The aim of this study is to comprehensively examine the innovative solutions that plant nutrition models offer in fertilization management, to assess different model types (empirical, mechanistic, hybrid), and to evaluate their field applicability, accuracy levels, and contributions to sustainable agriculture. Additionally, the integration of these models with digital agriculture practices, their evolution into decision support systems, and future perspectives will also be addressed.

2. Classification and Functional Structure of Plant Nutrition Models

Plant nutrition models are data-driven decision support tools used in fertilization management and are classified based on their structural complexity, data requirements, and modeling approaches. Understanding these classifications is critical for both grasping their theoretical foundations and selecting the appropriate model for field applications.

Empirical Models

Empirical models are based on statistical relationships derived from past observations and experimental data. They typically operate through regression analysis or correlation-based prediction systems. These models offer ease of use and rapid results; however, their limited consideration of environmental variability often restricts their generalizability (Zhao et al., 2016).

Mechanistic Models

Mechanistic (process-based) models are more complex systems that simulate the dynamics of plant nutrients within the soil–plant system at physical, chemical, and biological levels. These models enable more accurate predictions by accounting for processes such as nutrient transport in soil, uptake by plants, and transformation or degradation mechanisms (Greenwood et al., 1990; Dreccer et al., 2000).

Hybrid Models and Data-Driven Approaches

Next-generation models combine mechanistic frameworks with artificial intelligence (AI)-based algorithms such as data mining and machine learning to form hybrid models. With their ability to learn from large datasets, these models can perform generalized and location-specific analyses. Particularly when integrated with remote sensing tools (e.g., NDVI, SPAD, hyperspectral imaging), sensor data, and climate forecasts, these models allow for real-time fertilization planning (Li et al., 2021). Algorithms such as artificial neural networks (ANN), random forests, and support vector machines (SVM) can process multiple variables simultaneously—such as plant growth, leaf nutrient status, and yield responses—and be embedded into decision support systems (Sharma et al., 2020).

Model Selection and Intended Use

Model selection typically depends on the type of data available, target applications (e.g., fertilizer dose optimization, environmental impact minimization, profitability), and the technical capacity of the farm. While simple empirical models may suffice for small-scale producers, sensor-integrated mechanistic or hybrid models offer more comprehensive solutions for large-scale integrated farming operations.

3. The Role of Plant Nutrition Models in Precision Agriculture

Recent advances in digitization and sensor technologies in agriculture have transformed plant nutrition models from mere predictive tools into real-time decision support systems. This transformation is particularly relevant within the scope of Precision Agriculture, enabling the optimization of fertilization practices based on spatial, temporal, and crop-specific variations.

Site-Specific Nutrient Management (SSNM)

SSNM aims to determine the nutrient requirements of each sub-field area and apply fertilizers accordingly. By using soil maps, plant sensors, yield maps, NDVI, SPAD indices, and drone-based remote sensing data, the accuracy of modeling is significantly improved (Dobermann & Cassman, 2004). These models evaluate each plot’s nutrient uptake capacity and yield potential individually, thereby preventing both over- and under-fertilization. The result is increased yield, reduced input costs, and minimized environmental impacts.

IoT Sensors and Real-Time Data Flow

When IoT-based sensors that measure parameters such as NPK levels, soil moisture, pH, EC, and temperature in real time are integrated into plant nutrition models, it becomes possible to create dynamic fertilization programs. These systems are especially effective in greenhouses,

vertical farming, and controlled-environment agriculture, paving the way for model-based automation (Li et al., 2021).

Remote Sensing and Spectral Data Integration

Indicators such as leaf chlorophyll content, water stress levels, and biomass—obtained via multispectral and hyperspectral imaging—can be cross-validated with model outputs to enhance accuracy (Gnyp et al., 2014). This allows the model to update its recommendations not only with historical data but also with real-time physiological status of the plant. AI-supported models increasingly utilize such spectral data to detect anomalies, assess fertilization needs, and forecast potential yields (Sharma et al., 2020).

Integration into Decision Support Systems

When plant nutrition models are integrated with farm management software, they provide users with comprehensive decision support dashboards. These dashboards allow producers to test different scenarios (e.g., reducing nitrogen dose by 20%) and visualize the recommended fertilizer type, timing, and application area. This approach offers not just answers to "how much fertilizer to apply," but also insights into economic return, environmental impact, and projected yield—supporting holistic farm management.

4. Sustainability Assessment and Environmental Benefits

Plant nutrition models are developed and increasingly adopted not only to enhance agricultural productivity but also to promote environmental sustainability. Growing concerns such as soil degradation, water pollution, greenhouse gas emissions, and biodiversity loss have made the ecological drawbacks of conventional fertilization practices more apparent. In this context, plant nutrition models contribute directly and indirectly to the following sustainability outcomes:

Reduction of Excess Fertilizer Use and Nutrient Losses

Overapplication of nitrogen and phosphorus in conventional practices often leads to nutrient accumulation in the soil, which is subsequently leached into waterways, causing serious issues such as eutrophication. Plant nutrition models mitigate such reactive nitrogen pollution by recommending only the necessary amounts, thereby helping to preserve the soil–water balance (Zhang et al., 2015). Furthermore, by simulating the risks of nutrient leaching and gaseous losses (volatilization, denitrification), they ensure that nutrients are applied with optimal timing.

Mitigation of Greenhouse Gas Emissions

Incorrect use of nitrogen-based fertilizers results in the emission of N_2O (nitrous oxide), a greenhouse gas nearly 300 times more potent than CO_2. Mechanistic models are capable of estimating such emissions at the source, facilitating the optimization of carbon footprints (IPCC, 2019). This enables producers to identify and adopt climate-smart practices more effectively.

Preservation of Soil Health

Chemical imbalances in soil—such as low pH, salinity, and toxic element accumulation—are often linked to improper fertilization practices. Models help maintain nutrient balance and develop strategies to preserve soil organic matter (FAO, 2020), thereby minimizing soil degradation and promoting long-term fertility.

Ecological Intensification and Agroecological Integration

Plant nutrition models form the basis of ecological intensification strategies, which aim to increase productivity through environmentally compatible agricultural systems. These approaches prioritize the reduction of chemical inputs and the optimization of biological processes. When expanded to include variables such as biofertilization, organic matter use, and microbial activity, models can be seamlessly integrated into agroecological farming systems (Tittonell & Giller, 2013).

5. Future Perspectives and Digital Transformation

With the development of digital agriculture technologies, plant nutrition models are evolving from scientific simulation tools into integrated decision support systems. This transformation is being driven by the incorporation of data science, artificial intelligence (AI), Internet of Things (IoT), and remote sensing technologies into agriculture. Especially in the face of climate change, rising input costs, and sustainability pressures, models must become more functional, adaptable, and intelligent.

AI-Supported Forecasting and Model Learning

Artificial intelligence, particularly machine learning (ML) and deep learning (DL), has significantly improved the predictive capabilities of plant nutrition models, even in the presence of noisy or incomplete data. Algorithms such as artificial neural networks, support vector machines, and gradient-boosted trees (e.g., XGBoost) are being integrated with crop growth models to create predictive systems that can utilize both historical and real-time field data (Kamilaris & Prenafeta-Boldú, 2018).

These systems are not limited to static outputs; they function as learning algorithms that continually update themselves. As a result, adaptive fertilization strategies can be reshaped according to changing climate conditions and evolving yield targets. As the volume and diversity of agricultural data grow, cloud-based infrastructures have become indispensable for storing, processing, and analyzing this data. Today, plant nutrition models are no longer confined to local computers but operate as intelligent services accessible via cloud-based agricultural platforms, offering real-time guidance to farmers (Wolfert et al., 2017). Combining multi-year field data, remote sensing archives, and sensor data on a unified modeling platform enables both retrospective analysis and future projections.

Modern model systems are highly adaptable thanks to modular design structures. Especially open-source models (e.g., DSSAT, APSIM, STICS) are continuously updated by researchers and developers and can be customized with region-specific data. This flexibility provides a major advantage in both local agricultural planning and climate-focused risk management.

In the future, plant nutrition models will not merely offer fertilizer recommendations but will function as multifunctional components within comprehensive production decision-support systems. These systems are being developed to offer, on a single platform, integrated guidance on nutrition, irrigation scheduling, and pest management. The "digital twin" approach enables the creation of a virtual replica of the field, allowing simulation and evaluation of different management scenarios.

6. Result and Conclusion

Plant nutrition models have become one of the most critical technological tools developed to increase agricultural productivity while minimizing environmental impact. Their dynamic, precise, and data-driven approaches offer alternatives to traditional fertilization methods, enabling more rational and sustainable practices. With the advancement of digital agriculture, these models play a vital role not only in determining fertilizer doses but also in shaping comprehensive agricultural management strategies.Based on the model types, technological integrations, and sustainability benefits examined in this study, the following recommendations are proposed:

- Models should be selected according to local conditions and evaluated alongside field observations.
- Practical decision support systems, supported by remote sensing, sensors, and mobile applications, should be widely adopted.

- Model recommendations should be evaluated not only for yield but also for economic return and environmental risks.
- Enriching data repositories is a priority to enhance model accuracy; long-term, multi-location experimental data is particularly valuable.
- Mechanistic models should be hybridized with AI algorithms to improve their learning capacity.
- Open-source, modular, and user-friendly models should be developed to ensure accessibility for both researchers and practitioners.
- Models involving precision fertilization should be integrated into agricultural subsidy policies, and producers should be incentivized.
- Incentive mechanisms based on ecosystem service contributions should be established to promote the widespread use of model-based applications.
- The digital infrastructure of agriculture (e.g., cloud platforms, mobile applications, data security) should be strengthened as a strategic priority for sustainable fertilization.

Plant nutrition models are not merely technological innovations but also represent the epistemological foundation for transitioning to sustainable agriculture. Fully harnessing their power requires a multi-actor, interdisciplinary, and systems-level approach. With appropriate policy support, these models are poised to form the intersection of productivity, profitability, and environmentally friendly agriculture.

References

Dobermann, A., & Cassman, K. G. (2004). Environmental dimensions of fertilizer nitrogen: What can be done to increase nitrogen use efficiency and ensure global food security? *AMBIO: A Journal of the Human Environment, 31*(2), 132–140. https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.2.132

Dreccer, M. F., van Oijen, M., Schapendonk, A. H. C. M., & Pot, C. S. (2000). Dynamics of nitrogen and dry matter in reproductive tillers of spring wheat under combined nitrogen and water stress. *Annals of Botany, 86*(4), 731–740. https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1236

FAO. (2020). *State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://www.fao.org/3/i1500e/i1500e00.htm

Gnyp, M. L., Miao, Y., Yuan, F., Xu, S., Ustin, S. L., Yu, K., ... & Bareth, G. (2014). Hyperspectral canopy sensing of paddy rice aboveground biomass at different growth stages. *Field Crops Research, 155*, 42–55. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.09.023

Greenwood, D. J., Lemaire, G., Gosse, G., Cruz, P., Draycott, A., & Neeteson, J. J. (1990). Decline in percentage N of C3 and C4 crops with increasing plant mass. *Annals of Botany, 66*(4), 425–436. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088036

IPCC. (2019). *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and*

Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/srccl/

Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture, 147*, 70–90. https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016

Li, Y., Yu, H., Wang, Y., Guo, L., & Li, Z. (2021). Smart agriculture system based on IoT and edge computing for greenhouse environment monitoring and control. *Computers and Electronics in Agriculture, 187*, 106270. https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106270

Sharma, N., Patel, A. K., Kumar, A., Singh, R. P., & Prasad, M. (2020). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): Emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology, 36*, 11. https://doi.org/10.1007/s11274-020-2795-3

Tittonell, P., & Giller, K. E. (2013). When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. *Field Crops Research, 143*, 76–90. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.10.007

Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems, 153*, 69–80. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023

Zhang, X., Davidson, E. A., Mauzerall, D. L., Searchinger, T. D., Dumas, P., & Shen, Y. (2015). Managing nitrogen for sustainable development. *Nature, 528*(7580), 51–59. https://doi.org/10.1038/nature15743

INTEGRATION OF CULTIVATED AND WILD LEGUME GENOTYPES INTO BREEDING PROGRAMS

Murat TUNC
Harran University, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Sanliurfa, Türkiye.
ORCID: 0009-0008-8406-4824
Süreyya Betül RUFAIOGLU
Harran University, Agriculture Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Sanliurfa, Türkiye.
ORCID: 0009-0006-0225-7629

ÖZET

Yerel ve geleneksel baklagil genotipleri, yüksek adaptasyon yetenekleri, genetik çeşitlilikleri ve stres faktörlerine karşı dayanıklılıkları sayesinde sürdürülebilir tarımsal üretimin temel taşlarından biridir. Ancak, modern tarım uygulamalarında ticari baklagil çeşitlerine odaklanılması, bu genetik kaynakların ıslah programlarına entegrasyonunu sınırlamaktadır. Yerel ve geleneksel genotiplerin ıslah süreçlerine dahil edilmesi, iklim değişikliği, biyotik ve abiyotik stresler gibi küresel tarımsal zorluklara karşı dirençli ve yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.Bu çalışmada, yerel ve geleneksel baklagil genotiplerinin modern ıslah programlarına entegrasyonuna yönelik stratejiler incelenmiştir. Genetik haritalama, marker destekli seleksiyon ve genomik seleksiyon gibi ileri düzey biyoteknolojik yöntemlerin kullanımı, bu genetik kaynakların potansiyelinin belirlenmesini ve hedeflenen özelliklerin etkin bir şekilde ıslah programlarına entegre edilmesini sağlamaktadır.Yerel genotiplerin ıslah programlarına dahil edilmesi, gıda güvenliği açısından önemli olup, özellikle kuraklık, tuzluluk ve hastalıklara dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, çiftçilerin geleneksel tarım uygulamalarındaki bilgi ve deneyimlerinin modern ıslah süreçleriyle entegre edilmesi hem yerel çeşitlerin korunmasını hem de tarımsal üretkenliğin artırılmasını desteklemektedir.

Sonuç olarak, yerel ve geleneksel baklagil genotiplerinin modern ıslah programlarına entegrasyonu, sürdürülebilir tarım uygulamalarının güçlendirilmesi ve küresel gıda arzının güvence altına alınması açısından büyük önem taşımaktadır. Gelecekte, bu genetik kaynakların daha etkin şekilde değerlendirilmesi için multidisipliner araştırmaların artırılması ve politika düzeyinde desteklenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yerel genotipler, geleneksel baklagiller, bitki ıslahı, genomik seleksiyon, biyoteknoloji, tarımsal sürdürülebilirlik.

ABSTRACT

Cultivated and wild legume genotypes are essential genetic resources for sustainable agricultural production due to their broad genetic diversity, environmental adaptability, and resilience to biotic and abiotic stresses. However, modern agricultural systems primarily focus on commercial legume varieties, often neglecting the potential of these valuable genotypes in breeding programs. The integration of cultivated and wild genotypes into breeding strategies is crucial for developing high-yielding and stress-resistant legume varieties, addressing global agricultural challenges such as climate change, pest outbreaks, and soil degradation.This study explores approaches for incorporating cultivated and wild legume genotypes into modern breeding programs. Advanced genomic techniques, including genetic mapping, marker-assisted selection (MAS), and genomic selection, allow for the identification and targeted utilization of beneficial traits, ensuring their effective deployment in breeding initiatives.The inclusion of cultivated genotypes in breeding programs is particularly significant for enhancing food security, as they provide essential traits for drought tolerance, salinity resistance, and disease resilience. Furthermore, integrating traditional agricultural knowledge with modern breeding techniques not only preserves genetic diversity but also improves breeding efficiency and adaptation to diverse agroecological conditions.

In conclusion, the incorporation of cultivated and wild legume genotypes into contemporary breeding programs is a vital step toward achieving sustainable agriculture and ensuring global food security. Future research should prioritize interdisciplinary collaboration and policy-driven initiatives to optimize the utilization of these genetic resources.

Keywords: Cultivated genotypes, wild legumes, plant breeding, genomic selection, biotechnology, agricultural sustainability.

1.INTRODUCTION

The complex and interrelated challenges of increasing global food demand, climate change, land degradation, and the depletion of natural resources pose significant threats to agricultural production systems in the 21st century. In particular, the need for alternative solutions is intensifying in developing countries to ensure food security and to maintain the sustainability of production systems. In this context, legume species (Fabaceae) have become indispensable components of sustainable agriculture due to their role as essential sources of protein and micronutrients in human nutrition, as well as their ability to provide key ecosystem services such as biological nitrogen fixation (BNF) (Graham & Vance, 2003; Unkovich et al., 2008).

Although modern plant breeding has played a significant role in increasing yields over the past decades, these achievements have often been built on a narrow genetic base. Conventional breeding processes, carried out under intense selection pressure, have resulted in genetic bottlenecks among commercial cultivars, leading to weakened resistance to both biotic and abiotic stress factors (McCouch et al., 2013). The limited genetic diversity of breeding materials results in insufficient adaptive capacity under newly emerging environmental stress conditions, threatening future agricultural productivity. Wild legume genotypes, shaped by thousands of years of natural selection, offer a broad spectrum of genetic variation and serve as unique genetic resources that have adapted to diverse environmental pressures. Their natural tolerance mechanisms to drought, salinity, high temperatures, and pests make them valuable genetic reservoirs for modern breeding materials (Warschefsky et al., 2014). Incorporating these traits into cultivated species not only enhances the adaptive capacity of breeding programs but also helps mitigate genetic erosion (Tanksley & McCouch, 1997).

In recent years, advances in molecular biology, genomics, and phenotyping technologies have enabled the identification and effective integration of wild genetic resources into breeding programs. Techniques such as marker-assisted selection (MAS), genome-wide association studies (GWAS), quantitative trait loci (QTL) mapping, and precise gene-editing tools like CRISPR-Cas9 provide a scientific foundation for this process while also accelerating breeding timelines and expanding the possibilities for targeted cultivar development (Varshney et al., 2019).

This study aims to explore the potential, challenges, practical strategies, and future perspectives for integrating cultivated and wild legume genotypes into breeding programs. The objective is to highlight the strategic role of wild species in preserving and reconstructing genetic diversity for the promotion of sustainable agricultural productivity, from both scientific and applied perspectives.

2. The Significance and Potential of Wild Genotypes

Wild relatives represent a crucial genetic reservoir for the foundational and adaptive capacities of domesticated legume species. These taxa have evolved under natural selection over thousands of years, developing resistance to harsh environmental conditions such as drought, salinity, extreme temperatures, and poor soil fertility. Alleles conferring resistance to abiotic stress factors and various fungal, bacterial, or viral pathogens are often preserved within wild genotypes (Dwivedi et al., 2008). These traits are of immense value for broadening the narrow

gene pool of cultivated genotypes by introducing novel functional variants (Tanksley & McCouch, 1997).Modern legume cultivars have been predominantly selected for high yield, quality traits, and market acceptability. However, this selection process has frequently resulted in the loss of adaptive traits, such as tolerance to biotic and abiotic stress (Zhang et al., 2016). In this regard, wild genotypes are being re-evaluated as "new genetic resources." For example, the wild ancestor of chickpea, *Cicer reticulatum*, harbors genes conferring resistance to drought, *Verticillium* wilt, and *Fusarium* wilt (Abbo et al., 2003; Berger et al., 2005). Similarly, wild relatives of lentil (*Lens orientalis*) possess adaptive genes for salinity tolerance and low phosphorus availability (Singh et al., 2014). Utilizing the potential of wild species not only supports the development of stress-resilient cultivars but also contributes to the conservation of agro-biodiversity that underpins ecosystem services. As climate change leads to increasing environmental uncertainties, the flexibility provided by plant genetic resources becomes more vital. Genetically diverse plant varieties offer advantages beyond stress tolerance, including enhanced potential for microbial symbiosis and soil interaction (Gepts, 2006).

Moreover, the high allelic diversity found in wild genotypes enables the development of genetic configurations offering resistance to multiple stress factors simultaneously (Dempewolf et al., 2017). This provides a critical contribution to the emerging breeding objective of "multiple stress tolerance." Therefore, systematic identification, molecular and functional characterization, and the integration of wild genotypes into pre-breeding programs are necessary. Establishing compatible genetic combinations with cultivated species is essential not only for yield improvement but also for building sustainable, environmentally friendly, and climate-resilient agricultural systems (Bohra et al., 2019).

3. Integration of Cultivated and Wild Legume Genotypes into Breeding Programs

The primary goal of breeding programs is to enhance agricultural productivity while simultaneously improving resilience to environmental stresses, resistance to biotic factors, and quality traits. However, reliance solely on domesticated genotypes inevitably leads to genetic bottlenecks (McCouch, 2004). Consequently, the integration of cultivated and wild legume genotypes has become a strategic necessity for the sustainability of modern breeding initiatives.

Genetic Foundations and Importance of Integration

Throughout domestication, many legume species underwent directional selection from natural populations, which provided high yield and uniformity but resulted in the loss of adaptive traits (Tanksley & McCouch, 1997). In contrast, wild genotypes represent a gene pool rich in

polymorphism and tolerant alleles, shaped by adaptation to diverse ecological niches. Incorporating this genetic variation into cultivated species broadens the genetic base and enhances the adaptive potential to new environmental conditions (Dempewolf et al., 2017). Through the integration of wild species, it is possible to develop genotypes resistant to diverse stressors such as drought (Hamwieh et al., 2013), salinity (Singh et al., 2014), pathogen pressure (Rubiales et al., 2011), and nutrient deficiencies.

Approaches Used in the Integration Process

Several approaches are employed to integrate cultivated and wild genotypes:

- **Pre-breeding:** Wild genotypes carrying desirable traits are initially crossed with elite lines to generate transition materials compatible with commercial varieties (Dwivedi et al., 2016).
- **Introgression Lines (ILs):** Target genomic regions from wild species are introgressed while maintaining the remainder of the genome from the cultivated parent, thus minimizing linkage drag and eliminating undesirable traits (Zamir, 2001).
- **Advanced Molecular Techniques:** Marker-assisted selection (MAS), QTL mapping, genome-wide association studies (GWAS), and gene editing technologies (e.g., CRISPR-Cas9) enable rapid and precise introgression of beneficial genes from wild species into breeding pipelines (Varshney et al., 2019; Bohra et al., 2022).
- **Pan-genome Analyses:** Comparative genomic studies between wild and cultivated relatives reveal novel variants and facilitate the localization of target gene regions (Tao et al., 2021).
- *Cicer reticulatum* introgression into chickpea breeding programs, resulting in varieties resistant to drought and Ascochyta blight (Berger et al., 2005).
- QTLs from *Lens ervoides* and *Lens nigricans* conferring salinity and phosphorus deficiency tolerance in lentil (Singh et al., 2014).
- Genetic materials from *Arachis duranensis* and *Arachis ipaensis* conferring resistance to nematodes and leaf spot diseases in peanut (Pandey et al., 2016).

System-Level Benefits of Integration

Beyond genetic gains, these integrations reduce the ecological footprint of agricultural production, lower dependency on external inputs, and enhance the resilience of agroecosystems to climatic variability (Gepts, 2006). Therefore, the joint evaluation of cultivated and wild genotypes represents not only a critical strategy for plant breeding but also a broader approach aligned with sustainable development goals.

4. Challenges and Strategic Solutions in Breeding Programs

Although the integration of cultivated and wild legume genotypes into breeding programs holds high theoretical potential, it faces numerous technical, biological, socio-economic, and structural challenges in practice. Identifying these obstacles and developing practical solutions is essential to ensure the success of integrated breeding strategies.

Genetic Incompatibility and Linkage Drag

One of the most fundamental biological challenges encountered in crosses with wild species is genetic incompatibility and linkage drag. Some wild species are genetically distant from cultivated varieties, resulting in poor seed set or low fertility (Tanksley & McCouch, 1997). Additionally, undesirable traits linked to the target gene may also be transferred—this phenomenon is known as "linkage drag" and may negatively impact yield, quality, and adaptability (Zamir, 2001). Solution Strategy: To overcome this, backcrossing, development of introgression lines, and marker-assisted selection (MAS) techniques are commonly used. Furthermore, biotechnological tools such as bridge lines and embryo rescue can be employed to enhance genetic compatibility (Dwivedi et al., 2016).

Undesirable Agronomic Traits in Wild Genotypes

Although wild species are genetically diverse, they often exhibit agronomically undesirable traits such as low yield, small seed size, late flowering, and high levels of anti-nutritional compounds. These traits may hinder market acceptance of newly developed varieties (Singh et al., 2014). Solution Strategy: Multi-location trials evaluating genotype × environment interaction can facilitate the selection of high-yielding and adaptive individuals. Additionally, QTL mapping and gene-editing tools (e.g., CRISPR-Cas9) allow for precise introgression of desirable traits while excluding undesirable ones (Bohra et al., 2022).

Length and Resource Intensity of the Breeding Process

Integrating wild genotypes into breeding pipelines is often time-consuming and resource intensive. Pre-breeding, in particular, can span several years and may not always result in market-ready varieties (Dwivedi et al., 2016). Solution Strategy: Speed breeding techniques can accelerate the development of multiple generations within a single season (Watson et al., 2018). Public-private partnerships and support from international gene banks (e.g., ICRISAT, ICARDA) can also enhance systematic access to pre-breeding materials.

Market Demand and Policy Barriers

Farmer interest in varieties developed from wild genotypes largely depends on market value and consumer acceptance. The culinary or processing characteristics of such varieties may differ from conventional preferences. Moreover, in many countries, breeding policies and support mechanisms still focus on genetically narrow, high-yielding cultivars (FAO, 2021).

Solution Strategy: Developing value chains in local markets, providing farmer training, and using participatory breeding approaches can better align breeding objectives with farmer and consumer expectations. At the policy level, support mechanisms that focus on genetic diversity and sustainability should be established (Gepts, 2006).

5. Results and Conclusion

Expanding the genetic base in legume breeding and developing adaptive varieties is a strategic necessity in response to the environmental and biotic threats confronting modern agricultural production systems. In this context, the integration of cultivated and wild legume genotypes facilitates both the restructuring of genetic diversity and the development of resilient, productive, and sustainable varieties. Wild genotypes harbor many adaptive traits lost during domestication. Reintroducing these traits into modern breeding programs is critical for maintaining agricultural stability under climate-induced stress. However, this integration process involves numerous challenges, including genetic incompatibility, linkage drag, suboptimal agronomic performance, and economic uncertainty. Therefore, a multidimensional approach is required—not only biological but also organizational and political.

Strategic Recommendations:

1. **Increase investment in pre-breeding:** Public and private sector collaborations should be encouraged to facilitate more effective crosses between wild and cultivated types. Material exchange among gene banks and research centers should be accelerated.

2. **Utilize molecular tools more actively:** Techniques such as QTL mapping, genomic selection, MAS, and CRISPR-Cas9 gene editing should be promoted to enhance the speed and accuracy of the integration process.

3. **Support participatory breeding approaches:** Involving farmers' local knowledge and experience in the breeding process will boost the adoption of newly developed varieties and strengthen socio-economic sustainability.

4. **Establish policy-level support mechanisms:** Agricultural support systems should be restructured to include not only yield but also genetic diversity, ecosystem services, and environmental benefits.

5. **Enhance marketing and awareness:** The advantages of varieties derived from wild genotypes should be more effectively promoted at both producer and consumer levels to improve market access.

The conservation and effective utilization of genetic resources is not merely about preserving biological heritage, but also about constructing food security and environmental sustainability for the future. In this regard, the synergistic integration of cultivated and wild legume genotypes must be considered a cornerstone of sustainable breeding strategies.

References

Abbo, S., Berger, J., & Turner, N. C. (2003). Evolution of cultivated chickpea: Four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Functional Plant Biology*, 30(10), 1081–1087. https://doi.org/10.1071/FP03084

Berger, J. D., & Turner, N. C. (2005). The ecology of chickpea: Constraints and adaptation. In S. S. Yadav et al. (Eds.), *Chickpea breeding and management* (pp. 17–34). CAB International.

Bohra, A., Chand, J., Saxena, R. K., et al. (2019). Integrating genomics and molecular breeding for achieving food and nutritional security in legume crops. *Theoretical and Applied Genetics*, 132(5), 1321–1339. https://doi.org/10.1007/s00122-019-03220-5

Bohra, A., Jha, U. C., Godwin, I. D., & Varshney, R. K. (2022). Genomic interventions for sustainable agriculture. *Trends in Plant Science*, 27(6), 567–587. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2022.02.003

Dempewolf, H., Baute, G., Anderson, J., Kilian, B., Smith, C., & Guarino, L. (2017). Past and future use of wild relatives in crop breeding. *Crop Science*, 57(3), 1070–1082. https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0885

Dwivedi, S. L., Britt, A. B., Tripathi, L., Sharma, S., Upadhyaya, H. D., & Ortiz, R. (2016). Haploids: Constraints and opportunities in plant breeding. *Biotechnology Advances*, 33(6), 812–829. https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.07.001

FAO. (2021). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture: Systems at breaking point*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gepts, P. (2006). Plant genetic resources conservation and utilization: The accomplishments and future of a societal insurance policy. *Crop Science*, 46(5), 2278–2292. https://doi.org/10.2135/cropsci2006.03.0169gas

Graham, P. H., & Vance, C. P. (2003). Legumes: Importance and constraints to greater use. *Plant Physiology*, 131(3), 872–877. https://doi.org/10.1104/pp.017004

Hamwieh, A., Imtiaz, M., & Malhotra, R. S. (2013). Multi-environment field testing and identification of drought-tolerant lentil genotypes. *Euphytica*, 193(1), 23–37. https://doi.org/10.1007/s10681-013-0892-5

McCouch, S. (2004). Diversifying selection in plant breeding. *PLoS Biology*, 2(10), e347. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020347

Pandey, M. K., Varshney, R. K., Sudini, H., et al. (2016). MutMap approach facilitates rapid identification of candidate genes and development of markers associated with resistance to late leaf spot disease in groundnut. *The Plant Genome*, 10(1), 1–11. https://doi.org/10.3835/plantgenome2016.07.0067

Rubiales, D., Flores, F., Emeran, A. A., Kharrat, M., Amri, M., & Rojas-Molina, M. M. (2011). Identification and multi-environment validation of resistance to Ascochyta blight and broomrape in chickpea. *Field Crops Research*, 121(2), 203–210. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.12.011

Singh, M., Malhotra, R. S., Singh, V. K., et al. (2014). Genetic diversity and population structure in lentil (Lens culinaris Medikus subsp. culinaris) germplasm using SSR markers. *Plant Genetic Resources*, 12(2), 91–98. https://doi.org/10.1017/S1479262113000414

Tanksley, S. D., & McCouch, S. R. (1997). Seed banks and molecular maps: Unlocking genetic potential from the wild. *Science*, 277(5329), 1063–1066. https://doi.org/10.1126/science.277.5329.1063

Tao, Y., Zhao, X., Mace, E., Henry, R. J., & Jordan, D. (2021). Exploring and exploiting pan-genomics for crop improvement. *Molecular Plant*, 14(4), 531–532. https://doi.org/10.1016/j.molp.2021.02.002

Varshney, R. K., Bohra, A., Yu, J., & Graner, A. (2019). Designing future crops: Genomics-assisted breeding comes of age. *Trends in Plant Science*, 24(7), 560–574. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.03.010

Watson, A., Ghosh, S., Williams, M. J., et al. (2018). Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding. *Nature Plants*, 4(1), 23–29. https://doi.org/10.1038/s41477-017-0083-8

Zamir, D. (2001). Improving plant breeding with exotic genetic libraries. *Nature Reviews Genetics*, 2(12), 983–989. https://doi.org/10.1038/35103590

Zhang, H., Mittal, N., Leamy, L. J., Barazani, O., & Song, B. H. (2016). Back into the wild—Apply untapped genetic diversity of wild relatives for crop improvement. *Evolutionary Applications*, 10(1), 5–24. https://doi.org/10.1111/eva.12434

İKİ FARKLI FOTOPERİYOT VE LED SPEKTRUMUNUN AEROPONİK VE MED-CEZİR SİSTEMLERİNDE YETİŞTİRİLEN MARULUN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Abdullah ALDİYAB
Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Adana, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8607-1499
H. Yıldız DAŞGAN
Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Adana, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8607-1499

Özet

İki farklı LED aydınlatma, iki farklı fotoperiyot ve iki farklı hidroponik teknik (aeroponik ve med-cezir) kullanılarak bir bitki fabrikasında marul yetiştirilmesine yönelik iki ayrı deney gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Batavia tipi "Capira" çeşidi marul yetiştirilmiştir. Ekimden on beş gün sonra marul fideleri aeroponik ve med-cezir sistemlerine aktarılmıştır. Bitki fabrikasında ortam koşulları, sıcaklık gündüz 20°C, gece 15°C olacak şekilde düzenlenmiş; fotoperiyotlar 16/8 saat (F1) ve 20/4 saat (F2) olarak uygulanmıştır. Ayrıca, CO_2 seviyesi yaklaşık 400 ppm, bağıl nem oranı ise %65-75 aralığında tutulmuştur. Marul bitkileri iki farklı LED aydınlatma altında yetiştirilmiştir: (1) %65 kırmızı (610-720 nm) + %35 mavi (450-495 nm) ve (2) tam PAR spektrumu (400-700 nm). Bu koşullar altında marul bitkileri aeroponik ve med-cezir sistemlerinde yetiştirilmiş ve deney süresince gelişimleri izlenmiştir.20 gün boyunca büyütülmüş ve ardından hasat edilmiştir. Aeroponik sistemde, gövde kuru ağırlığı ve gövde kuru madde oranında en yüksek değerler elde edilirken, bitki ağırlığı med-cezir sisteminde daha yüksek bulunmuştur. Aydınlatma açısından değerlendirildiğinde, gövde kuru madde hariç tüm morfolojik ölçümlerde en yüksek değerler LED2 uygulamasında kaydedilmiştir. Fotoperiyot açısından ise F2 uygulamasında, kök yaş ve kuru ağırlığı dışında tüm parametrelerde en yüksek değer elde edilmemiştir., sistem × aydınlatma × fotoperiyot kombinasyonlarında, kök yaş ve kuru ağırlığı ile yaprak sayısı LED2 x F1 x Aeroponik kombinasyonunda en yüksek değerleri kaydetmiştir.

Anahtar kelimeleri: Marul, Aydınlatma, Aeroponik, Medcezir.

EFFECTS OF TWO DIFFERENT PHOTOPERIODS AND LED SPECTRA ON THE MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LETTUCE GROWN IN AEROPONIC AND EBB-AND-FLOW SYSTEMS

Abstract

Two separate experiments were conducted in a plant factory to cultivate lettuce (Batavia-type 'Capira') using two different LED lighting systems, two different photoperiods, and two different hydroponic techniques (aeroponic and ebb-and-flow). Fifteen days after sowing, lettuce seedlings were transferred to aeroponic and ebb-and-flow systems. The environmental conditions in the plant factory were maintained at 20°C during the day and 15°C at night, with photoperiods of 16/8 hours (F1) and 20/4 hours (F2). Additionally, the CO_2 level was maintained at approximately 400 ppm, and the relative humidity was kept within the range of 65-75%. Lettuce plants were cultivated under two different LED lighting setups: (1) 65% red (610-720 nm) + 35% blue (450-495 nm) and (2) full PAR spectrum (400-700 nm). Under these conditions, lettuce plants were grown in aeroponic and ebb-and-flow systems, and their development was monitored throughout the experiment. The plants were grown for 20 days before harvesting. The highest values for stem dry weight and stem dry matter content were obtained in the aeroponic system, whereas plant weight was higher in the ebb-and-flow system. In terms of lighting, the highest values in all morphological measurements, except for stem dry matter content, were recorded under LED2 treatment. Regarding photoperiod, in F2 treatment no parameter showed high values except root fresh and dry weight. However, in system × lighting × photoperiod combinations, root fresh and dry weights, along with leaf number, reached their highest values in the LED2 × F1 × Aeroponic combination. For other measurements,

Keywords: Lettuce, Lighting, Aeroponic, Ebb And Flow.

Giriş:

Türkiye, bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle örtü altı üretim, iklim ve çevresel koşulların kısmen ya da tamamen kontrol altına alındığı modern bir tarım yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Artan nüfusla birlikte, temel ihtiyaçlarda da paralel bir artış gözlemlenmektedir. Beslenme ve barınma gibi gereksinimler, tarımsal üretimi doğrudan etkileyen faktörlerdir. Bu ihtiyaçların karşılanması sürecinde, tarım arazilerinin farklı amaçlarla kullanılması üretim alanlarının daralmasına neden olmuştur. Öte yandan, yüksek verim elde etmek amacıyla kullanılan yoğun mineral gübre ve kimyasal girdiler, çevre ve insan sağlığı

üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bu kimyasallar, özellikle yer altı ve yer üstü su kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadır (Daşgan ve ark., 2009).

İlk LED bitki yetiştirme lambaları, klorofil tarafından emilen dalga boylarına karşılık gelen kırmızı ve mavi LED'lerin çeşitli oranlarda kombinasyonları şeklinde tasarlanmıştır. Gerçekte, klorofil ve fotoreseptörler gibi birçok pigment, bitkilerde çiçeklenme, kök uzaması, biyokütle artışı, çimlenme gibi gelişimsel süreçleri etkilemektedir. Ancak bu etkilerin yalnızca kırmızı ve mavi dalga boyları ile istenen düzeyde sağlanması her zaman mümkün değildir. Bitkilerin kırmızı ve mavi dışındaki dalga boylarını da absorbe eden pigmentlere sahip olması ve ayrıca PAR (Fotosentetik Aktif Radyasyon) spektrumunun ötesindeki dalga boylarının da bitki morfolojisi ve metabolizması üzerinde önemli etkiler gösterebildiği anlaşılmıştır. Özellikle UV ışınımından kırmızı ötesine kadar uzanan geniş ve sürekli bir spektrum, yetiştiricilere ürünlerini hedeflenen kalite ve verim doğrultusunda yönlendirme açısından daha fazla olanak sunmaktadır.

Dikey tarım olarak bilinen kapalı alan bitki fabrikaları, çok katmanlı raf sistemleri ile yapay aydınlatma kullanılarak bitki yetiştirilen, çevresel koşulların tamamen kontrol altında tutulduğu üretim sistemleridir (Despommier, 2010; Kozai ve ark., 2015). Küresel iklim değişikliği ve artan kent nüfusu dikkate alındığında, tarım için uygun toprak, temiz su ve enerji gibi kaynakların sınırlı olması nedeniyle gıda güvenliği giderek daha önemli bir konu haline gelmiştir (Dunwoody, 2014; Liaros ve ark., 2016). Bu bağlamda, dikey tarım; arazi ve su kullanımında yüksek verimliliği nedeniyle çevresel açıdan sürdürülebilir bir üretim yöntemi olarak ortaya çıkmıştır (Despommier, 2013; Kozai, 2013; Kozai ve ark., 2015; Touliatos ve ark., 2016). Dikey tarımda arazi, su, CO_2 ve ışık enerjisi kullanım verimliliği sırasıyla sera koşullarına kıyasla 100, 40, 2 ve 1,7 kat daha fazladır (Kozai, 2007; Ohyama ve ark., 2003; Yokoi ve ark., 2005). Son yıllarda Japonya, Çin ve diğer Asya ülkelerinde kapalı alan dikey tarım tesislerinin sayısı hızla artmıştır (Kozai ve ark., 2015). Kuzey Amerika'da ise yapraklı sebzeler, aromatik bitkiler ve fide üretimi amacıyla ticari dikey tarım sistemleri kurulmuştur (Kozai ve ark., 2015).

Bu çalışmada, kapalı tip bir bitki fabrikası sisteminde hidroponik olarak yetiştirilen marulun büyüme özellikleri üzerindeki ışık türü ve fotoperiyot etkilerinin araştırılması önemli görülmüştür. Bu bağlamda, LED'ler tarafından sağlanan farklı ışık türleri ve fotoperiyotun marul yetiştiriciliği üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır.

Çalışma alanı

Tez çalışması 2024 ocak ayında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait "Kapalı Dikey Tarım AR-Ge tesisinde gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Yürütücü kurumda, 3.85 x2.50 x 3.40, 3.70 x 3.85 x 3.40 m (uzunluk x genişlik x tavan yüksekliği) ebatlarında iki adet iklim kontrolü bitki yetiştirme odasının bitki fabrikası olarak tasarlanması gerçekleştirilmiştir. Bu amaç için inşa edilen konteynerler içerisinde bitki çevre koşullarından sıcaklık, nem, ışıklanma gibi bitkinin optimum çevre koşullarını sağlayacak iklimlendirme donanımı ve otomatik kontrol sistemi kurulmuştur. İklim kontrollü yetiştirme odalarında marul bitkilerinin üretileceği dikey sistemler katlar şeklinde tasarlanmıştır. Büyütme odalarında kat raf yapılmıştır. Dünyada ticari bitki fabrikalarında dikey sitemlerde en fazla yetiştirilen ürün marul yeşil yapraklı sebzesi olduğu için bu çalışmada uluslararası pazarlarda en öne batavia tipi kıvırcık marul tipi seçilmiştir. Enza Zaden-AG Tohum firmasının "Su kültürleri" yetiştiriciliği için uygunluğunu beyan ettiği Caipira çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada "Med-Cezir" (Ebb-Flow) ile "Püskürtmeli su kültürü" (Aeroponik) teknikleri kullanılmıştır. Çlışma süresinde sıcaklık gece/gündüz 15/20 olarak tutulmuştur. 2 farklı ışık-karanlık fotoperyodimiz süresi ışık/ karanlık (F1 = 12/12, F2 = 18/6), ve 2 farklı LED aydınlatma kombinasyonu (LED1) %65 kırmızı (620-750 nm) + %35 mavi (450-495 nm) ve (LED2) tam PAR spektrumu (400-700 nm). Yetiştirme denemeleri kurulmuştur. Yetiştirme ortamında CO2 seviyesi 400 ppm sabit tutulmuştur.

Çizelge 1. Denemede kullanılan mineral gübreler ve besleme sistemindeki stok çözeltilerine eklenme şekilleri.

Stock A	Stock B
Kalsiyum Nitrat	Potasyum Sülfat
Fe—EDDHA	Mono Potasyum Fosfat
	Magnezyum Sülfat
	Potasyum Nitrat
	Mikro Elementler
	Çinko Sülfat
	Borik Asit
	Mangan Sülfat
	Bakır Sülfat
	Amonyum Molibdat

Çizelge 2. Tez çalışması süresince kullanılan besin çözeltisinde element konsantasyonları.

Mineral besin elementi	Konsantarsyon ($Mg\ L^{-1}$)
Azot (N)	230
Fosfor (P)	50
Potasyum (K)	320
Kalsiyum (Ca)	220
Mağnezyum (Mg)	60
Demir (Fe)	4,0
Mangan (Mn)	0,78
Bor (B)	0,51
Çinko (Zn)	0,50
Bakır (Cu)	0,23
Molibden (Mo)	0,18

Bitki Gelişmesi ve Ürün Kalitesine Ait Veriler

Tohum ekiminden itibaren su kültürü sistemlerine transfer edilen marul fideleri üzerinde, iki farklı su kültürü sistemi ve belirtilen iklim koşulları altında gerçekleştirilen denemede, marul bitkilerinin morfolojik, büyüme ve gelişme verileri, hasat (transferden itibaren 20 gün sonra) çeşitli ölçümlerle elde edilmiştir. Denemeler, dört tekerrürlü olarak planlanmıştır. Elde edilen veriler, JMP paket programı kullanılarak varyans analizi ile incelenmiş ve çoklu karşılaştırma testleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, uygulamalar arasındaki farklar temel bileşenler analizi ile karşılaştırılmıştır.

Bitki büyüme ve gelişmesine ait alınmış olan veriler:

1. Bitki Boyu (cm): Bitki boyu 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

2. Bitki Eni/Çapı (cm): Bitki eni tam merkezden, ortadan 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

3. Yaprak Sayısı (adet / bitki): Marul bitkilerinin yaprak sayısı sayılarak belirlenmiştir.

4. Bitki/Yaprak Taze Ağırlığı Verim (g/bitki): Bütün bir bitkinin yaş ağırlığı 0.1 hassasiyetteki terazide tartılarak kaydedilmiştir.

5. Bitki/Yaprak Kuru madde (%): ¼ bitkinin kuru ağırlığı 65^{o}C etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutumuştur 0.01 hassasiyetteki bir terazide tartılarak kaydedilmiştit.

6.Bitki Çevresi (cm): Marul bitkilerinin çevresi 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

7. Kök boğazı çap (mm): Hasat edilecek marullarda her tekerrürden 10 marulda yapraklar temizlendikten sonra ortaya çıkan bitki gövdesi çapı ölçülmüştür.

8. Kök taze ağırlığı (g/bitki): Bütün bir bitki kökünün yaş ağırlığı 0.1 hassasiyetteki bir terazide tartılarak kaydedilmiştir.

9. Kök kuru ağırlığı (g/bitki): Bütün bir bitkinin kök kuru madde ağırlığı 0.01 hassasiyetteki bir terazide tartılarak kaydedilmiştir.

10. kök uzunluğu (cm): kök uzunu 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

Sonuç ve tartışma

Hidroponik Sistem, Aydınlatma ve Fotoperiyot Faktörlerinin Etkisi

Bu çalışmada hidroponik sistem (aeroponik ve medcezir), aydınlatma (LED1 ve LED2) ve fotoperyot (F1 ve F2) uygulamalarının tatlı marulin morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, bitki gelişiminde her üç faktörün de anlamlı etkilere sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Bitki boyu, eni, gövde çapı, bitki çevresi ve kök uzunluğu gibi temel morfolojik özellikler değerlendirildiğinde, genel olarak LED2 aydınlatması ve F2 fotoperyodu öne çıkmıştır. Özellikle F2 fotoperyodu, bitki boyu (10.83 cm), bitki eni (15.37 cm), gövde çapı (10.62 mm), bitki çevresi (45.62 cm) ve kök uzunluğu (36.91 cm) bakımından en yüksek değerleri sağlamıştır. Bu durum, uzun fotoperyot süresinin ve LED2 ışık spektrumunun, bitki büyümesini teşvik edici etkisini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, LED2 aydınlatması altında yetiştirilen bitkiler, LED1'e göre daha fazla yaprak sayısına ve daha yüksek biyokütleye ulaşmıştır.

Fotosentetik aktiviteyi doğrudan etkileyen parametrelerden biri olan gövde kuru madde miktarı, LED1 aydınlatmasında daha yüksek gerçekleşmişken, F2 fotoperyodu ile birlikte toplam bitki ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı gibi verimsel parametreler belirgin şekilde artmıştır. Bu durum, enerji yoğun LED2 ışığının morfolojik gelişimi desteklerken, LED1'in belki de daha verimli bir ışık kullanım oranına sahip olabileceğini düşündürmektedir. Fotoperyot açısından ise F2 uygulaması, gövde ve kök yaş/kuru ağırlıkları gibi tüm biyokütle verilerinde F1'e kıyasla önemli artışlar sağlamıştır. Bu bulgular, uzun fotoperyot süresinin metabolik aktiviteyi ve biyokütle birikimini artırdığını göstermektedir.

Hidroponik sistemler açısından değerlendirildiğinde ise, medcezir sistemi bitki ağırlığı ve kök yaş ağırlığı açısından aeroponik sisteme göre daha iyi performans sergilemiştir. Bununla birlikte, gövde kuru madde içeriği aeroponik sistemde daha yüksek tespit edilmiştir. Bu bulgular, medcezir sisteminin genel büyümeyi desteklerken, aeroponik sistemin daha kompakt ve yoğun doku gelişimine katkı sağladığını düşündürmektedir.

Sonuç olarak, marul yetiştiriciliğinde LED2 aydınlatması ve F2 fotoperyodu kombinasyonu, medcezir sistemiyle birlikte değerlendirildiğinde biyokütle üretimini maksimize etmekte etkili olmuştur. Ancak kalite parametreleri açısından (örneğin gövde kuru madde), bazı durumlarda LED1 ve aeroponik sistemin tercih edilmesi gerekebilir. Bu nedenle üretim amacı ve beklentilere göre faktör kombinasyonlarının dikkatli seçilmesi önerilmektedir.

Çizelge 3. Morfolojik Ölçümler Üzerine: "Hidroponik Sistemi, Aydınlatma ve Fotoperyot" Etkisi

Faktör	Bitki boyu (cm)	Bitki Eni (cm)	Gövde çapı (mm)	Bitki çevresi (cm)	Yaprak sayısı	Kök uzunluğu (cm)	Bitki ağırlığı (g)	Gövde kuru ağırlığı	Kök yaş ağırlığı	Kök kuru agirliği	Gövde kuru madde
Hidroponik Sistemi											
Aeroponik	9.91 a	13.75 a	9.14 a	39.29 a	11.66 a	32.16 a	43.69 b	2.41 a	7.80 a	0.33 a	5.82 a
Medcezir	10.72 a	13.41 a	9.57 a	40.08 a	11.95 a	32.31 a	48.86 a	2.18 b	8.38 a	0.33 a	4.33 b
Aydınlatma											
LED1	10.06 a	12.70 b	8.90 b	37.00 b	11.33 b	30.35 b	38.42 b	2.02 b	7.49 b	0.29 b	5.44 a
LED2	10.58 a	14.45 a	9.81 a	42.37 a	12.29 a	34.12 a	54.12 a	2.56 a	8.69 a	0.37 a	4.70 b
Fotoperyot											
F1	9.81 b	11.79 b	8.09 b	33.75 b	11.62 a	27.56 b	33.90 b	1.51 b	9.31 a	0.36 a	4.79 a
F2	10.83 a	15.37 a	10.62 a	45.62 a	10.00 a	36.91 a	58.65 a	3.08 a	6.89 b	0.29 b	5,22 ab

Morfolojik Ölçümler Üzerine: Aeroponik ve Medcezir Sistemlerinde " Sistem* Aydınlatma* Fotoperyot " İnteraksiyonlarının Etkisi

Bu çalışmada, marul bitkisine uygulanan farklı aydınlatma kaynakları (LED1 ve LED2), fotoperiyot süreleri (F1: kısa gün, F2: uzun gün) ve yetiştirme sistemlerinin (aeroponik ve medcezir) bitki gelişim parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bulgular, hem ışık kaynağı hem fotoperiyot süresi hem de sistem faktörlerinin bitki büyümesini anlamlı düzeyde etkilediğini göstermiştir.

Bitki boyu açısından en yüksek değer LED2F2Medcezir (11.83 cm) uygulamasında elde edilirken, en düşük değer LED1F1Aeroponik (8.83 cm) koşullarında gözlenmiştir. Bu iki değer arasındaki fark yaklaşık %34.01 olup, LED2 ışık kaynağı ve uzun gün uygulamasının medcezir sistemiyle birlikte bitki boyunu olumlu etkilediği görülmüştür.

Bitki eni bakımından da benzer bir eğilim gözlenmiş, LED2F2Medcezir (17.16 cm) uygulaması en yüksek değeri vermiş, LED1F1Medcezir (11.00 cm) uygulaması ise en düşük değeri göstermiştir (%56.00 fark). Bu sonuç, geniş yaprak gelişimi açısından LED2 ve uzun gün süresinin daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Gövde çapı en yüksek LED2F2Medcezir

(12.36 mm) uygulamasında ölçülmüş, en düşük çap ise LED1F1Aeroponik (7.61 mm) koşulunda elde edilmiştir. Bu durum, gövde kalınlığının hem ışık kalitesi hem de sistem koşullarıyla doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir (%62.38 artış).

Bitki çevresi, LED2F2Medcezir (50.50 cm) ve LED2F2Aeroponik (49.50 cm) uygulamalarında en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu, LED2 altında ve uzun fotoperiyotta her iki sistemde de büyüme performansının üst düzeyde olduğunu göstermektedir. En düşük çevre değeri LED1F1Aeroponik (32.33 cm) uygulamasında gözlenmiş ve bu fark %56.25 seviyesindedir. Yaprak sayısı, en fazla LED2F1Aeroponik (13.16 adet) uygulamasında görülmüştür. Bu durum, kısa fotoperiyot koşullarında bile LED2'nin yaprak oluşumunu uyarabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, yaprak sayısı parametresi diğer morfolojik özelliklere kıyasla daha az varyasyon göstermiştir.

Kök uzunluğu, LED2F2Medcezir (39.50 cm) ve LED1F2Medcezir (38.16 cm) uygulamalarında yüksek bulunmuş, en düşük değer ise LED1F1Medcezir (23.16 cm) uygulamasında tespit edilmiştir. Bu sonuç, uzun fotoperiyot uygulamasının medcezir sisteminde kök gelişimini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Bitki yaş ağırlığı en yüksek LED2F2Medcezir (75.92 g) uygulamasında, en düşük ise LED1F1Aeroponik (24.70 g) koşullarında ölçülmüştür. Bu iki uç değer arasındaki fark %207.25 olup, biyokütle artışında LED2'nin ve uzun günlerin belirleyici bir rol oynadığı açıktır.

Gövde kuru ağırlığı, LED2F2Medcezir (3.67 g) uygulamasında maksimuma ulaşmış, LED1F1Medcezir (1.13 g) uygulamasında ise minimum seviyede kalmıştır (%224.77 fark). Kök yaş ağırlığı bakımından en yüksek değer LED2F1Aeroponik (10.21 g) koşulunda, en düşük değer ise LED1F2Aeroponik (6.26 g) uygulamasında elde edilmiştir. Kök kuru ağırlığı açısından LED2 ışık kaynağı etkili olmuş, en yüksek değer 0.40 g ile LED2F1Aeroponik ve LED2F1Medcezir uygulamalarında gözlenmiştir. Gövde kuru madde oranı ise en yüksek LED1F1Aeroponik (7.26%) uygulamasında belirlenmiş, bu değer diğer uygulamalardan anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde, LED2 ışık kaynağı ve uzun fotoperiyotun, özellikle medcezir sistemi ile birlikte uygulandığında, marul bitkisinin morfolojik gelişimini ve biyokütlesini belirgin şekilde artırdığı ortaya konmuştur. Bununla birlikte, bazı parametrelerde aeroponik sistemin de etkili olduğu görülmekte, bu da sistem seçiminin bitki türü ve hedeflenen özelliklere göre optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Hogewoning et al. (2010), kırmızı ve mavi ışık oranlarının marulda fotosentetik etkinlik ve yaprak gelişimi üzerinde belirleyici olduğunu bildirmiştir. Bu doğrultuda, LED2 uygulamasının LED1'e kıyasla daha yüksek büyüme performansı sağlaması, spektral bileşim farklarından kaynaklanmış olabilir.

Johkan et al. (2010), marul bitkisinde 16 saatlik fotoperiyot uygulamasının 12 saatlik uygulamaya göre daha fazla yaprak gelişimi ve biyokütle artışı sağladığını ortaya koymuştur. Bu çalışma bulgularında da uzun gün uygulaması (F2), kısa gün uygulamasına (F1) kıyasla hem yaş hem kuru ağırlık değerlerinde anlamlı artışlara neden olmuştur.

Yetiştirme sistemleri açısından bakıldığında, aeroponik sistemlerin daha fazla oksijen sağladığı ve bu nedenle kök gelişimi ile genel bitki sağlığı üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu bilinmektedir (Zobel, 1995). Ancak bu çalışmada bazı parametrelerde medcezir sistemi, özellikle LED2 ve uzun fotoperiyotla birlikte uygulandığında, biyokütlede önemli artışlar sağlamıştır. Bu sonuç, Barbosa et al. (2015) tarafından bildirilen ve yetiştirme sisteminin aydınlatma ile etkileşerek büyümeyi belirlediği yönündeki bulgularla örtüşmektedir.

Çizelge 7. Morfolojik Ölçümler Üzerine: Aeroponik ve Medcezir Sistemlerinde " **Sistem* Aydınlatma* Fotoperyot** " İnteraksiyonlarının Etkisi

Sistem Aydınlatma* Fotoperyot	Bitki boyu (cm)	Bitki Eni (cm)	Gövde çapı (mm)	Bitki çevresi (cm)	Yaprak sayısı	Kök uzunluğu (cm)	Bitki ağırlığı (g)	Gövde kuru ağırlığı	Kök yaş ağırlığı	Kök kuru agirliği	Gövde kuru madde
LED1* F1*Aeroponik	8.83 c	12.00 cd	7.61 e	32.33 c	10.33 c	28.25 c	24.70 f	1.76 c	8.27 b	0.34 ab	7.26 a
LED1* F2*Aeroponik	10.00 bc	14.16 b	9.73 c	40.83 b	11.16 bc	31..83 b	44.63 cd	2.57 b	6.26 c	0.26 cd	5.79 b
LED2* F1*Aeroponik	9.82 bc	12.33 c	8.34 de	34.50 c	13.16 a	30.41 c	40.09 de	1.87 c	10.21 a	0.40 a	4.90 bc
LED2* F2*Aeroponik	11.00 ab	16.50 a	10.86 b	49.50 a	12.00 a-c	38.16 a	65.32 b	3.44 a	6.48 c	0.32 bc	5.32 b
LED1* F1*Medcezir	10.91 ab	11.00 d	8.74 cd	33.16 c	11.33 a-c	23.16 d	35.63 e	1.13 d	9.26 ab	0.33 bc	3.23 d
LED1* F2*Medcezir	10.50 a-c	13.66 b	9.54 c	41.66 b	12.50 ab	38.16 a	48.72 c	2.64 b	6.18 c	0.24 d	5.49 b
LED2* F1*Medcezir	9.66 bc	11.83 cd	7.67 e	35.00 c	11.66 a-c	28.41 c	35.16 e	1.27 d	9.50ab	0.40 a	3.75 cd
LED2* F2*Medcezir	11.83 a	17.16 a	12.36 a	50.50 a	12.33 ab	39.50 a	75.92 a	3.67 a	8.57 ab	0.35 ab	4.85 bc

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, LED aydınlatma türü, fotoperiyot süresi ve yetiştirme sisteminin marul gelişimi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Tam spektrumlu LED2, uzun gün fotoperiyodu (F2) ve medcezir sistemi kombinasyonu, özellikle bitki boyu, eni, çevresi ve biyokütle değerlerinde en yüksek performansı göstermiştir. Yaprak sayısı ve kök ağırlıkları gibi bazı özelliklerde ise aeroponik sistem öne çıkmıştır.

Bulgular, ışık kalitesi ve fotoperiyot süresinin yanı sıra, yetiştirme sisteminin de bitki gelişimini anlamlı şekilde etkilediğini ortaya koymuştur.

Öneriler:

- Maksimum biyokütle ve morfolojik gelişim için LED2 * F2 * medcezir sistemi önerilir.
- Kök gelişimi ve yaprak sayısı önceleniyorsa aeroponik sistem tercih edilebilir.
- Dar spektrumlu LED1'in sınırlı etkisi nedeniyle geniş spektrumlu LED'ler kullanılmalıdır.
- Uzun fotoperiyotlar verimi artırsa da enerji maliyeti dikkate alınarak süre optimizasyonu yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Bochenek GM., Fallstrom I. (2016). The effect of diurnal light intensity distribution on plant productivity in a controlled environment. Proc. VIII Intl. Symp. Light Hort, 1134, 155–162.

Briggs W.R., Christie JM. (2002). Phototropins 1 and 2: Versatile plant blue light receptors. Trends in Plant Science, 7(5), 204–210.

Colonna, E., Rouphael Y., Barbieri, G., De Pascale S. (2016). Nutritional quality of ten leafy vegetables harvested at two light intensities. Food Chemistry, 199, 702–710.

Dai, Y., Shen Z., Liu, Y., Wang L., Hannaway D., Lu H. (2009). Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of Tetrastigma hemsleyanum. Environmental and Experimental Botany, 65, 177–182.

Daşgan H.Y., Kuşvuran S., Abak, K. (2009). The relationship between citrulline accumulation and salt tolerance during the vegetative growth of melon (Cucumis melo L.). Not published journal info.

Despommier D. (2010). The vertical farm: Feeding the world in the 21st century. Macmillan, New York, NY.

Despommier D. (2013). Farming up the city: The rise of urban vertical farms. Trends in Biotechnology, 31, 388–389.

Dunwoody R.K. (2014). Aquaponics and hydroponics: The effects of nutrient source and hydroponic subsystem design on sweet basil production. Univ. of Central Missouri, MS Thesis Abstract.

Kozai T. (2007). Propagation, grafting and transplant production in closed systems with artificial lighting for commercialization in Japan. Propagation of Ornamental Plants, 7, 145–149.

Kozai T. (2013). Resource use efficiency of closed plant production system with artificial light: Concept, estimation and application to plant factory. Proceedings of the Japan Academy, Series B, Physical and Biological Sciences, 89, 447.

Kubota C. (2005). CO_2 and water utilization efficiencies of a closed transplant production system as affected by leaf area index of tomato seedling populations and the number of air exchanges. Journal of the Society for High Technology in Agriculture, 18, 182–181.

Liaros S., Botsis K., Xydis, G. (2016). Technoeconomic evaluation of urban plant factories: The case of basil (Ocimum basilicum). Science of the Total Environment, 554, 218–227.

Ohyama K., Manabe K., Omura Y., Kubota C., Kozai, T. (2003). A comparison between closed-type and open-type transplant production systems with respect to quality of tomato plug transplants and resource consumption during summer. Environmental Control in Biology, 41, 57–61.

Ohyama K., Kozai T., Kubota C., Chun C., Hasegawa T., Yokoi S., Nishimura, M. (2002). Coefficient of performance for cooling of a home-use air conditioner installed in a closed-type transplant production system. Journal of the Society for High Technology in Agriculture, 14, 141–146.

Pushpangadan P., George, V. (2012). Basil. In: Peter, K.V. (Ed.), Handbook of Herbs and Spices (pp. 55–72). Elsevier, Atlanta, GA.

Touliatos D., Dodd, I.C., Mcainsh, M. (2016). Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics. Food and Energy Security, 5, 184–191.

Barbosa G.L., Gadelha, F.D.A., Kublik N., Proctor A., Reichelm L., Weissinger E., Halden, R.U. (2015). Comparison of land, water, and energy requirements of lettuce grown using hydroponic vs. conventional agricultural methods. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(6), 6879–6891.

Chen X.L., Guo W.Z., Xue X.Z., Wang L.C., Qiao X.J. (2014). Growth and quality responses of 'Green Oak Leaf' lettuce to different vertical distances from light sources in an artificial lighting plant factory. HortScience, 49(6), 760–764.

Hogewoning S.W., Trouwborst G., Maljaars H., Poorter H., van Ieperen W., Harbinson, J. (2010). Blue light dose–responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of Cucumis sativus grown under different combinations of red and blue light. Journal of Experimental Botany, 61(11), 3107–3117.

Johkan M., Shoji K., Goto F., Hashida S.N., Yoshihara, T. (2010). Blue LED light irradiation of seedlings improves seedling quality and growth after transplanting in red leaf lettuce. HortScience, 45(12), 1809–1814.

Zobel R.W. (1995). Structure and development of plant root systems. HortTechnology, 5(1), 94–99.

FARKLI PARAMETRELERİN AEROPONİK VE MED-CEZİR SİSTEMLERİNDE YETİŞTİRİLEN MARULUN MORFOLOJİK ÖLÇÜMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Abdullah ALDİYAB
Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Adana, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8607-1499
H. Yıldız DAŞGAN
Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 01330 Adana,Türkiye
ORCID: 0000-0001-8607-1499

Özet

İki farklı fotoperiyot, iki farklı LED aydınlatma ve iki farklı hidroponik teknik (aeroponik ve med-cezir) kullanılarak bir bitki fabrikasında marul yetiştirilmesine yönelik iki ayrı çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmalar kapsamında, Batavia tipi "Capira" çeşidi marul yetiştirilmiştir. Ekim tarihinden on beş gün sonra marul fideleri aeroponik ve med-cezir sistemlerine transfer edilmiştir. Bitki fabrikasında ortam koşulları gündüz 20°C, gece 15°C olacak şekilde düzenlenmiş, fotoperiyotlar gündüz/gece 12/12 saat (F1) ve 18/6 saat (F2) olarak uygulanmıştır. Ayrıca, CO_2 seviyesi yaklaşık 400 ppm, bağıl nem oranı ise %65-75 aralığında tutulmuştur. Marul bitkileri, iki farklı LED aydınlatma düzeninde yetiştirilmiştir: (1) %65 kırmızı (620-750 nm) + %35 mavi (450-495 nm) ve (2) tam PAR spektrumu (400-700 nm). Belirtilen koşullar altında, marul bitkileri aeroponik ve med-cezir teknikleri kullanılarak 20 gün boyunca yetiştirilmiş ve ardından hasat edilmiştir. Aeroponik sistemde tüm morfolojik ölçümlerde en yüksek değerler elde edilirken, yeşil aksam kuru madde oranı ve yaprak sayısı med-cezir sisteminde daha yüksek bulunmuştur. Aydınlatma açısından değerlendirildiğinde, bitki çevresi hariç tüm morfolojik ölçümlerde en yüksek değerler LED2 uygulamasında kaydedilmiştir. Fotoperiyot açısından ise F2 uygulamasında, yeşil aksam kuru madde oranı dışında herhangi bir parametrede yüksek değer elde edilmemiştir. sistem × aydınlatma × fotoperiyot kombinasyonlarında, gövde kuru madde oranı ve yaprak sayısı hariç tüm yüksek değerler aeroponik sistemlerde kaydedilmiştir.

Anahtar kelimeleri: Marul, LED, Aeroponik, Medcezir

EFFECTS OF DIFFERENT PARAMETERS ON THE MORPHOLOGICAL MEASUREMENTS OF LETTUCE GROWN IN AEROPONIC AND EBB-AND-FLOW SYSTEMS

Abstract

Two separate studies were conducted in a plant factory to cultivate lettuce (Batavia-type 'Capira') using two different photoperiods, two different LED lighting systems, and two different hydroponic techniques (aeroponic and ebb-and-flow). Fifteen days after sowing, lettuce seedlings were transferred to aeroponic and ebb-and-flow systems. The environmental conditions in the plant factory were maintained at 20°C during the day and 15°C at night, with photoperiods of 12/12 hours (F1) and 18/6 hours (F2) of light/dark cycles. Additionally, the CO_2 level was maintained at approximately 400 ppm, and the relative humidity was kept within the range of 65-75%. Lettuce plants were cultivated under two different LED lighting setups: (1) 65% red (620-750 nm) + 35% blue (450-495 nm) and (2) full PAR spectrum (400-700 nm). Under these conditions, lettuce plants were grown for 20 days using aeroponic and ebb-and-flow techniques and were then harvested. The highest values in all morphological measurements were obtained in the aeroponic system, while the dry matter content of the green tissues and the number of leaves were higher in the ebb-and-flow system. In terms of lighting, the highest values in all morphological measurements, except for plant compactness, were recorded under LED2 treatment. Regarding photoperiod, in F2 treatment no parameter showed high values except dry matter content of the green tissues. İn system × lighting × photoperiod combinations, the highest values, except for stem dry matter content and leaf number, were recorded in the aeroponic systems.

Keywords: Lettuce, LED, Aeroponic, Ebb-and-flow

Giriş:

Bitki üretimi için yapay ışık kullanılan kapalı sistemler, geleneksel sistemlere kıyasla daha yüksek fide kalitesi, daha kısa üretim süresi ve daha az kaynak kullanımı gibi çeşitli potansiyel faydalar sunmaktadır (Kozai ve ark., 1999). Bitki fabrikası, modern kontrollü tarım sistemlerinin en gelişmiş modelidir. Roket, başsız marul, hindibav e su teresi gibi yapraklı sebzelere olan talep giderek artmakta olup, bu ürünler hem taze pazar ürünleri hem de kullanıma hazır sebzeler olarak özellikle karışık salatalar için tercih edilmektedir (Carlo ve ark., 2009). Kapalı bitki fabrikası sistemlerinde başarıyla yetiştirilebilen bitkilerden biri de maruldur. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2001-2006 yılları arasında marul, yıllık 2 milyar dolar ürün

değeri ile yılda 121.000 hektardan fazla alanda yetiştirilmiş olup, ülkedeki en önemli taze sebze ürünü konumuna ulaşmıştır (USDA, 2007).

Yarı iletken katı ışık kaynaklarının gelişmesiyle birlikte, ışık yayan diyotlar (LED'ler), ışık kalitesi fizyolojisi ve ışık formülasyonu üzerine yapılan çalışmalar dünya çapında yaygınlaşmıştır. LED'lerin hassas ışık spektrumu sağlayabilmesi ve yakın mesafeden aydınlatma imkânı sunması, bu araştırmaların kapsamını genişletmiştir. Işık şiddetinin fotokimyasal birikimi olumlu yönde etkileyebileceği yaygın olarak bilinmektedir (Fu ve ark., 2012b; Li ve Kubota, 2009). Ancak, ışık kalitesinin etkileri daha karmaşık olup, araştırmalarda çoğu zaman çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Spektral ışık değişimleri, farklı bitki türleri arasında değişkenlik gösterebilen morfogenetik ve fotosentetik tepkileri tetiklemektedir. Bu fotoreaksiyonlar, günümüz bitki yetiştirme teknolojileri açısından büyük önem taşımakta olup, özel olarak ayarlanabilen ışık spektrumları ile bitki büyüme, gelişim ve besin kalitesinin kontrol edilmesini mümkün kılmaktadır.

Kapalı ortamda marul büyümesini etkileyen bir diğer faktör ise fotoperiyottur. Fotoperiyodun bitkilerin vejetatif ve generatif gelişimini etkilediği uzun süredir bilinmektedir. Bazı sekonder metabolit seviyelerinin de fotoperiyot tarafından etkilendiği görülmektedir (Ali ve ark., 2009; Lefsrud ve ark., 2006). Yapılan birçok çalışma, uzatılmış fotoperiyotlarla marulun taze ve kuru ağırlığında artış olduğunu göstermiştir (Ikeda ve ark., 1988a, 1988b; Koontz ve Prince, 1986). Fotoperiyodun uzatılması, çeşitli marul çeşitlerinde taze ağırlığın önemli ölçüde artmasına yol açmıştır. Toplam ışınımın %50 artırılmasıyla fotoperiyotun 16 saatten 24 saate çıkarılması, ‘Salad Bowl’ ve ‘RubyConn’ gibi yapraklı marul çeşitlerinin ağırlığını iki katına çıkarmış, ancak ‘Salina’ isimli Butterhead çeşidinde benzer bir etki gözlenmemiştir. Günlük toplam ışınım (foton molü cinsinden) aynı olduğunda, sürekli ışık alan bitkiler 16 saatlik fotoperiyot uygulanan bitkilere kıyasla %30 ila %50 daha fazla ağırlığa ulaşmıştır.

Çalişma alanı

Tez çalışması 2023 Ekim ayında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ne ait “Kapalı Dikey Tarım AR-Ge tesisinde gerçekleştirilmiştir.

Materyal Ve Yöntem

Yürütücü kurumda, 3.85 x2.50 x 3.40, 3.70 x 3.85 x 3.40 m (uzunluk x genişlik x tavan yüksekliği) ebatlarında iki adet iklim kontrolü bitki yetiştirme odasının bitki fabrikası olarak tasarlanması gerçekleştirilmiştir. Galvaniz çelik konstruksiyondan üretilmiş katlar arası mesafe 54 cm olarak planlanmıştır. Çalışmada “Med-Cezir” (Ebb-Flow) ile “Püskürtmeli su kültürü” (Aeroponik) teknikleri kullanılmıştır. Çalışma süresinde sıcaklık gece/gündüz 15/20 olarak tutulmuştur. 2 farklı ışık-karanlık fotoperyodimiz süresi ışık/ karanlık (F1 = 12/12, F2 = 18/6),

ve 2 farklı LED aydınlatma kombinasyonu (LED1) %65 kırmızı (620-750 nm) + %35 mavi (450-495 nm) ve (LED2) tam PAR spektrumu (400-700 nm). Yetiştirme denemeleri kurulmuştur. Yetiştirme ortamında CO2 seviyesi 400 ppm sabit tutulmuştur. Dünyada ticari bitki fabrikalarında dikey sitemlerde en fazla yetiştirilen ürün marul yeşil yapraklı sebzesi olduğu için bu çalışmada uluslararası pazarlarda en öne batavia tipi kıvırcık marul tipi seçilmiştir. Enza Zaden-AG Tohum firmasının "Su kültürleri" yetiştiriciliği için uygunluğunu beyan ettiği Caipira çeşidi kullanılmıştır.

Çizelge 1. Denemede kullanılan mineral gübreler ve besleme sistemindeki stok çözeltilerine eklenme şekilleri.

Stock A	**Stock B**
Kalsiyum Nitrat	Potasyum Sülfat
Fe—EDDHA	Mono Potasyum Fosfat
	Magnezyum Sülfat
	Potasyum Nitrat
	Mikro Elementler
	Çinko Sülfat
	Borik Asit
	Mangan Sülfat
	Bakır Sülfat
	Amonyum Molibdat

Çizelge 2. Tez çalışması süresince kullanılan besin çözeltisinde element konsantasyonları.

Mineral besin elementi	**Konsantarsyon (Mg L^{-1})**
Azot (N)	230
Fosfor (P)	50
Potasyum (K)	320
Kalsiyum (Ca)	220
Mağnezyum (Mg)	60
Demir (Fe)	4,0
Mangan (Mn)	0,78
Bor (B)	0,51
Çinko (Zn)	0,50
Bakır (Cu)	0,23
Molibden (Mo)	0,18

Bitki Gelişmesi ve Ürün Kalitesine Ait Veriler

Tohum ekiminden itibaren su kültürü sistemlerine transfer edilen marul fideleri üzerinde, iki farklı su kültürü sistemi ve belirtilen iklim koşulları altında gerçekleştirilen denemede, marul bitkilerinin morfolojik, büyüme ve gelişme verileri, hasat (transferden itibaren 20 gün sonra)

çeşitli ölçümlerle elde edilmiştir. Denemeler, dört tekerrürlü olarak planlanmıştır. Elde edilen veriler, JMP paket programı kullanılarak varyans analizi ile incelenmiş ve çoklu karşılaştırma testleri ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, uygulamalar arasındaki farklar temel bileşenler analizi ile karşılaştırılmıştır.

Bitki büyüme ve gelişmesine ait alınmış olan veriler:

1. Bitki Boyu (cm): Bitki boyu 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

2. Bitki Eni/Çapı (cm): Bitki eni tam merkezden, ortadan 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

3. Yaprak Sayısı (adet / bitki): Marul bitkilerinin yaprak sayısı sayılarak belirlenmiştir.

4. Bitki/Yaprak Taze Ağırlığı Verim (g/bitki): Bütün bir bitkinin yaş ağırlığı 0.1 hassasiyetteki terazide tartılarak kaydedilmiştir.

5. Bitki/Yaprak Kuru madde (%*):* ¼ bitkinin kuru ağırlığı 65^{o}C etüvde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutumuştur 0.01 hassasiyetteki bir terazide tartılarak kaydedilmiştit.

6.Bitki Çevresi (cm): Marul bitkilerinin çevresi 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

7. Kök boğazı çap (mm) Hasat edilecek marullarda her tekerrürden 10 marulda yapraklar temizlendikten sonra ortaya çıkan bitki gövdesi çapı ölçülmüştür.

8. Kök taze ağırlığı (g/bitki): Bütün bir bitki kökünün yaş ağırlığı 0.1 hassasiyetteki bir terazide tartılarak kaydedilmiştir.

9. Kök kuru ağırlığı (g/bitki): Bütün bir bitkinin kök kuru madde ağırlığı 0.01 hassasiyetteki bir terazide tartılarak kaydedilmiştir.

10. kök uzunluğu (cm): kök uzunu 1cm duyarlılıkta metre ile cm cinsinden ölçülmüştür.

Sonuç ve tartışma

Hidroponik Sistem, Aydınlatma ve Fotoperiyot Faktörlerinin Etkisi

Hidroponik sistem türü açısından değerlendirildiğinde, aeroponik sistemin, medcezir sistemine kıyasla marulun büyüme performansını olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Özellikle **bitki boyu (10.41 cm), bitki eni (13.20 cm), gövde çapı (10.34 mm), bitki çevresi (38.87 cm), kök uzunluğu (29.33 cm) ve toplam bitki ağırlığı (48.68 g)** parametrelerinde aeroponik sistemde daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu bulgular, aeroponik sistemin kök bölgesine daha etkin oksijen sağladığını ve besin alımını artırarak bitki gelişimini desteklediğini düşündürmektedir. Ancak Medcezir sisteminde ise **gövde kuru madde (5,63) ve yaprak sayısı açısından (14.08 adet)** her iki sistem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Çalışmada kullanılan iki farklı LED ışık kaynağı (LED1 ve LED2) karşılaştırıldığında, **LED2 ile yetiştirilen bitkilerde büyüme parametrelerinin genellikle daha yüksek olduğu** görülmüştür. Özellikle **bitki boyu (11.00 cm), bitki eni (13.91 cm), gövde çapı (11.04 mm), kök uzunluğu (29.41 cm) ve toplam bitki ağırlığı (49.42 g)** gibi parametrelerde LED2 ile anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, LED2'nin sağladığı ışık spektrumunun marulun büyümesini teşvik ettiğini ve daha etkin fotosentez koşulları sunduğunu göstermektedir. Buna karşın, LED1 ışık kaynağı altında yetiştirilen marullarda **bitki boyu (9.41 cm), kök uzunluğu (25.70 cm) ve toplam bitki ağırlığı (37.21 g)** değerlerinin LED2'ye kıyasla düşük olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, LED1'in sağladığı ışık spektrumunun büyüme için optimal olmadığını veya bitki tarafından kullanılan dalga boylarının fotosentetik verimlilik açısından sınırlı olduğunu düşündürmektedir. Literatürde de LED ışık kaynaklarının dalga boylarının, fotosentetik aktivite ve biyokütle üretimi üzerinde önemli etkileri olduğu bildirilmiştir (Li ve Kubota, 2009).Fotoperiyotun marul büyümesi üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, **F1 (kısa fotoperiyot) uygulamasının, F2 (uzun fotoperiyot) uygulamasına kıyasla tüm büyüme parametrelerinde daha yüksek değerler sağladığı** görülmektedir. Özellikle **bitki boyu (11.70 cm), bitki eni (14.45 cm), gövde çapı (12.70 mm), bitki çevresi (43.12 cm), yaprak sayısı (18.54 adet) ve toplam bitki ağırlığı (62.90 g)** gibi temel büyüme göstergelerinde F1 fotoperiyotunun daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Bu durum, fotoperiyotun fotosentetik aktivite süresini doğrudan etkileyerek bitkilerin daha uzun süre büyümesini sağladığını göstermektedir. Kısa fotoperiyot süresinin, marulda fotosentez etkinliğini artırarak karbon asimilasyonunu ve dolayısıyla biyokütle üretimini desteklediği daha önceki çalışmalarda da rapor edilmiştir (Koontz ve Prince, 1986).

Çizelge 3. Morfolojik Ölçümler Üzerine: "Hidroponik Sistemi, Aydınlatma ve Fotoperyot" Etkisi

Faktör	Bitki boyu (cm)	Bitki Eni (cm)	Gövde çapı (mm)	Bitki çevresi (cm)	Yaprak sayısı	Kök uzunluğu (cm)	Bitki ağırlığı (g)	Gövde kuru ağırlığı	Kök yaş ağırlığı	Kök kuru agirliği	Gövde kuru madde
Hidroponik Sistemi											
Aeroponik	10.41 a	13.20 a	10.34 a	38.87 a	13.75 a	29.33 a	48.68 a	2.42 a	8.01 a	0.30a	5.05 a
Medcezir	10.00 b	12.66 a	10.07 a	36.37 b	14.08 a	25.79 b	37.88 b	2.05 b	6.88 b	0.27 a	5.63 a
Aydınlatma											
LED1	9.41 b	11.95 b	9.37 b	39.25 a	13.37 a	25.70 b	37.21 b	1.92 b	6.45 b	0.27 b	5.33 a
LED2	11.00 a	13.91 a	11.04 a	36.00 b	14.45 a	29.41 a	49.42 a	2.55 a	8.44 a	0.31 a	5.36 a
Fotoperyot											
F1	11.70 a	14.45 a	12.70 a	43.12 a	18.54 a	27.12 a	62.90 a	3.18 a	10.92 a	0.43 a	5.20 a
F2	8.70 b	11.41 b	7.72 b	32.12 b	9.29 b	28.00 a	23.65 b	1.29 b	3.96 b	0.15 b	5.48 a

Morfolojik Ölçümler Üzerine: Aeroponik ve Medcezir Sistemlerinde " Sistem* Aydınlatma* Fotoperyot " İnteraksiyonlarının Etkisi

Çalışmada uygulanan aydınlatma türü (LED1, LED2), fotoperiyot süresi (F1, F2) ve yetiştirme sistemleri (Aeroponik, Medcezir) arasındaki etkileşimlerin, bitki gelişimi ve biyokütle birikimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Üçlü etkileşimlerin, her bir değişkenin tek başına etkisinden daha güçlü olduğu gözlemlenmiştir; bu da bitki gelişiminin yalnızca tek bir çevresel faktöre değil, faktörlerin bileşik etkilerine bağlı olarak şekillendiğini göstermektedir.

Genel olarak, LED1 ve LED2 aydınlatma kaynaklarının kısa fotoperiyot (F1) ile birlikte kullanılması hem aeroponik hem de medcezir sistemlerinde bitkisel gelişim parametrelerini olumlu yönde etkilemiştir. Bu kombinasyonlar, bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, kök uzunluğu, yaş ve kuru kök/gövde ağırlığı gibi birçok morfolojik ve fizyolojik parametrede yüksek değerlerin elde edilmesini sağlamıştır. Özellikle LED1*F1*Aeroponik ve LED2*F1*Aeroponik kombinasyonları, tüm parametrelerde en yüksek ortalama değerlere ulaşarak, optimum kombinasyonlar olarak öne çıkmıştır. Bu bulgular, LED ışıklarının uzun süreli uygulandığında fotosentetik etkinliği azaltırarak karbon asimilasyonunu ve sonuç olarak bitkisel büyümeyi teşvik ettiğini göstermektedir. Öte yandan, uzun fotoperiyot (F2) ile uygulanan kombinasyonlar, genel olarak daha düşük gelişim göstermiştir. Özellikle LED1*F2 ile birlikte hem aeroponik hem de medcezir sisteminde, bitki gelişim parametrelerinde ciddi düşüşler gözlemlenmiştir. Bu durum, uzun ışıklanma süresinin bitki metabolizması üzerinde sınırlayıcı etkiler oluşturduğunu ve bu sürenin fotosentez için olumsuz etkilendiği düşündürmektedir. Ayrıca, LED1*F2 kombinasyonları, kök gelişimi açısından da yetersiz performans göstermiştir; bu durum, spektral kompozisyon ve ışıklanma süresinin kök bölgesi gelişiminde de belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Yetiştirme sistemleri açısından, aeroponik sistemin genel olarak daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu sistemin, köklerin doğrudan oksijen ve besin çözeltisine maruz kalmasını sağlayarak su ve besin elementlerinin bitki tarafından daha etkin bir şekilde alınmasına olanak tanıdığı düşünülmektedir. Ancak, medcezir sisteminde de uygun ışık ve fotoperiyot kombinasyonları kullanıldığında (örneğin LED2*F1), bitkisel gelişimin tatmin edici düzeylere ulaştığı görülmüştür.

Sonuç olarak, LED2 ve LED1 aydınlatmalarının kısa fotoperiyotla (F1) birlikte aeroponik sistemde uygulanması, en uygun kombinasyon olarak tanımlanabilir. Bu kombinasyonlar hem bitkinin fotosentetik aktivitesini artırmakta hem de besin alımını destekleyerek kök ve sürgün gelişimini teşvik etmektedir. Bu nedenle, bitki gelişiminin optimize edilmesi hedefleniyorsa,

çevresel faktörlerin birlikte değerlendirilmesi ve sistematik olarak yönetilmesi büyük önem taşımaktadır.

Çizelge 4. Morfolojik Ölçümler Üzerine: Aeroponik ve Medcezir Sistemlerinde " Sistem* Aydınlatma* Fotoperyot " İnteraksiyonlarının Etkisi

Sistem Aydınlatma* Fotoperyot	Bitki boyu (cm)	Bitki Eni (cm)	Gövde çapı (mm)	Bitki çevresi (cm)	Yaprak sayısı	Kök uzunluğu (cm)	Bitki ağırlığı (g)	Gövde kuru ağırlığı	Kök yaş ağırlığı	Kök kuru agirliği	Gövde kuru madde
LED1* F1*Aeroponik	12.00 a	15.00ab	13.47 a	46.66 a	18.50 a	30.33 a	76.12 a	3.81 a	12.98 a	0.53 a	5.07 a
LED1* F2*Aeroponik	7.50 c	10.00 f	6.44 e	29.66 e	8.33 b	26.16 cd	17.55 ef	0.81 e	3.10 d	0.14 e	4.82 a
LED2* F1*Aeroponik	12.33 a	15.66 a	13.26 a	45.00 a	18.50 a	29.50 a-c	74.12 a	3.68 a	11.55 a	0.39 b	4.99 a
LED2* F2*Aeroponik	9.83 b	12.16 e	8.19 d	34.16 d	9.66 b	31.33 a	26.61de	1.37 d	4.40 cd	0.16 de	5.33 a
LED1* F1*Medcezir	10.33 b	12.83ed	10.78 b	39.00 c	17.83 a	21.83 e	39.12 c	2.14 c	6.98 b	0.30 c	5.60a
LED1* F2*Medcezir	7.83 c	10.00 f	6.80 e	28.66 e	8.83 b	24.50 de	34.70cd	0.91 e	2.72 d	0.10 e	5.81 a
LED2* F1*Medcezir	12.16 a	14.33bc	13.28 a	41.83 b	19.33 a	26.83 b-d	61.95 b	3.09 b	12.18 a	0.49 a	5.16 a
LED2* F2*Medcezir	9.66 b	13.50cd	9.44 c	36.00 d	10.33 b	30.00 ab	34.70 d	2.06 c	5.63 bc	0.20 d	5.97 a

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, farklı fotoperiyot, LED aydınlatma ve hidroponik sistemlerin marul gelişimine etkileri değerlendirilmiştir. Aeroponik sistem, çoğu morfolojik parametrede üstünlük gösterirken, yaprak sayısı ve yeşil aksam kuru madde oranı med-cezir sisteminde daha yüksektir. Tam spektrumlu LED2, bitki çevresi hariç tüm ölçümlerde daha iyi sonuçlar vermiştir. Uzun gün fotoperiyodu (18/6 saat) yalnızca yeşil aksam kuru madde oranını artırmıştır. Sistem × aydınlatma etkileşimlerinde LED1 etkisiz kalmıştır. Aeroponik × F1 kombinasyonu tüm morfolojik ölçümlerde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Üçlü etkileşimlerde de gövde kuru madde oranı ve yaprak sayısı dışındaki tüm parametrelerde aeroponik sistem öne çıkmıştır.

Öneriler:

1-Marul üretiminde aeroponik sistem, kısa gün fotoperiyodu ve tam spektrumlu LED ile birlikte önerilir.

2-Med-cezir sistemi, biyokütle kalitesine yönelik çalışmalarda değerlendirilebilir.

3-Dar spektrumlu LED1 yerine geniş spektrumlu ışık kaynakları tercih edilmelidir.

4-Uzun fotoperiyotlar sınırlı fayda sağladığından kısa süreli uygulamalar daha uygundur.

Kaynaklar

Ali MB., Khandaker L., Oba S. (2009). Comparative study on functional components, antioxidant activity and color parameters of selected colored leafy vegetables as affected by photoperiods. *J. Food Agric. Environ.*, 7,392–398.

Carlo F., Youssef R., Mariateresa C., Elvira R., Alberto B., Giuseppe C. (2009). Yield and quality of leafy lettuce in response to nutrient solution composition and growing season. *J. Food Agric. Environ.*, 7:456–462.

Fu W., Li P., Wu Y. (2012). Effects of different light intensities on chlorophyll fluorescence characteristics and yield in lettuce. *Sci. Hort.*, 135:45–51.

Ikeda A., Nakayama S., Kitaya Y., Yabuki K. (1988). Basic study on material production in plant factory - Effects of photoperiod, light intensity, and CO_2 concentration on photosynthesis of lettuce. *Environ. Control Biol.*, 26:107–112. (in Japanese with English summary)
Koontz HV., Prince RP. (1986). Effect of 16 and 24 hours daily radiation (light) on lettuce growth. *HortScience*, 21(1):123–124.

Kozai T., Ohyama K., Afreen F., Zoyabed S., Kubota C., Hoshi T., Chun C. (1999). Transplant production in closed systems with artificial lighting for solving global issues on environment conservation, food, resource and energy. *Proc. ACESYS III Conf.*, 31–45.

Lefsrud MG., Kopsell DA., Auge RM., Both AJ. (2006). Biomass production and pigment accumulation in kale grown under increasing photoperiods. *HortScience*, 41:603–606.

Li Q., Kubota C. (2009). Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Environ. Exp. Bot.*, 67:59–64.

United States Department of Agriculture (USDA). 2007. Vegetables and melons outlook. VGS-321/21 June 2007. USDA Economic Research Service.
http://www.ers.usda.gov/publications/vgs/tables/ fresh.pdf.

FIRST INSIGHTS INTO THE GENETIC DIVERSITY OF BATS IN SAUDI ARABIA: NEW RECORD OF *ASELLIA ARABICA*

Khalil Ben SLİMEN
Nabil AMOR
LR18ES41: Ecology, Biology, and Physiology of Aquatic Organisms - FST- UTM Tunisia

ABSTRACT

Bats are an important component of mammalian diversity in arid ecosystems, yet their diversity remains understudied across most regions of the Arabian Peninsula. Here, we present the first genetic survey of Saudi Arabian bat species through a DNA barcoding approach using two mitochondrial markers: cytochrome *b* (*cytb*) and 16S rRNA. Overall, 15 bat species belonging to 8 families were recognized, comprising 13 microchiropteran species (microbats, 7 families) and two megachiropteran species (megabats, one family). Notably, our study reveals the first confirmed record of *Asellia arabica* from Saudi Arabia, alongside *Asellia tridens*, thereby expanding the known distribution range of *A. arabica*. Phylogenetic analysis revealed high genetic variability within the studied species, confirming the limitations of morphological identification and suggesting the probable existence of cryptic species in the region. These results not only improve our understanding of bat fauna in the region but also underscore the importance of molecular approaches in documenting cryptic and poorly investigated faunas. This study provides a baseline for future investigations into the biogeography, conservation, and evolutionary history of bats in Saudi Arabia and across the Arabian Peninsula.
Key words: Bats, DNA barcoding, cytochrome b, 16S rRNA, Saudi Arabia

A LEOPARD NEVER CHANGES ITS SPOTS: FIRST RECORD OF ARABIAN LEOPARD (*Panthera pardus nimr*) FROM A FECAL SAMPLE IN SAUDI ARABIA

Nabil AMOR
LR18ES41: Ecology, Biology, and Physiology of Aquatic Organisms - FST- UTM Tunisia

ABSTRACT

We evaluated the utility of Oxford Nanopore Technologies (ONT) for environmental DNA (eDNA) analysis, applying ONT sequencing and the ONTbarcoder2 algorithm to a pool of amplicons from 155 carnivore specimens collected in Saudi Arabia. The study aimed to assess the method's efficiency for species identification and its ability to detect *Panthera pardus nimr*, an elusive and endangered subspecies of leopard. The sequencing yielded a 98% success rate for high-quality barcodes, far surpassing Consortium for the Barcode of Life (CBOL) standards. BLAST analysis identified 149 carnivores spanning six families, including Felidae, Canidae, and Hyaenidae, with 79% of sequences showing ≥99% identity. Phylogenetic analyses of COI and 16S markers revealed well-supported clades corresponding to the studied species. Notably, *P. pardus* formed a subclade with high genetic divergence, including haplotypes related to leopards from Asia, Turkey, and Kenya. The study provides the first genetic confirmation of *P. p. nimr* from a fecal sample in Saudi Arabia since 2014, emphasizing the significance of eDNA for non-invasive biodiversity monitoring. Sanger sequencing confirmed the accuracy of ONT barcodes, showing >99.9% identity and <0.01% ambiguity.

These findings highlight ONT sequencing as a powerful, high-throughput tool for species identification and biodiversity monitoring, particularly in arid environments. The identification of genetic divergence underscores the importance of monitoring genetic integrity and mitigating risks associated with wildlife trafficking. This study advocates for integrating advanced sequencing technologies into conservation strategies, offering critical insights into regional biodiversity and the conservation of endangered species like the Arabian leopard.

Keywords: Arabian leopard, *Panthera pardus nimr*, fecal sample, DNA analysis, conservation, Saudi Arabia

FLAVOPARMELIA CAPERATA'NIN BAZI KANSER HÜCRE HATLARI ÜZERİNDEKİ ANTİKANSER POTANSİYELİNİN KOMET YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

İlayda ÜNAL
Yozgat Bozok University, Graduate School of Education, Department of Biology
ORCID: 0009-0002-1805-312X
Prof. Dr. Dilek PANDIR
Yozgat Bozok University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology
ORCID: 0000-0001-5954-0632

ÖZET

Kanser, bir hücre, doku veya organda ortaya çıkan kontrolsüz çoğalmalar ile hücre, doku veya organlara metastaz yaparak ilerleyen bir büyüme olarak tanımlanmaktadır. Cerrahi, radyoterapi, iyileşme ve immünoterapi gibi standart tedaviler etkili bir şekilde bir araya gelerek kanser hücrelerini yok etmeyi amaçlasa da kanser hücreleri direnç kazanmakta ve bu tedavi yöntemleri aynı zamanda sağlıklı hücrelere zarar vermektedir. Mevcut değişken radyoterapi ve geleneksel tedavi yöntemleri, çeşitli kanser hücrelerinin birimlerinin karşılanmasında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, kalıcı kanser gelişimini hedef alan yeni ve daha etkili tedavinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Doğal ürünler, yeni antikanser ajanların geliştirilmesi için bilim dünyasında büyük bir ilgi odağı olmaya devam etmektedir. Bu bağlamda likenler, eşsiz yapıları ve içerikleriyle öne çıkmaktadır. Likenler, tamamen farklı iki mikroorganizmanın bir mantar (mikrobiyont) ve bir alg ya da siyanobakter (fotobiyont) simbiyotik birlikteliği sonucu oluşan kompleks bir yaşam formudur. Bu organizmalar, birbirlerini tamamlayan işlevleri sayesinde çevresel zorluklara karşı dayanıklılık gösterirken, eşsiz sekonder metabolitler üretirler. Likenlerin bu metabolitleri, antikanser ajanların yanı sıra antibiyotik, antiviral ve antienflamatuvar özelliklere sahip bileşiklerin keşfinde de umut vaat etmektedir. Tedavi yöntemlerinin yan etkileri göz önüne alındığında *Flavoparmelia caperata*'nın sahip olduğu bu özellik oldukça önemlidir. Bu çalışmada, komet yöntemi kullanılarak A549 (akciğer kanseri hücre hattı) ve L929 (fibroblast hücre hattı) hücrelerinden hazırlanan preparatlara *F. caperata* liken ekstraktı uygulanmış ve genotoksik etkiler değerlendirilmiştir. Kontrol ve uygulama grupları arasında DNA hasarı parametreleri (kuyruk uzunluğu, kuyruk momenti ve % DNA hasarı ±SD) karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, liken ekstraktı konsantrasyonundaki artışın DNA hasarını belirgin şekilde artırdığını göstermiştir. Elde edilen bulgular ve kullanılan yöntemler açısından literatüre önemli katkılar sağlamaktadır. Özellikle genotoksisite araştırmalarında *F. caperata* liken ekstraktının etkilerinin incelenmesi, ilgili alandaki bilgi eksikliğini gidermeyi amaçlamaktadır. Çalışma sonuçları sadece mevcut literatürün genişlemesine katkıda bulunmakla kalmayıp, aynı zamanda gelecekte yapılacak daha kapsamlı ve detaylı araştırmalara da rehberlik edecek bir temel sunmaktadır. Bu tür çalışmaların,

genotoksisite mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasına ve potansiyel terapötik ajanların belirlenmesine yönelik önemli bir kaynak olacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Flavoparmelia caperata*, A549, L929, Komet testi

EVALUATION OF ANTICANCER POTENTIAL OF *FLAVOPARMELIA CAPERATA* ON SOME CANCER CELL LINES BY COMET METHOD

ABSTRACT

Cancer is defined as an uncontrolled proliferation in a cell, tissue or organ and a progressive growth by metastasising to cells, tissues or organs. Although standard treatments such as surgery, radiotherapy, healing and immunotherapy combine effectively to destroy cancer cells, cancer cells become resistant and these treatment methods also damage healthy cells. Current variable radiotherapy and conventional treatment methods are insufficient to cover the units of various cancer cells. Therefore, the development of new and more effective therapies targeting the development of persistent cancer is of great importance. Natural products continue to be a major focus of interest in the scientific world for the development of new anticancer agents. In this context, lichens stand out with their unique structure and content. Lichens are a complex life form formed by the symbiotic association of two completely different microorganisms, a fungus (microbiont) and an alga or cyanobacterium (photobiont). Thanks to their complementary functions, these organisms are resilient to environmental challenges and produce unique secondary metabolites. These metabolites of lichens show promise in the discovery of compounds with antibiotic, antiviral and anti-inflammatory properties as well as anticancer agents. Considering the side effects of treatment methods, this feature of *Flavoparmelia caperata* is very important. In this study, *F. caperata* lichen extract was applied to preparations prepared from A549 (lung cancer cell line) and L929 (fibroblast cell line) cells using comet method and genotoxic effects were evaluated. DNA damage parameters (tail length, tail moment and % DNA damage ±SD) were compared between control and treatment groups. The results showed that the increase in lichen extract concentration markedly increased DNA damage. It provides important contributions to the literature in terms of the findings obtained and the methods used. Investigation of the effects of *F. caperata* lichen extract, especially in genotoxicity studies, aims to eliminate the lack of information in the relevant field. The results of the study not only contribute to the expansion of the existing literature, but also provide a basis to guide future more comprehensive and detailed research.

It is evaluated that such studies will be an important resource for better understanding of genotoxicity mechanisms and identification of potential therapeutic agents.

Keywords: *Flavoparmelia caperata*, A549, L929, Comet test.

1.GİRİŞ

Kanser, organizmadaki bazı hücrelerin kontrolsüz biçimde çoğalması ve çevre doku ya da organlara invazyon veya metastaz yoluyla yayılmasıyla karakterize edilen heterojen bir hastalık grubudur. İnsan vücudu, trilyonlarca hücreden oluşur ve bu hücreler, genellikle düzenli bir şekilde büyüyüp çoğalarak (hücre bölünmesi) vücudun ihtiyaç duyduğu yeni hücreleri oluşturur (Rath & Kozielski, 2012).Hücreler yaşlandığında veya hasar gördüğünde, yerlerini yeni hücrelerin almasıyla normal bir denge korunur. Ancak bu süreç bazen bozulabilir ve anormal ya da hasarlı hücreler, kontrolsüz bir şekilde büyüyerek çoğalabilir. Bu hücreler, tümör adı verilen doku kitleleri oluşturabilir (Brown vd., 2023).

Tümörler, kanserli (kötü huylu) veya kansersiz (iyi huylu) olabilir. Kanserli tümörler, çevre dokuları istila etme ve metastaz adı verilen bir süreçle vücudun uzak bölgelerine yayılma eğilimindedir. Buna karşın, iyi huylu tümörler çevre dokuları istila etmez ve genellikle çıkarıldıktan sonra tekrar büyümez. (Rane vd., 2023).

Akciğer kanseri, akciğer dokusundaki hücrelerin genetik farklılaşmalar sonucu kontrolsüz bir şekilde çoğalması ve işlevlerini yitirmesiyle gelişen malign bir hastalıktır. Bu süreç, yalnızca primer tümörün oluşturduğu zararlarla sınırlı kalmayıp, metastaz riski nedeniyle hastalığın tedavi edilmesini güçleştiren ve yüksek mortalite oranlarına yol açan bir durum yaratmaktadır. Akciğer kanseri, hem erkeklerde hem de kadınlarda kansere bağlı ölümler arasında ilk sırada yer almakta olup, küresel ölçekte ciddi bir halk sağlığı problemi olarak öne çıkmaktadır(Oduncu & Büyükben, 2024).

Akciğer kanserine bağlı ölümlerin büyük bir kısmı (%85), tütün kullanımıyla doğrudan ilişkilidir. Bunun yanı sıra, radon, asbest, silika, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, ağır metaller ve hava kirliliği gibi çevresel ve mesleki etkenlere maruziyet de akciğer kanserinin gelişiminde önemli bir etiyolojik faktör olarak değerlendirilmektedir. Bu çeşitli faktörler, akciğer kanserinin hem önlenebilir hem de çok yönlü bir hastalık olduğunu göstermekte, aynı zamanda bireysel ve toplumsal düzeyde farkındalık artırıcı önlemlerin gerekliliğini vurgulamaktadır (Üstüner & Entok, 2019).

Kanser araştırmalarında, aktif bileşiklerin hastalıklar üzerindeki koruyucu etkilerinin değerlendirilmesinde canlı organizmaların doğrudan kullanımı (in vivo) çeşitli güvenlik risklerinin yanı sıra maddi, etik ve yasal zorluklar da ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenlerle, in

vivo yöntemlere alternatif yaklaşımlar giderek daha fazla tercih edilmektedir (Beytur vd., 2011). Alternatif yöntemler arasında doku ve hücre kültürleri, omurgasız model organizmalar, mikroorganizmalar ve embriyonlu yumurtalar gibi sistemler dikkat çekmektedir. Bu yöntemler, hem bilimsel araştırmalarda esneklik sağlamakta hem de etik ve hukuki açıdan daha kabul edilebilir seçenekler sunmaktadır (Geyik vd., 2019).

Bitkisel ve fungus kökenli ekstraktların kanser hücreleri üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar, son yıllarda dikkat çekici bir artış göstermekte olup, bu doğal kaynakların yeni nesil antikanser ilaçların geliştirilmesinde potansiyel bir rol oynayabileceğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır (Selvaraji, S., 2022). Özellikle likenlerden izole edilen sekonder metabolitler, antikanserojen özellikleri ile öne çıkan önemli biyolojik bileşikler arasında yer almaktadır. Literatürde, 2011 yılından itibaren likenlerin antikanser etkilerini konu alan çalışmaların hem Türkiye'de hem de uluslararası düzeyde anlamlı bir artış gösterdiği dikkat çekmektedir (Solárová vd., 2020; Kapusta vd., 2023).

Bununla birlikte, yapılan araştırmaların büyük çoğunluğunun sınırlı sayıda sekonder metabolit ve belirli kanser hücre hatlarıyla sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum, elde edilen verilerin genellenebilirliğini azaltmakta ve potansiyel antikanser ajanların belirlenmesinde önemli bir boşluk oluşturmaktadır. Dolayısıyla, liken sekonder metabolitlerinin farklı kanser türleri üzerindeki biyolojik etkilerinin daha kapsamlı ve sistematik bir şekilde araştırılması, hem bilimsel bilgi birikiminin artırılması hem de yeni ilaç adaylarının geliştirilmesine katkı sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır (Kosanić vd., 2013; Özenoğlu vd., 2013). Nitekim son on yıl içinde, likenlerden elde edilen doğal bileşiklerin kanser hücreleri üzerindeki sitotoksik etkilerine dair bulgular, bu organizmaların farmakolojik potansiyelini daha da ön plana çıkarmıştır (Ziech vd., 2012).

Bu bağlamda, bu çalışmada *Flavoparmelia caperata* türüne ait liken özütünün, insan akciğer adenokarsinom hücre hattı olan A549 ile normal hücre modeli olarak kullanılan L929 fare fibroblast hücre hattı üzerindeki sitotoksik etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmanın amacı, bu türden elde edilen özütün antikanser potansiyelini ortaya koymak ve seçici toksisite düzeyini belirleyerek, gelecekteki ilaç geliştirme çalışmalarına katkı sağlamaktır.

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1.Deneysel Çalışmalar

Liken örneğinin toplanması

Flavoparmelia caperata liken örneği, 28 Nisan 2024 tarihinde Karabük Yenice Ormanları'ndan toplanmıştır. Toplanan örnekler, Yozgat Bozok Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Liken

Herbaryumu'nda saklanmaktadır. Araştırmada, incelenen likenlerin tanımlamaları standart yöntemler esas alınarak yapılmıştır.

Likenin Ekstraksiyonu

Flavoparmelia caperata liken örneğinden 10 gram tartılarak hassas terazide ölçüm yapılmış ve havanda toz haline getirilmiştir. Elde edilen toz, %70'lik metanol kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Oluşan liken özütleri, Whatman filtre kağıdı ile süzülmüş ve ardından metanol, döner buharlaştırıcı ile uzaklaştırılmıştır. Bu işlem üç kez tekrarlanmıştır. Elde edilen kuru ekstraktlar, deneysel testler gerçekleştirilene kadar -20°C'de saklanmıştır**.** Testlerde kullanılacak dozların hazırlanması sırasında, kuru ekstraktlar alkolde çözülmüş ve gerekli seyreltmeler uygun besi yeri ile yapılmıştır (Kocakaya vd., 2021).

Hücre Kültürünün Hazırlanışı

Bu çalışmada, *Flavoparmelia caperata* liken ekstraktının akciğer kanseri ve fibroblast hücreleri üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirilmiştir. Bu amaçla, insan kökenli akciğer adenokarsinom hücre hattı olan A549 ile fare fibroblast hücre hattı olan L929 kullanılmıştır. A549 hücreleri RPMI-1640 besi yeri, L929 hücreleri ise DMEM (Dulbecco's Modified Eagle Medium) besi yeri içerisinde, %5 CO_2 ve %95 hava içeren nemli bir inkübatörde, 37 °C'de kültüre edilmiştir. Her iki hücre hattı da Amerikan Tip Kültür Koleksiyonu'ndan (ATCC) temin edilmiştir. Hücre kültürü ile ilgili tüm deneysel çalışmalar, Yozgat Bozok Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hücre Kültürü Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Komet Testi

Flask yüzeyini tamamen kaplayan A549 ve L929 hücreleri, tripsin-EDTA çözeltisi kullanılarak yüzeyden ayrılmış ve ardından hücre sayımı gerçekleştirilmiştir. Hücreler, 6'lı plakların her bir kuyucuğuna $2x10^5$ hücre olacak şekilde ekilmiş ve %5 CO_2 içeren 37 °C'deki bir inkübatörde 24 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra, hücrelerin bulunduğu kuyucuklara LC_{50} ve LC_{100} konsantrasyonlarında *F. caperata* liken ekstraktı ve besiyeri eklenerek 24 saatlik bir inkübasyon için tekrar inkübatöre alınmıştır.

İnkübasyon süresi sonunda**,** *F. caperata* liken ekstraktı ile muamele edilmiş hücreler PBS kullanılarak seyreltilmiştir. Farklı derişimlerden alınan örnekler, 1:1 oranında karıştırılmış düşük erime noktalı agaroz (LMA) ile karıştırılmıştır. Karışım, önceden yüksek erime noktalı agaroz (NMA) ile kaplanmış lamlara sürülmüş ve donmadan önce lameller ile kapatılmıştır. Preparatlar, +4 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Agaroz donduktan sonra, lameller dikkatlice çıkarılmış ve preparatlar lizis çözeltisi içeren kaplara yerleştirilmiştir.

Lizis işleminden sonra preparatlar, elektroforez tamponu ile doldurulmuş bir elektroforez tankına yerleştirilmiş ve 200 V'da 4 dakika boyunca çalıştırılmıştır. Elektroforez işlemi

tamamlandıktan sonra preparatlar 15 dakika boyunca distile suda bekletilmiş, ardından kurutma kağıdı üzerinde kurutulmuştur. Kurutulan preparatlar, %0,5'lik Etidyum Bromür (EtBr) ile boyanmış ve floresan mikroskop altında incelenmiştir. Kontrol ve uygulama gruplarına ait DNA hasarı değerlendirilmiş ve mikroskobik görüntüler kaydedilmiştir.

BULGULAR

Komet Testi

A549 ve L929 hücre hatlarına farklı konsantrasyonlarda uygulanan *Flavoparmelia caperata* liken ekstraktının genotoksik etkileri, DNA hasarını değerlendirmeye olanak tanıyan komet testi ile analiz edilmiştir. Deneysel sonuçlar doğrultusunda oluşan hasara bağlı kuyruk uzunlukları, Şekil 1'de görsel olarak gösterilmiştir. Şekilde, kontrol grubunda DNA hasarına rastlanmadığı ve hücre çekirdeklerinin sağlam bir yapıda olduğu görülmüştür. Ancak artan ekstrakt dozlarıyla birlikte kuyruk uzunluğundaki belirgin artış, DNA ipliklerinin çekirdekten uzaklaşarak hasar gördüğünü açıkça ortaya koymuştur.

DNA hasar parametrelerinden biri olan kuyruk uzunluğu, artan konsantrasyonlara bağlı olarak genotoksik etkinin şiddetini göstermektedir. Bunun yanı sıra, % DNA, kuyruk momenti ve kuyruk yoğunluğu gibi diğer DNA hasarı parametreleri de analiz edilmiş ve bu parametrelerin ortalama değerleri istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Kontrol ve deney grupları arasında anlamlı farklılıklar olduğu, genotoksik etkinin doza bağlı bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Tablo 1 ve Tablo 2'de detaylı bir şekilde sunulmuştur.

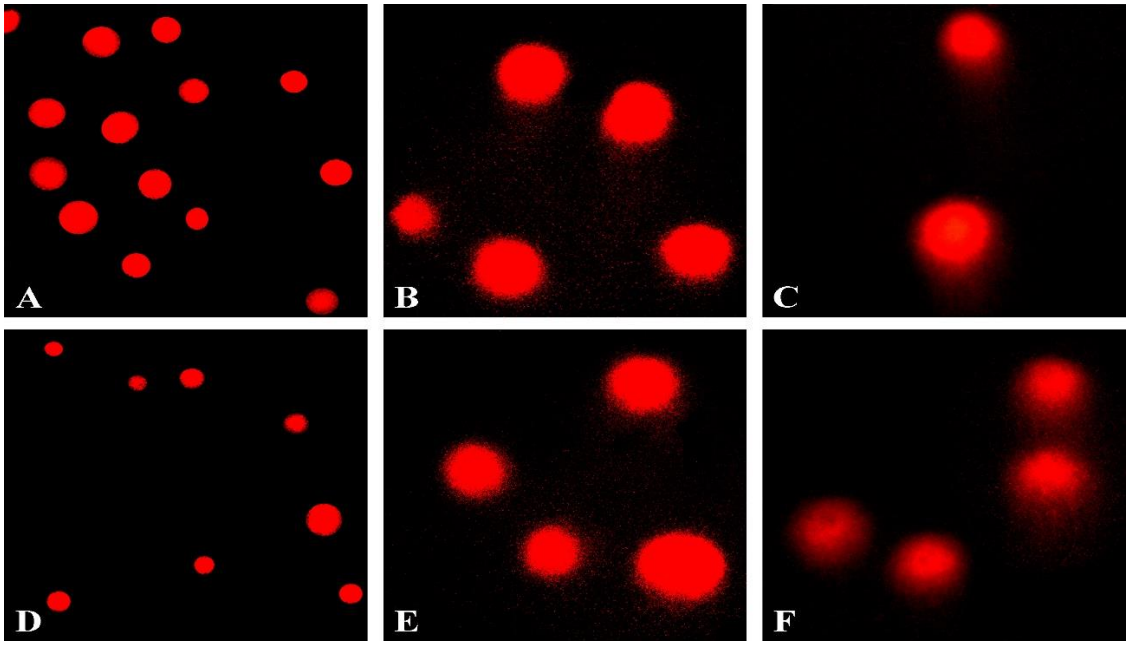
Ayrıca, komet testi sonuçları, *Flavoparmelia caperata* liken ekstraktının hem A549 hem de L929 hücre hatlarında DNA hasarına neden olduğunu ve genotoksik etkilerinin doza bağımlı olarak arttığını göstermektedir. Şekil 1'de sunulan görsel bulgular, ekstraktın genotoksisite potansiyelini desteklemektedir ve bu veriler ışığında, liken ekstraktının sitotoksik ve genotoksik etkilerinin daha kapsamlı bir şekilde incelenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 1. A549 hücrelerinde kontrol ve uygulama gruplarında DNA hasarının (±SD) yüzdesi, kuyruk uzunluğu ve kuyruk momentinin ortalama değerleri, her iki grup arasındaki karşılaştırmalı analizleri

Gruplar	**DNA Kuyruk % ±SD**	**Kuyruk Uzunluğu ±SD**	**Kuyruk Moment ±SD**
Kontrol	10,46±2,17	3,014±0,5	0,315±0,01
LC_{50}	86,15±4,5	13,20±1,7	11,37±0,07
LC_{100}	103,24±7,6	17,60±2,1	18,17±0,15

Tablo 1. L92 hücrelerinde kontrol ve uygulama gruplarında DNA hasarının (±SD) yüzdesi, kuyruk uzunluğu ve kuyruk momentinin ortalama değerleri, her iki grup arasındaki karşılaştırmalı analizleri

Gruplar	**DNA Kuyruk % ±SD**	**Kuyruk Uzunluğu ±SD**	**Kuyruk Moment ±SD**
Kontrol	11,55±2,64	3,056±0,8	0,352±0,02
LC_{50}	92,19±5,4	13,80±1,8	12,72±0,09
LC_{100}	106,78±9,1	19,45±2,7	20,76±0,24



Şekil 1. A549 ve L929 hücrelerine *F. caperata* liken ekstarktı uygulama grupları ve kontrol grubunun floresan mikroskop ile çekilen fotoğrafları. A549 kontrol grubu (A), LC_{50} dozunda *F. caperata* liken ekstarktı uygulanan grup (B), LC_{100} dozunda *F. caperata* liken ekstarktı uygulanan grup (C), L929 kontrol grubu (D), LC_{50} dozunda *F. caperata* liken ekstarktı uygulanan grup (E), LC_{100} dozunda *F. caperata* liken ekstarktı uygulanan grup (F).

TARTIŞMA

Usnik asit türevlerinin, hücre döngüsünü çeşitli fazlarda durdurduğu ve bu etkinin HeLa hücrelerinde G0/G1, S ve G2/M fazlarında yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bu bileşiklerin proapoptotik mekanizmalar aracılığıyla etkili olduğu, PARP'ın parçalanmasını artırarak apoptozu tetiklediği ve anti-apoptotik Bcl-2 protein seviyelerini azalttığı belirlenmiştir (Pyrczak-Felczykowska vd., 2019).

Hong ve arkadaşlarının çalışması, liken türevi metabolitlerden lobarik asit ve lobarstinin, antikanser etkilerini ortaya koymuştur. Bu metabolitlerin, hücre döngüsünü durdurarak ve mitokondriyal apoptotik yol üzerinden apoptozu tetikleyerek, kanser hücrelerinde hücre

çoğalmasını anlamlı ölçüde inhibe ettiği gösterilmiştir. Ayrıca, antiproliferatif, antiinflamatuar ve antioksidan aktivitelerinin bu etkilerde rol oynadığı vurgulanmıştır (Hong vd., 2018).

Brisdelli ve arkadaşlarının 2013 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, altı farklı liken metabolitinin (difraktaik asit, lobarik asit, usnik asit, vicanisin, variolarik asit, protolichesterinik asit) kanser hücreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, variolarik asidin HeLa hücrelerinin canlılığını etkilemediğini, ancak vicanisinin doza bağlı olarak hücre canlılığında anlamlı bir azalmaya neden olduğunu göstermiştir (Brisdelli vd., 2013).

Brisdelli ve arkadaşlarının bir başka çalışmasında, protolichesterinik asidin doksorubisin ile kombinasyonunun kanser hücre hattı üzerindeki antiproliferatif etkileri incelenmiştir. Bulgular, protolichesterinik asidin doksorubisinin sitotoksik etkisini sinerjik olarak artırdığını göstermiştir. Bu etki, protolichesterinik asidin kaspas aktivasyonunu tetikleyerek apoptozu indüklemesi ile ilişkilendirilmiştir. Bu durum, doğal bileşiklerin kanser tedavisindeki rolünü destekler nitelikte olup, daha etkili ve hedefe yönelik tedavi stratejilerinin geliştirilmesine ışık tutmaktadır (Brisdelli vd., 2016).

Likenler ile yapılan bir çalışmada, evernik, vulpinik ve difraktaik liken asitlerinin antikanser etkileri incelenmiştir. Antikanser etkinin, tiyoredoksin redüktaz 1 (TrxR1) enzimi aracılığıyla gerçekleşip gerçekleşmediği, gen ve protein seviyesinde araştırılmıştır. Ayrıca, vulpinik asidin, insan meme kanseri hücre kültürlerinde (MCF-7, MDA-MB231, BT474, SK-BR3) ve meme epitel hücrelerinde (MCF-12A) hücre canlılığını önemli ölçüde inhibe ettiği ve p53 ekspresyonunu artırarak apoptozu indüklediği belirlenmiştir. Bu bulgular, vulpinik asidin kanser hücrelerinde apoptoz yoluyla etkili olabileceğini ve potansiyel bir terapötik ajan olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Kılıç vd., 2018).

SONUÇ

Bu çalışmada, *Flavoparmelia caperata* liken ekstraktının genotoksik ve sitotoksik etkileri, A549 ve L929 hücre hatları üzerinde değerlendirilmiştir. DNA hasarının belirlenmesine yönelik olarak kullanılan komet testi, liken ekstraktının genetik materyal üzerinde yol açtığı etkileri ortaya koymada güvenilir ve hassas bir yöntem olarak etkinliğini bir kez daha kanıtlamıştır.

Elde edilen bulgular, uygulanan liken ekstraktının A549 hücrelerinde anlamlı düzeyde DNA hasarına yol açtığını ve bu etkinin doz artışıyla birlikte belirgin şekilde arttığını göstermektedir. Özellikle LC_{50} ve LC_{100} dozlarında gözlemlenen DNA iplik kopmaları ve hücre sayısındaki azalma, ekstraktın antikanser etkinliğini desteklemektedir. Buna karşılık, fibroblast L929 hücrelerinde gözlemlenen DNA hasarının daha sınırlı düzeyde olması, ekstraktın kanser hücrelerine karşı daha seçici bir toksisiteye sahip olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, *F. caperata* liken ekstraktı, A549 hücrelerinde güçlü bir genotoksik etki oluşturarak DNA bütünlüğünü bozmakta ve hücre ölümünü tetiklemektedir. Bu özellikleri ile söz konusu ekstrakt, doğal kaynaklı antikanser ajan geliştirme çalışmaları açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Gelecekte gerçekleştirilecek çalışmalar, ekstraktın etki mekanizmalarının daha ayrıntılı olarak incelenmesine ve klinik uygulamalara yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

Beytur, A., Tekin, S., Keleştimur, T., Ergin, Z., & Sandal, S. (2011). Yeni sentezlenen bir tiyosemikarbazon türevinin prostat kanseri hücre kültürleri üzerine antikanserojenik özelliklerinin belirlenmesi: In vitro bir çalışma. *FÜ Sağ. Bil. Tıp Derg*, *25*(1), 25-32.

Brisdelli, F., Perilli, M., Sellitri, D., Bellio, P., Bozzi, A., Amicosante, G., Nicoletti, M., Piovano, M. & Celenza, G. (2016). Protolichesterinic acid enhances doxorubicin-induced apoptosis in HeLa cells in vitro. *Life sciences*, *158*, 89-97.

Brisdelli, F., Perilli, M., Sellitri, D., Piovano, M., Garbarino, J. A., Nicoletti, M., Bozzi, A., Amicosante, G. & Celenza, G. (2013). Cytotoxic activity and antioxidant capacity of purified lichen metabolites: an in vitro study. *Phytotherapy research*, *27*(3), 431-437.

Brown, J. S., Amend, S. R., Austin, R. H., Gatenby, R. A., Hammarlund, E. U & Pienta, K. J. (2023). Updating the definition of cancer. *Molecular Cancer Research*, *21*(11), 1142-1147.

Geyik, Ö. G., Nalbant, B., Hüsemoğlu, R. B., Yüce, Z., Ünek, T. & Havıtçıoğlu, H. (2019). Investigation of surface adhesion of MCF-7 cells in 3D printed PET and PLA tissue Scaffold models. *Journal of Medical Innovation and Technology*, 1(2), 45-50.

Hong, J. M., Suh, S. S., Kim, T. K., Kim, J. E., Han, S. J., Youn, U. J., Yim, J.H & Kim, I. C. (2018). Anti-cancer activity of lobaric acid and lobarstin extracted from the antarctic lichen Stereocaulon alpnum. *Molecules*, *23*(3), 658.

Kapusta, O., Jarosz, A., Stadnik, K., Giannakoudakis, D. A., Barczyński, B. & Barczak, M. (2023). Antimicrobial natural hydrogels in biomedicine: properties, applications, and challenges—a concise review. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(3), 2191.

Kılıç, N., Aras, S., & Cansaran-Duman, D. (2018). Determination of vulpinic acid effect on apoptosis and mRNA expression levels in breast cancer cell lines. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents)*, *18*(14), 2032-2041.

Kocakaya, Z., Kocakaya, M., & Şeker Karatoprak, G. (2021). Comparative analyses of antioxidant, cytotoxic, and anti-inflammatory activities of different Cladonia species and determination of fumarprotocetraric acid amounts. *Ksu Tarım Ve Doga Dergısı-Ksu Journal Of Agrıculture And Nature*, *24*(6).

Kosanić, M., Manojlović, N., Janković, S., Stanojković, T., & Ranković, B. (2013). Evernia prunastri and Pseudoevernia furfuraceae lichens and their major metabolites as antioxidant, antimicrobial and anticancer agents. *Food and chemical toxicology*, *53*, 112-118.

Oduncu, H., & Büyükben, A. (2024). Akciğer Kanseri Ve Benzo (A) Piren. Sağlık Bilimleri Alanında Uluslararası Araştırmalar XX, 81.

Özenoğlu, S., Aydoğdu, G., Dinçsoy, A. B., Taghidizaj, A. A., Derici, K., Yılmaz, E., Aras.S & Cansaran-Duman, D. (2013). Liken sekonder bileşiklerinin farklı insan kanser hücre tipleri üzerine antikanserojenik etkisi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, *70*(4), 215-26.

Pyrczak-Felczykowska, A., Narlawar, R., Pawlik, A., Guzow-Krzemińska, B., Artymiuk, D., Hać, A., Rüş, K., Rendina, L.M., Reekie, T.A., Herman-Antosiewicz, A & Kassiou, M. (2019). Synthesis of usnic acid derivatives and evaluation of their antiproliferative activity against cancer cells. *Journal of natural products*, *82*(7), 1768-1778.

Rane, J. K., Frankell, A. M., Weeden, C. E., & Swanton, C. (2023). Clonal evolution in healthy and premalignant tissues: implications for early cancer interception strategies. *Cancer Prevention Research*, 16(7), 369-378.

Rath, O., & Kozielski, F. (2012). Kinesins and cancer. *Nature reviews cancer*, *12*(8), 527-539.

Selvaraji, S. (2022). *Intermittent Fasting Modulates Epigenetic Patterns in Animal Models of Vascular Dementia* (Doctoral dissertation, National University of Singapore (Singapore)).
Solárová, Z., Liskova, A., Samec, M., Kubatka, P., Büsselberg, D., & Solár, P. (2020). Anticancer potential of lichens' secondary metabolites. *Biomolecules*, *10*(1), 87.
Üstüner, C., & Entok, E. (2019, April). Akciğer Kanseri Deneysel Modelleri. Nuclear Medicine Seminars.
Ziech, D., Anestopoulos, I., Hanafi, R., Voulgaridou, G. P., Franco, R., Georgakilas, A. G., Pappa Aglaia & Panayiotidis, M. I. (2012). Pleiotrophic effects of natural products in ROS-induced carcinogenesis: the role of plant-derived natural products in oral cancer chemoprevention. *Cancer Letters*, *327*(1-2), 16-25.

*Bu çalışma, Yozgat Bozok Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2025-1497 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Yozgat Bozok Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

RAMALINA FARINACEA LİKENİ'NİN APOPTOZ-NEKROZ YÖNTEMİ İLE KANSER HÜCRE HATLARI ÜZERİNDEKİ SİTOTOKSİK ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

İlayda ÜNAL
Yozgat Bozok University, Graduate School of Education, Department of Biology
ORCID: 0009-0002-1805-312X
Prof. Dr. Dilek PANDIR
Yozgat Bozok University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology
ORCID: 0000-0001-5954-0632
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ünsal BARAK
Yozgat Bozok University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology
ORCID: 0000-0002-2050-149X

ÖZET

Kanser, anormal hücrelerin kontrolsüz bir şekilde proliferasyonu, çevre dokulara invazyonu ve diğer organlara metastaz yapmasıyla karakterize, çağımızın en önemli ve ölümcül hastalıklarından biridir. Kronik inflamasyon ve bağışıklık sisteminin zayıflaması, kanserin patogenezinde belirleyici faktörler arasında yer alır. Kanser hücrelerinin tedaviye verdiği farklı yanıtlar, bu hücrelerin hayatta kalabilmek için çeşitli adaptif stratejiler geliştirmesinden kaynaklanmaktadır. Mevcut tedavi yaklaşımlarının sınırlamaları göz önüne alındığında, kanser tedavisinde yeni stratejilerin araştırılması büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda, doğal bileşiklerin kanser riskini azaltıcı etkilerine dair elde edilen bulgular, bu bileşiklerin tedavi potansiyelini inceleyen araştırmaların artmasına yol açmıştır. Likenler, mikobiyont ve fotobiyont arasındaki simbiyotik ilişkiyi temsil eden, biyolojik açıdan zengin organizmalardır. *Ramalina farinacea* likeni, sahip olduğu biyolojik aktif bileşenler nedeniyle yüzyıllardır farklı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Bu likenin, kanser hücre hatları üzerinde etkili olduğu ve sağlıklı hücreler üzerinde zararlı etkiler yaratmadan, yan etki göstermeden antikanser etkiler sergileyebileceği yönündeki bulgular, *R. farinacea*'nin potansiyel bir antikanser ajanı olarak değerlendirilmesini sağlamaktadır. Mevcut tedavi yöntemlerinin yan etkileri dikkate alındığında, *R. farinacea*'nin bu özellikleri oldukça değerlidir. Yapılan çok sayıda in vivo ve in vitro çalışmada, likenlerin kanser hücrelerine karşı daha yüksek sitotoksik etki gösterdiği ve antikanser aktivite sergilediği doğrulanmıştır. Bu çalışma, HT-29 (kolon kanseri) hücre hattına *R. farinacea* ekstraktının çeşitli dozlarda (25-500 µg) uygulanmasını içermektedir. Elde edilen sitotoksisite verileri, *R. farinacea*'nin doza bağımlı olarak hücre canlılığını azalttığını ve apoptoz ile nekroz süreçlerini aktive ettiğini göstermektedir. Sonuçlar, *R. farinacea*'nin bu hücre hatları üzerinde güçlü bir sitotoksik etki gösterdiğini ve bu bileşiğin kanser tedavisine yönelik gelecekteki çalışmalara katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Ramalina farinacea*, HT-29, Apoptoz-Nekroz

INVESTIGATION OF CYTOTOXIC EFFECTS OF *RAMALINA FARINACEA* LICHEN ON CANCER CELL LINES BY APOPTOSIS-NECROSIS METHOD

ABSTRACT

Cancer is one of the most important and deadly diseases of our age, characterised by uncontrolled proliferation of abnormal cells, invasion of surrounding tissues and metastasis to other organs. Chronic inflammation and weakening of the immune system are among the determining factors in the pathogenesis of cancer. The different responses of cancer cells to treatment are due to the fact that these cells develop various adaptive strategies to survive. Given the limitations of current therapeutic approaches, the search for new strategies in cancer treatment is of great importance. In recent years, findings on the cancer risk-reducing effects of natural compounds have led to an increase in research examining the therapeutic potential of these compounds. Lichens are biologically rich organisms that represent a symbiotic relationship between mycobiont and photobiont. *Ramalina farinacea* lichen has been used in the treatment of different diseases for centuries due to its biological active ingredients. The findings that this lichen is effective on cancer cell lines and that it can exhibit anticancer effects without harmful effects on healthy cells and without side effects make *R. farinacea* a potential anticancer agent. Considering the side effects of existing treatment methods, these properties of *R. farinacea* are highly valuable. Numerous in vivo and in vitro studies have confirmed that lichens exhibit a higher cytotoxic effect and anticancer activity against cancer cells. This study involves the administration of various doses (25-500µg) of *R. farinacea* extract to HT-29 (colon cancer) cell line. The cytotoxicity data obtained show that *R. farinacea* dose-dependently decreases cell viability and activates apoptosis and necrosis processes. The results reveal that *R. farinacea* shows a strong cytotoxic effect on these cell lines and that this compound may contribute to future studies on cancer therapy.

Keywords: *Ramalina farinacea*, HT-29, Apoptosis-Necrosis

GİRİŞ

Kanser, organizmanın belirli hücre gruplarında ortaya çıkan kontrolsüz proliferasyonun ve bu hücrelerin çevre dokuya invazyonu ile uzak organlara metastazının gözlemlendiği kompleks bir hastalık grubudur. Normal hücre büyüme ve bölünme mekanizmalarının bozulmasıyla ortaya çıkan bu durum, yalnızca primer tümörün bulunduğu bölgeyle sınırlı kalmayıp, zamanla lenfatik ve hematolojik yollarla sistemik yayılım gösterebilmektedir (Brown vd., 2023).

Dünya genelinde morbidite ve mortalite oranları yüksek olan kanser, hem bireysel düzeyde yaşam kalitesini düşürmekte hem de sağlık sistemleri üzerinde ciddi bir yük oluşturmaktadır.

Bu nedenle, kanserin biyolojik temellerinin anlaşılması ve alternatif tedavi yaklaşımlarının geliştirilmesi, günümüzde yaşam bilimleri kapsamında yürütülen araştırmalarda öncelikli bir yer tutmaktadır (Sung vd., 2021).

Yüksek insidans ve mortalite oranları nedeniyle kolorektal kanser, küresel düzeyde önemli bir halk sağlığı sorunu olarak öne çıkmaktadır. GLOBOCAN 2020 verilerine göre, kolorektal kanser 1.931.590 yeni vaka (%10) ile tüm kanser türleri arasında üçüncü sırada yer alırken, 935.173 ölüm vakası (%9,4) ile kansere bağlı ölümler arasında ikinci sırada raporlanmıştır (Ionescu vd., 2023).

Kolorektal kanser (CRC), kolon ve rektum mukozasından kaynaklanan invaziv ve malign bir neoplazm olup, vakaların büyük çoğunluğu adenokarsinom olarak sınıflandırılmaktadır. CRC'lerin çoğu, normal mukoza dokusundan gelişerek kolorektal polip oluşumuna yol açmakta; bu poliplerin bir kısmı zamanla invaziv CRC'ye dönüşebilmektedir. Normal mukoza–polip–kanser dizisi; tümör baskılayıcı genlerin progresif olarak inaktive edilmesi, onkogenlerin aktivasyonu ve kromozomal instabiliteyle sonuçlanan bir dizi genetik ve epigenetik değişiklik aracılığıyla ilerlemektedir (Gupta, 2022).

Kolorektal karsinogenez, anormal hücre proliferasyonu, farklılaşma bozuklukları, apoptoza karşı direnç, kolorektal tümör hücrelerinin komşu dokuları istila etmesi ve uzak organlara metastaz gibi çeşitli patofizyolojik mekanizmaları içeren çok aşamalı bir süreçtir (Poursheikhani vd., 2020).

Kanserin tanı, tedavi, önlenmesi ve koruyucu müdahale stratejilerinin geliştirilmesi için pek çok araştırma yapılmaktadır (Mattiuzzi ve Lippi, 2019). Kemoterapi ajanları, kolorektal kanser de dâhil olmak üzere birçok malignitenin tedavisinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılmakta olup, klinik uygulamalarda önemli ölçüde başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Schirrmacher, 2019.) Ancak kolorektal kanserin geç evrede teşhis edilmesi durumunda, hastalar sıklıkla çeşitli kemoterapi ajanlarına karşı direnç geliştirmekte ve kemoterapiye bağlı ciddi yan etkiler, tedavi sürecinde hastaların yaşam kalitesini önemli ölçüde olumsuz etkilemektedir (Ilerhunmwuwa vd., 2025).

Kemoterapi, kanser tedavisinde en yaygın ve temel stratejilerden biri olmasına rağmen, tedaviye bağlı yan etkilerin azaltılması ve daha etkili, daha az sitotoksik ilaçların geliştirilmesi, tedavi başarısını artırmak açısından büyük önem taşımaktadır (Krasteva & Georgieva, 2022).

Bu bağlamda, kanser tedavisinde ileri evrelerde de etkili olabilecek yeni ilaç sistemlerinin geliştirilmesi, araştırılması gereken önemli bir konu olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda ise kanser tedavisinin temel amacı, minimum ilaç konsantrasyonu ile tümör hücrelerine maksimum terapötik etki sağlamak olmuştur.

Sentetik ilaçların hem akut hem de kronik yan etkiler oluşturabileceği ve bu ilaçlara karşı direnç gelişiminin mümkün olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, likenler gibi biyoaktif doğal bileşiklerin, sentetik ilaçların aksine organizmalar üzerinde istenmeyen yan etkiler oluşturmadan faydalı biyolojik aktiviteler sergileyebileceği öne sürülmektedir. Likenler, alg ve mantar arasındaki simbiyotik birliktelikten oluşan organizmalardır ve ekosistemlerin önemli bileşenlerinden birini oluştururlar. Likenler kayalarda, topraklarda, ağaçlarda, ağaçların yaprakları ve kutuplara kadar birçok farklı yerleşim yerinde bulunabilen organizmalardır. Doğada önemli ekolojik özellikleri olan likenler insanlar tarafından yüzyıllardır boya, ilaç, zehir, parfüm, dekorasyon kaynağı gibi değişik amaçlarla kullanılmışlardır (Ranković vd., 2011).

*Ramalina farinacea***,** halk arasında "noktalı çalı likeni" olarak bilinen, epifitik ve frutikoz yapıda bir likendir. Genellikle ağaç kabukları ve kaya yüzeylerinde yaygın olarak bulunur. *R. farinacea*, içerdiği biyoaktif bileşikler sayesinde antimikrobiyal, antioksidan ve antiviral özellikler sergileyen bir likendir. Bu özellikleri, onu potansiyel tıbbi ve farmasötik uygulamalar için değerli bir kaynak haline getirmektedir (Esimone & Adikwu, 1999).

Apoptoz, hücresel ölümün düzenlenmiş bir formu olarak organizmaların gelişimi, homeostazı ve sağlıklı doku fonksiyonlarının sürdürülmesinde kritik bir rol oynayan temel bir biyolojik mekanizmadır. Hücrelerin belirli dışsal veya içsel sinyallere yanıt olarak kendi ölümünü tetikleyerek, organizma içerisinde gereksiz, hasar görmüş veya anormal hücrelerin ortadan kaldırılmasını sağlar. Bu süreç, doku homeostazının korunmasında ve hücresel yenilenmenin sağlanmasında büyük önem taşır. Apoptoz, bir hücrenin hayatta kalma sinyallerinin terk edilmesi ve ölüm sinyallerine geçilmesiyle başlar. Bu süreç, birçok moleküler yolun etkileşimiyle düzenlenir ve caspase enzimleri gibi proteazların aktivasyonu ile sonuçlanır. Ayrıca, apoptoz sırasında hücrede DNA parçalanması, hücresel morfolojik değişiklikler ve hücre zarının bütünlüğünde bozulmalar gözlemlenir (Mohammadinejad vd., 2019).

Apoptoz testleri, hücresel düzeyde apoptoz mekanizmalarını ve hücre ölümünü tetikleyen sinyalleri incelemek için kullanılan biyolojik analiz yöntemlerini ifade eder. Bu testler, apoptozun çeşitli aşamalarında yer alan proteinlerin, genetik faktörlerin ve hücresel bileşenlerin değerlendirilmesine olanak tanır. Apoptozun tetikleyicilerini ve düzenleyicilerini incelemek, hücresel yanıtları, stres koşullarındaki değişiklikleri ve tedavi müdahalelerinin etkisini anlamak açısından büyük önem taşır. Apoptoz testleri, kanser araştırmalarından genetik mühendislik çalışmalarına, hücre biyolojisi ve farmakoloji alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle kanser tedavileri üzerinde yapılan çalışmalarda, tedavi edilen kanser hücrelerinin

apoptoz yoluyla yok edilip edilmediğini belirlemek, tedavi etkinliğini değerlendirmek için bu testler kritik bir araçtır (Obeng, 2020).

Kanser tedavisinde, apoptozun indüklenmesi, kanser hücrelerinin çoğlmasının durdurulması ve tümör hücrelerinin ortadan kaldırılması amacıyla hedeflenmektedir. Birçok kanser tedavi yöntemi, hücreleri apoptoza yönlendirmeyi amaçlayan stratejiler geliştirmiştir. Bu süreç, kanser tedavisinin daha spesifik ve etkili hale gelmesine olanak tanır. Ancak, bazı kanser türlerinde hücreler apoptozdan kaçınabilmekte veya bu mekanizmayı manipüle edebilmektedir. Bu nedenle, apoptoz testleri, tedavi sürecinin izlenmesinde ve tedaviye karşı gelişen direnç mekanizmalarının anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Deneysel Çalışmalar

Ramalina farinacea türüne ait liken örneği, 23 Ağustos 2024 tarihinde Yozgat Çamlık Milli Parkı'ndan toplanmıştır. Toplanan örnekler, Yozgat Bozok Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Liken Herbaryumu'nda muhafaza edilmektedir. Liken türünün teşhisi, literatürde tanımlanmış standart taksonomik yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Likenin Ekstrakte Edilmesi

Liken örneği 10 gram olacak şekilde tartılarak toz haline getirilmiştir. Elde edilen toz örnekler, %70'lik metanol kullanılarak ekstraksiyona tabi tutulmuştur. Ekstrakte edilen özler Whatman filtre kağıdı ile süzülmüş ve ardından metanol, döner buharlaştırıcı (rotavapor) kullanılarak uzaklaştırılmıştır. Bu işlem toplam üç kez tekrarlanmıştır. Kurutulan ekstraktlar, testlerde kullanılıncaya kadar -20°C'de saklanmıştır. Deneysel dozların hazırlanması sırasında liken ekstraktları alkol içerisinde çözülmüş, gerekli seyreltmeler ise uygun besi yeri kullanılarak yapılmıştır (Kocakaya ve ark., 2021).

Hücre Kültürünün Hazırlanışı

Bu çalışmada *Ramalina farinacea*'nin kolorektal kanser hücreleri üzerindeki proliferatif etkilerini incelemek amacıyla, insan kolon adenokarsinom hücre hattı olan HT-29 kullanılmıştır. Hücreler, RPMI-1640 besiyeri içerisinde, %5 CO_2 ve %95 hava içeren nemli bir inkübasyon ortamında, 37 °C'de kültüre edilmiştir. HT-29 hücre hattı, Amerikan Tip Kültür Koleksiyonu'ndan (ATCC) temin edilmiştir. Hücre kültürü ile ilgili tüm deneysel çalışmalar, Yozgat Bozok Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

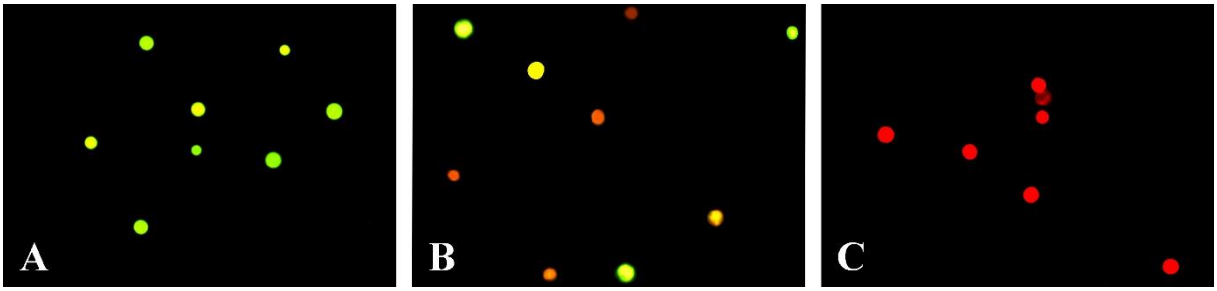
Apoptoz Testi

Çalışma süresince 96 kuyucuklu (well) kültür plağı kullanılmıştır. Her bir kuyucuğa 1×10^5 hücre olacak şekilde ekim yapılmış ve hücrelerin yüzeye tutunabilmesi için 24 saat boyunca

inkübasyona bırakılmıştır. *R. farinacea*'nin LC_{50} ve LC_{100} dozları ile birlikte kontrol grubu olacak şekilde deney grupları oluşturulmuştur. İnkübasyon süresinin ardından hücreler, PBS tamponu ile yıkanmış ve tripsin-EDTA çözeltisi kullanılarak toplandıktan sonra boyama işlemi için ependorf tüplerine aktarılmıştır. Aktarılan hücreler, 1:1 oranında hazırlanmış akridin oranj (AO) ve etidyum bromür (EtBr) solüsyonu ile karıştırılmış ve eşit hacimlerde lam üzerine pipetlenmiştir. Hazırlanan preparatlar lamel ile kapatılmış ve ışık almayan bir ortamda 10 dakika bekletilmiştir. Çift boyama yöntemi (AO/EB) ile uygulama ve kontrol gruplarındaki hücrelerin apoptotik durumları değerlendirilmiş; hücre morfolojileri floresan mikroskobu ile incelenmiştir (Kılınç vd., 2004).

2.2. Deneysel Sonuçlar

HT-29 kolon kanseri hücrelerine *R. farinacea* liken ekstraktının artan dozlarda uygulanmasıyla, hücre ölüm tiplerinin belirlenmesi amacıyla deney grupları ile kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Hücrelerin erken apoptoz, geç apoptoz ve nekroz gibi farklı ölüm yollarına yönelip yönelmediğini tespit edebilmek için, akridin oranj/etidyum bromür (AO/EB) ile çift boyama yöntemi uygulanmış ve hücreler floresan mikroskobu altında incelenmiştir. Elde edilen morfolojik veriler, Şekil 2.2.1'de görsel olarak sunulmuştur.



Şekil 2.2.1. Apoptoza uğrayan hücrelerin floresan mikroskobu kullanılara çekilmiş görüntüsü. HT-29 kontrol grubu (A), HT-29 *R. farinacea* liken ekstraktının LC_{50} dozu uygulanmış görüntüsü (B), HT-29 *R. farinacea liken* ekstraktının LC_{100} dozu uygulanmış görüntüsü (C).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Literatürde *Usnea longissima* liken türüne ait antikanser aktiviteye yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bununla birlikte, *Parmelia caperata*, *P. sulcata* ve *P. saxatilis* gibi farklı liken türlerinden izole edilen usnik asit, protokeratik asit ve salazinik asit gibi sekonder metabolitlerin, insan melanom (FemX) ve kolon karsinomu (LSI174) hücre hatlarında in vitro olarak antikanser etkiler gösterdiği bildirilmektedir (Manojlović vd., 2012).

Millot ve arkadaşları ise *Ochrolechia parella* türünden elde edilen çeşitli bileşiklerin (chloro-depsidon, variolarik asit, lekanorik asit, alpha-alektoronik asit, atranorin, ergosterol peroksid)

kanser hücrelerine karşı belirgin sitotoksik etkiler oluşturduğunu rapor etmişlerdir (Millot vd., 2007).

Arı ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada, *Parmelia sulcata* Taylor liken türünün, insan meme kanseri hücre hatları olan MCF-7 ve MDA-MB-231 üzerinde anlamlı düzeyde antikanser etki gösterdiği bildirilmiştir. Hücre kültürü ortamında yapılan bu deneysel çalışmada, söz konusu liken türünün apoptoz mekanizmasını indükleyerek sitotoksik etki oluşturduğu ve kanser hücrelerinin canlılığını azalttığı rapor edilmiştir. Bu bulgular, doğal kaynaklı likenlerin kanser hücreleri üzerinde biyolojik olarak aktif bileşikler içerdiğine ve alternatif tedavi yaklaşımlarında potansiyel taşıdığına işaret etmektedir (Arı vd., 2015).

Başka bir çalışmada ise *Sphaerophorus globosus*, *Psoroma reticulatum*, *P. pulchrum* ve *P. palladium* liken türlerinden izole edilen sphaerophorin ve pannarin adlı sekonder metabolitlerin, insan melanoma hücre hattı (M14) üzerinde belirgin sitotoksik etkiler oluşturduğu tespit edilmiştir. Söz konusu sitotoksisitenin, hücre DNA'sının parçalanması yoluyla apoptozun indüklenmesinden kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Bu bulgular, liken kaynaklı bileşiklerin yalnızca hücre proliferasyonunu baskılamakla kalmayıp aynı zamanda hücresel ölüm mekanizmalarını da aktive edebildiğini göstermesi bakımından dikkat çekicidir (Russo vd., 2008).

Hücre kültürü çalışmaları, bu tür etkilerin değerlendirilmesinde önemli bir yöntem olup, liken kaynaklı doğal bileşiklerin antikanser potansiyelinin ortaya konmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada, kolon kanseri hücre hattı olan HT-29 hücrelerine *Ramalina farinacea* liken ekstresi uygulanarak ekstraktın sitotoksik etkisi apoptoz-nekroz testi ile değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, liken ekstresinin kanserli hücreler üzerinde anlamlı düzeyde hücre ölümünü indüklediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, *R. farinacea*'ye ait ekstraktın 25–500 µg/ml konsantrasyon aralığında uygulandığı deney gruplarında hücre canlılığında doza bağlı azalma gözlenmiştir.

Bu sonuçlar, çalışmada kullanılan liken türlerinin antikanser potansiyel taşıdığını ve kanser hücrelerinin proliferasyonunu baskılayıcı etki gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Likenlerden elde edilen doğal bileşiklerin, düşük toksisiteye sahip olmaları ve hedefe yönelik etki mekanizmaları ile geleneksel tedavi yaklaşımlarına alternatif veya destekleyici ajanlar olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda, liken türlerinin içerdiği sekonder metabolitlerin, özellikle sitotoksik ve apoptotik etkileriyle kanser tedavisinde kullanım potansiyelinin daha kapsamlı çalışmalarla araştırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Ari, F., Ulukaya, E., Oran, S., Celikler, S., Ozturk, S., & Ozel, M. Z. (2015). Promising anticancer activity of a lichen, Parmelia sulcata Taylor, against breast cancer cell lines and genotoxic effect on human lymphocytes. *Cytotechnology*, *67*, 531-543.

Brown, JS, Amend, SR, Austin, RH, Gatenby, RA, Hammarlund, EU, & Pienta, KJ (2023). Kanser tanımının güncellenmesi. *Moleküler Kanser Araştırması* , *21* (11), 1142-1147.

Carneiro, B. A., & El-Deiry, W. S. (2020). Targeting apoptosis in cancer therapy. *Nature reviews Clinical oncology*, *17*(7), 395-417.

Esimone, C. O., & Adikwu, M. U. (1999). Antimicrobial activity and cytotoxicity of Ramalina farinacea. *Fitoterapia*, *70*(4), 428-431.

Gupta, S. (2022). Screening for colorectal cancer. *Hematology/Oncology Clinics*, *36*(3), 393-414.

Ilerhunmwuwa, N. P., Sahin, I. H., & Saeed, A. (2025). Immunotherapy resistance in colorectal cancer with liver metastases: challenges & therapeutic advances. *Chinese Clinical Oncology*, *14*(1), 7-7.

Ionescu, V. A., Gheorghe, G., Bacalbasa, N., Chiotoroiu, A. L., & Diaconu, C. (2023). Colorectal cancer: from risk factors to oncogenesis. *Medicina*, *59*(9), 1646.

Kilinc, F., Guvel, S., Kayaselcuk, F., Aygun, C., Egilmez, T., & Ozkardes, H. (2004). p53 expression and apoptosis in varicocele in the rat testis. *The Journal of urology*, *172*(6), 2475-2478.

Kocakaya, Z., Kocakaya, M., & Şeker Karatoprak, G. (2021). Comparative analyses of antioxidant, cytotoxic, and anti-inflammatory activities of different Cladonia species and determination of fumarprotocetraric acid amounts. *Ksu Tarım Ve Doga Dergısı-Ksu Journal Of Agrıculture And Nature*, *24*(6).

Krasteva, N., & Georgieva, M. (2022). Promising therapeutic strategies for colorectal cancer treatment based on nanomaterials. *Pharmaceutics*, *14*(6), 1213.

Manojlović, N., Ranković, B., Kosanić, M., Vasiljević, P., & Stanojković, T. (2012). Chemical composition of three Parmelia lichens and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic activities of some their major metabolites. *Phytomedicine*, *19*(13), 1166-1172.

Mattiuzzi, C., & Lippi, G. (2019). Current cancer epidemiology. *Journal of epidemiology and global health*, *9*(4), 217-222.

Millot, M., Tomasi, S., Articus, K., Rouaud, I., Bernard, A., & Boustie, J. (2007). Metabolites from the lichen Ochrolechia parella growing under two different heliotropic conditions. *Journal of natural products*, *70*(2), 316-318.

Mohammadinejad, R., Moosavi, M. A., Tavakol, S., Vardar, D. Ö., Hosseini, A., Rahmati, M., Dini L., Salik, H.,Mandegary A. & Klionsky, D. J. (2019). Necrotic, apoptotic and autophagic cell fates triggered by nanoparticles. *Autophagy*, *15*(1), 4-33.

Obeng, E. (2020). Apoptosis (programmed cell death) and its signals-A review. *Brazilian Journal of Biology*, 81(4), 1133-1143.

Poursheikhani, A., Abbaszadegan, M. R., Nokhandani, N., & Kerachian, M. A. (2020). Integration analysis of long non-coding RNA (lncRNA) role in tumorigenesis of colon adenocarcinoma. *BMC Medical Genomics*, *13*, 1-16.

Ranković, B. R., Kosanić, M. M., & Stanojković, T. P. (2011). Antioxidant, antimicrobial and anticancer activity of the lichens *Cladonia furcata*, *Lecanora atra* and *Lecanora muralis*. *BMC complementary and alternative medicine*, *11*, 1-8.

Russo, A., Piovano, M., Lombardo, L., Garbarino, J., & Cardile, V. (2008). Lichen metabolites prevent UV light and nitric oxide-mediated plasmid DNA damage and induce apoptosis in human melanoma cells. *Life sciences*, *83*(13-14), 468-474.

Schirrmacher, V. (2019). From chemotherapy to biological therapy: A review of novel concepts to reduce the side effects of systemic cancer treatment. *International journal of oncology*, *54*(2), 407-419.

Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: a cancer journal for clinicians*, *71*(3), 209-249.

EKONOMİK KALKINMADA TARIMIN ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Mehmet Emin ÇETİNKAYA
Dicle University, Institute of Social, Department of Public Administration, Diyarbakır, Turkey
ORCID: 0009-0009-0084-8064
Hülya ARAM
Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Diyarbakır, Turkey
ORCID: 0009-0005-4789-2864

ÖZET

İnsanlığın ilk zamanlarından itibaren tarım her zaman ilgilenilen ve topluma yön veren faaliyetlerden biri olmuştur. Tarımsal faaliyetler genel olarak temel ihtiyaçlara karşılık vermek için başvurulan faaliyetlerden biridir. Bunların başında beslenme ve giyinme gibi temel fizyolojik ihtiyaçlar bulunmaktadır. Uluslararası ekonomik literatürde kalkınma kavramının ortaya çıkması ile birlikte birçok kalkınmaya ilişkin alt metot gelişmiştir. Sanayi, madencilik, turizm, teknoloji, ulaşım gibi ekonomik faaliyetlerin arasında bulunan tarım unsuru özellikle gelişmekte olan ülkelerin başvurduğu ana ekonomik faaliyetlerden biridir. Her ne kadar tarım sektörü önde gelen sektörlerden biri olsa da gelişen dünya ekonomisi çerçevesinde diğer ekonomik faaliyetlerin zaman zaman gerisinde kalmıştır. Dünyada yaşanan bölgesel savaşlar, salgınlar ya da ticari yolların değişiklik göstermesi ülkelerin içe dönük ekonomik politikalar seyretmesine zemin hazırlamıştır. İçe dönük ekonominin başta üretim zincirinin aksamaması ve temel ihtiyaçlara karşılık verme gibi belli başlı amacı bulunmaktadır. Üretim zincirinin aksamaması ve giyinme – beslenme gibi temel ihtiyaçlara karşılık verme hususunda ülkeler tarımsal faaliyetlere ağırlık vermektedir. Özellikle gelişmekte olan ekonomilerde ve uluslararası çapta değişen ekonomik dinamiklerin etkisiyle tarımsal kalkınma sıkça başvurulan faaliyetin başında gelmektedir. COVİD-19 pandemisi ve Rusya – Ukrayna savaşı sonrası özellikle Avrupa'nın buğday ve enerji sorununu yaşaması, tedarik zincirinin aksaması gibi olumsuzluklar tarımın önemini arttırmıştır. Bu çalışmada da Türkiye özelinde gelişmekte olan ülkeler açısından tarımın ekonomik kalkınmadaki rolü açıklanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: tarım, kalkınma, ekonomik faaliyetler, tarımsal üretim

THE IMPACT OF AGRICULTURE ON ECONOMIC DEVELOPMENT: THE CASE OF TURKEY

ABSTRACT

Since the early days of humanity, agriculture has always been one of the activities that have been of interest and given direction to society. Agricultural activities are generally one of the activities resorted to in order to meet basic needs. The most important of these are basic physiological needs such as nutrition and clothing. With the emergence of the concept of development in international economic literature, many sub-methods related to development have developed. Among economic activities such as industry, mining, tourism, technology, and transportation, the agricultural element is one of the main economic activities resorted to, especially by developing countries. Although the agricultural sector is one of the leading sectors, it has sometimes lagged behind other economic activities within the framework of the developing world economy. Regional wars, epidemics or changes in trade routes in the world have paved the way for countries to follow inward-looking economic policies. Inward-looking economy has certain objectives such as not disrupting the production chain and responding to basic needs. Countries focus on agricultural activities in order to not disrupt the production chain and respond to basic needs such as clothing and nutrition. Especially in developing economies and due to the changing economic dynamics on an international scale, agricultural development is one of the most frequently resorted activities. The COVID-19 pandemic and the Russia-Ukraine war, especially the wheat and energy problems experienced by Europe and the disruption of the supply chain, have increased the importance of agriculture. In this study, the role of agriculture in economic development in developing countries, especially in Türkiye, has been tried to be explained.

Keywords: agriculture, development, economic activities, agricultural production

VETERİNER CERRAHİSİNDE POMAT KULLANIMININ ÖNEMİ VE ETKİNLİĞİ

Taner ARSLAN
Department of Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Atatürk University, Erzurum, Turkey
ORCID: 0009-0001-4222-3718
Mümin Gökhan ŞENOCAK
Department of Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Atatürk University, Erzurum, Turkey
ORCID: 0000-0002-8855-8847

ÖZET

Pomatlar, genellikle deri yüzeyine uygulanan tedavi seçenekleridir. Veteriner cerrahi hastalarında pomat kullanımı olguya göre farklılık göstermektedir. Pomatların; iyileşme süreçlerini hızlandırmak, ağrıyı azaltmak, ortaya çıkan enflamasyonu dindirmek ve enfeksiyonu engellemek gibi önemli rolleri vardır. Bu makalede, veteriner sahada sıklıkla kullanılan başlıca pomat türleri ve bu pomatların uygulama alanları incelenmiştir.

Pomatların çeşitleri, tedavi amaçlarına göre farklılık gösterir: Hiperemizan pomatlar vasodilatör pomatlardır ve kan akışını artırarak iyileşmeyi hızlandırmak için kullanılır. Rezolitif pomatlar, ödem ve tıkanıklıkların çözülmesine yardımcı olur. Antienflamatuar pomatlar ise enflamasyonu azaltarak çoğunlukla kas-iskelet hastalıklarında kullanılır. Skatrizan pomatlar, yara iyileşmesini hızlandırır ve yara izlerini azaltmaya yardımcı olur. Antimikrobiyel pomatlar, deri ve yara cerrahisinde bakteriyel üremeyi engellemek için veteriner cerrahisinde yaygın olarak tercih edilir. Analjezik pomatlar, ağrıyı dindirmek için kullanılır. Yara iyileştirici pomatlar, yaraların iyileşme sürecini hızlandırmak, doku yenilenmesini teşvik etmek ve skatrizan dokuyu azaltmak için kullanılmaktadır. Steroid pomatlar, yangı ve alerjik olguların hafifletilmesinde kullanılır. Nemlendirici pomatlar ise deri ve yaraların nemli tutulması için kullanılır.

Sonuç olarak, veteriner cerrahisinde kullanılan pomatlar, iyileşme süreçlerini hızlandırmak, enfeksiyonları önlemek ve ağrıyı azaltmak için hayati öneme sahip olmaktadır. Ancak, her bir pomadın uygun kullanımı, hayvanın spesifik durumu ve veteriner hekimin önerileri doğrultusunda belirlenmesi gerekmektedir. Bu tedavi yöntemlerinin etkinliğini ve güvenliğini artırmak için sürekli olarak yeni araştırmalar yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel, İyileşme, Pomat, Yara.

THE IMPORTANCE AND EFFECTIVENESS OF OINTMENT USE IN VETERINARY SURGERY

ABSTRACT

Ointments are treatment options generally applied to the surface of the skin. The use of ointments in veterinary surgical patients varies depending on the individual case. Ointments play significant roles such as accelerating the healing process, reducing pain, alleviating inflammation, and preventing infection. This article examines the main types of ointments frequently used in veterinary practice and their areas of application.

The types of ointments differ according to their therapeutic purposes: Hyperemic ointments are vasodilators and are used to increase blood flow, thereby accelerating the healing process. Resolutive ointments help in resolving edema and congestion. Anti-inflammatory ointments are primarily used to reduce inflammation, especially in musculoskeletal disorders. Scar-reducing ointments accelerate wound healing and assist in minimizing scar formation. Antimicrobial ointments are commonly used in veterinary surgery to prevent bacterial growth in skin and wound surgeries. Analgesic ointments are used to relieve pain. Wound-healing ointments are used to accelerate the healing process, promote tissue regeneration, and reduce scar tissue. Steroid ointments are used to alleviate inflammation and allergic conditions. Moisturizing ointments are applied to maintain moisture on the skin and wounds.

In conclusion, ointments used in veterinary surgery are vital for accelerating the healing process, preventing infections, and reducing pain. However, the appropriate use of each ointment must be determined based on the specific condition of the animal and the veterinarian's recommendations. Continuous research is recommended to enhance the efficacy and safety of these treatment methods.

Keywords: Antibacterial, Healing, Ointment, Wound.

1. INTRODUCTION

Topical treatment methods hold a significant place in veterinary medicine, particularly in the management of dermatological conditions and postoperative care following surgical interventions. Among these methods, ointments stand out as semi-solid preparations typically applied to the skin, enabling the localized delivery of active ingredients. Ointments are preferred not only for their pharmacological effects but also for their ease of application and the comfort they provide to the patient. The use of ointments in veterinary surgical patients varies depending on several factors, such as the type, location, and depth of the wound, presence of infection, and the animal species. These preparations play a critical role in the management

of both acute and chronic lesions, serving purposes such as accelerating the healing process, reducing inflammation, controlling pain, and preventing secondary infections. In recent years, the use of biologically based or antibacterial-enhanced ointments in veterinary medicine has become increasingly widespread, contributing to the growing interest in topical therapies. This review comprehensively discusses the main types of ointments commonly used in veterinary practice, their compositions, and clinical applications (Boateng and Catanzano, 2015).

1. Antimicrobial Ointments:

Topical antimicrobial agents can be effective in the treatment of acutely contaminated wounds and in the management of chronic granulating wounds. The use of systemic antibiotics in the treatment of equine wounds should be approached with caution, as resistance to antimicrobials is on the rise. Chronic granulating wounds often form a superficial biofilm layer, which may delay healing. In such cases, topical antimicrobials target the local wound environment and may prove effective where systemic antibiotics offer limited or no benefit due to the presence of biofilm. Although some ointments may increase tissue microcirculation and perfusion, the benefits of these treatments often outweigh their potential adverse effects, and in some cases, they may significantly enhance wound healing (Peter et al., 2002).

1.1. Triple Antibiotic Ointment (Neomycin, Polymyxin B, and Bacitracin):

One of the classic topical antimicrobials commonly used in both humans and animals is the triple antibiotic ointment. This ointment typically consists of three structurally similar cyclic polypeptide antibiotics: neomycin, polymyxin B, and bacitracin (Bischofberger et al., 2015). Depending on the concentration of the applied dose and the susceptibility of the target microorganism, this preparation may exhibit either bacteriostatic (inhibiting bacterial growth) or bactericidal (killing bacteria) effects (Stone and Strominger, 1971; Nguyen et al., 2023). The triple antibiotic combination has a broad spectrum of antimicrobial activity, particularly against Gram-positive bacteria such as Staphylococcus spp., Streptococcus spp., Corynebacterium spp., Clostridium spp., and Actinomyces spp. However, it is known to be ineffective against Pseudomonas aeruginosa (Swaim et al., 1992). One of the key components of the triple antibiotic ointment, bacitracin, is absorbed at the wound site and inhibits the transport of mucopeptides into bacterial cell walls. This mechanism disrupts bacterial cell wall synthesis, thereby preventing bacterial proliferation. Furthermore, bacitracin enhances its effect by inhibiting proteases and other enzymes that impair bacterial cell membrane function (Stone and Strominger, 1971; Nguyen et al., 2023). Although the triple antibiotic ointment may be effective in treating certain infections, its most appropriate use is for small, superficial, acute wounds that can be easily covered with a bandage. This is due to the petrolatum base of the ointment,

which tends to attract dust and debris. Additionally, the occlusive nature of petrolatum may hinder the passage of oxygen and fluids to the wound (Johnson et al., 1945). The triple antibiotic ointment is typically applied as a thin layer directly to the wound surface using a gloved finger from a single-use tube. The wound is then covered with a non-adherent or absorbent dressing. Depending on the amount of exudate produced by the wound, the dressing may need to be changed every three to four days (Johnson et al., 1945).

1.2. Silver Sulfadiazine:

Silver sulfadiazine 1% ointment is a widely used topical antimicrobial agent for the prevention of infection in burn wounds. Silver sulfadiazine exhibits antimicrobial activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as certain yeast species, including Pseudomonas aeruginosa, a common pathogen in burn wound infections. The antimicrobial effect of Silver sulfadiazine arises from the interaction between its silver and sulfadiazine components. Silver binds to microbial DNA, promoting the release of sulfadiazine, which then disrupts the organism's metabolic pathways, leading to microbial death (Berry and Sullins, 2003; Yabanoglu et al., 2013).

Silver sulfadiazine is a dense, white ointment typically applied with a gloved hand in a thick layer over non-adherent dressings, followed by coverage with a light, soft-padded bandage. Each tube or container of ointment should be used for a single patient only. Due to the superficial action of silver ions, absorption is limited in the presence of eschar tissue. The application has a cooling effect and is generally well tolerated by patients. Contact with mucous membranes should be avoided, as it may lead to increased absorption; therefore, animals should not be allowed to lick the Silver sulfadiazine -treated area. Dressings are recommended to be changed daily, depending on the amount of exudate produced (Modak et al., 1988).

1.3. Nitrofurazone:

Nitrofurazone is a cost-effective, broad-spectrum antimicrobial with primarily bacteriostatic effects. It is ineffective against Pseudomonas spp. and reduces the efficacy of wound exudate. Nitrofurazone is available over-the-counter in ointment form for animal owners. In horses, it can reduce epithelialization and delay wound contraction (Farstvedt et al., 2004). Furthermore, it is believed to promote excessive granulation tissue formation; hence, its application to distal limb wounds is not recommended. Nitrofurazone has been reported to cause mammary tumors in rodents and is suspected to be carcinogenic in humans; as a result, its use in food-producing animals is prohibited. Due to its limited antimicrobial efficacy and potential adverse effects in equine wounds, other topical antimicrobials should be prioritized (Jacobsen, 2017).

1.4. Terramycin:

Terramycin is one of the newer broad-spectrum antibiotics, isolated from the actinomycete Streptomyces rimosus by Finlay and colleagues. This antibiotic has been shown to be effective against a wide range of bacteria, some rickettsiae, and certain large viruses. It is also effective against the bacterium Treponema, which causes syphilis, although it is significantly weaker than penicillin in this regard. Studies have shown that many strains of Pseudomonas aeruginosa and Proteus bacteria are resistant to Terramycin. While typically administered orally, its ointment form is also used topically in pyogenic skin infections (Wright and Tschan, 1953).

1.5. Gentamicin Sulfate (GS):

Gentamicin sulfate is a narrow-spectrum antibiotic, particularly effective in treating wounds infected with Gram-negative bacteria such as Pseudomonas aeruginosa. In a study conducted on dogs, the healing rate of full-thickness skin defects was evaluated by comparing a 0.1% gentamicin sulfate solution applied topically with a 0.1% oil-in-water emulsion-based cream. The results showed that the oil-in-water cream formulation slowed wound contraction and epithelialization processes (Farstvedt et al., 2004).

1.6. Octenidine Dihydrochloride:

Octenidine dihydrochloride, developed as an antiseptic agent in the late 1980s, is a cationic surface-active pyridine derivative with a broad antimicrobial spectrum effective against both Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as fungi. It has been reported to have a prolonged effect on the skin, remaining active for up to 24 hours after application (Jacobsen, 2017). Octenidine has shown high efficacy in the treatment of infections caused by Pseudomonas aeruginosa and Staphylococcus aureus within biofilm structures (Kramer et al., 2018). In chronic venous leg ulcer treatments in humans, octenidine-based gel applications resulted in a more significant reduction in wound size and faster healing. Additionally, similar clinical outcomes were achieved with gel application alone, without the need for bandaging, reducing treatment costs (Hammerle and Strohal, 2016). While this compound has not yet been tested in horses, its potential beneficial properties make it promising for use in chronic wound treatment (Hammerle and Strohal, 2016).

1.7. Mupirocin:

Mupirocin, available in ointment form, is unique both in its origin and mechanism of action. This antibiotic, a fermentation product of the bacterium Pseudomonas fluorescens, exerts its effect by inhibiting protein synthesis. It specifically prevents the incorporation of isoleucine into proteins by binding to isoleucyl-tRNA synthetase. Due to this unique mechanism, mupirocin does not show cross-resistance with other antibiotics. Mupirocin is highly effective

against aerobic Gram-positive cocci (especially S. aureus, S. epidermidis, and β-hemolytic streptococci). It is also effective against some Gram-negative cocci, but largely preserves the normal flora. Its applications include the prophylaxis of ulcers, surgical wounds, and burns; the treatment of skin infections; and the eradication of S. aureus nasal carriers. Mupirocin is the first-choice treatment for non-bullous impetigo and has been found to be as effective as oral antibiotics. It has also shown successful results in secondary infections of chronic dermatoses. In surgical wound models in mice, mupirocin cream was effective in primary and secondary wounds infected with S. aureus and S. pyogenes. Its effect was similar to oral flucloxacillin and significantly more effective than erythromycin. In the same study, mupirocin was found to be equivalent to cephalexin against S. pyogenes and more effective than cephalexin against S. aureus. Mupirocin is effective in controlling S. aureus colonization in diseases such as chronic atopic dermatitis, as long as the infection remains localized.

However, it should be noted that mupirocin is only effective against methicillin-sensitive S. aureus (MSSA). In cases of methicillin-resistant S. aureus (MRSA) colonization, a randomized, double-blind, placebo-controlled study showed that mupirocin had only limited effect. Adverse effects related to mupirocin are generally rare (<1.5%). The most commonly reported side effects are burning, stinging, or pain (1.5%) and itching (1%). More rarely, reactions such as redness, nausea, contact dermatitis, erythema, dry skin, tenderness, swelling, and increased exudate may occur. While mupirocin resistance has been reported, it is not widespread. Some bacterial strains may develop low-level resistance, but high doses of mupirocin are generally effective. Rarely, high-level resistance can be transferred via plasmids (Spann et al., 2003).

1.8. Pexiganan:

In recent years, attention has been focused on a novel antibiotic that showed potential in laboratory settings, isolated from the skin of frogs. Pexiganan is a 22-amino acid peptide isolated from the African clawed frog's skin. It has a broad spectrum of activity, including Staphylococcus, Streptococcus, Enterococcus faecium, Corynebacterium, Pseudomonas, Acinetobacter, Stenotrophomonas, and certain species of Enterobacteriaceae, Bacteroides, Peptostreptococcus, and Propionibacterium. In laboratory conditions, pexiganan demonstrated a rapid bactericidal effect against Pseudomonas, eliminating 10^6 organisms per milliliter within 20 minutes of treatment. Clinical studies have been conducted to evaluate the efficacy of pexiganan against bacteria isolated from diabetic foot ulcers. These studies showed that pexiganan exhibited a broad antimicrobial activity spectrum against foot ulcer isolates. Moreover, it did not show cross-resistance with commonly used antibiotics, such as β-lactams, quinolones, macrolides, and lincosamides, and effectively reduced strains resistant to oxacillin,

cephalosporins, imipenem, ofloxacin, ciprofloxacin, gentamicin, and clindamycin. Advanced studies are ongoing to confirm the efficacy of pexiganan as a topical antimicrobial agent (Spann et al., 2003).

1.9. Retapamulin:

Retapamulin is a new topical antibiotic class being developed for the treatment of bacterial skin infections caused by Staphylococcus aureus and Streptococcus pyogenes. Numerous reports have identified resistance in Staphylococcus to topical antibiotics such as mupirocin and fusidic acid, indicating the need for the development of new agents for topical use. Retapamulin has excellent in vitro activity against S. aureus and S. pyogenes, including antibiotic-resistant isolates. A series of efficacy studies have been conducted to further predict the effectiveness of topical retapamulin in the treatment of bacterial skin infections (Rittenhouse et al., 2006).

1.10. Fusidic Acid:

Fusidic acid belongs to the fusidans class of antibiotics, which is unique in its structure. Although the molecule has a steroid-like structure, it does not exhibit steroid effects. It is thought that this structure is responsible for the high tissue penetration similar to steroids and the lack of cross-resistance or cross-allergy with other antibiotics used in routine clinical practice. The antimicrobial effect of fusidic acid is particularly directed against common skin pathogens, including Staphylococcus aureus, making it one of the most potent antibiotics against this bacterium. In dermatology, fusidic acid is used to treat mild to moderate skin and soft tissue infections such as impetigo, folliculitis, erythrasma, furunculosis, abscesses, and infected traumatic wounds. However, its effectiveness is more limited in conditions like hidradenitis suppurativa, chronic leg ulcers, burns, and pressure ulcers. Topical forms of fusidic acid combined with betamethasone or hydrocortisone are highly effective in cases of atopic dermatitis/eczema suspected of staphylococcal or secondary infection, as well as in persistent eczema where staphylococcal superantigens may play an exacerbating role (Wilkinson, 1998).

2. Wound Healing Ointments:

2.1. Maltodextrin:

Maltodextrin is a polysaccharide identified for wound healing applications. With an average molecular weight of 3 kilodaltons (kDa), it is derived from the hydrolysis of starch. Maltodextrin contains small amounts of polysaccharides, glucose, and maltose. Clinical studies have observed that the topical application of a maltodextrin/ascorbic acid mixture to wounds and ulcers forms a protective barrier that regulates exudates and prevents microbial invasion of the wound site. Maltodextrin promotes tissue granulation by creating a moist wound environment, while the low pH, together with ascorbic acid, provides a bacteriostatic effect.

The slowly metabolized maltodextrin releases glucose into the wound environment, offering topical nutritional support. Additionally, it has been shown that maltodextrin exerts a chemotactic effect on polymorphonuclear leukocytes in vitro, which helps explain one aspect of the wound healing process. The maltodextrin/ascorbic acid mixture is easily applied in powder or gel formulations, which can be used daily by patients without causing discomfort (Salgado et al., 2017).

2.2. Becaplermin:

Becaplermin ointment is a treatment option used for chronic and hard-to-heal wounds, such as leg ulcers in diabetic patients. Becaplermin is a topical treatment product containing recombinant human platelet-derived growth factor (rhPDGF-BB). This ointment aims to accelerate the healing process by supporting the three main phases of wound healing: inflammation, proliferation, and epithelialization. When applied to the wound area, becaplermin acts as a growth factor, stimulating the proliferation of fibroblasts and other cells. Specifically, PDGF-BB promotes the formation of granulation tissue and new blood vessel formation (neovascularization). These effects accelerate tissue healing and reduce wound size. Becaplermin is generally applied to the cleaned wound once or twice daily, depending on the condition of the wound. The frequency of application may vary based on the wound's status. Treatment duration depends on the rate of healing and the size of the wound, but it is typically recommended for 8-12 weeks. The efficacy of becaplermin has been evaluated in several clinical studies. A prominent study demonstrated that becaplermin ointment provided significant healing for diabetic foot ulcers. Many studies reported increased wound closure rates and shorter treatment durations with this therapy. Regular application of the ointment has particularly been highlighted for achieving faster healing and reducing infection risk (Waycaster et al., 2016).

2.3. Cadexomer Iodine:

Cadexomer iodine is a newer iodophor product based on iodine, developed as an antiseptic agent in the 1980s. It contains 0.9% iodine and a starch-based polymer bead system that stabilizes the iodine molecules. When cadexomer iodine comes into contact with wound exudate, the polymer beads swell and gradually release iodine molecules in a slow, controlled manner. This slow-release mechanism provides a stronger microbial killing effect compared to povidone-iodine. It has been shown to be effective in treating biofilm forms of Methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) and Pseudomonas infections in mice. Additionally, cadexomer iodine has been reported to support healing in full-thickness wounds by increasing the production of pro-inflammatory mediators and vascular endothelial growth factor (VEGF)

by macrophages, thus promoting epithelialization. Iodosorb Gel (Smith & Nephew, St. Petersburg, Florida) is a commercially available, topically applied cadexomer iodine product. Although there is no study on its use in horses, this product may potentially be beneficial in treating contaminated wounds (Fitzgerald et al., 2017).

2.4. Urea:

Urea, also known as carbamide, is a polar and hygroscopic molecule produced by the human body. Urea plays a dual role in dermatology: first, it plays a key physiological role in maintaining skin hydration; secondly, it has been used in various topical preparations and concentrations to treat various skin diseases for centuries. One of the earliest uses of urea was in the topical treatment of wounds, due to its antibacterial and proteolytic properties. Later, it became one of the most commonly used moisturizers and keratolytic agents for treating xerosis, atopic dermatitis, ichthyosis, and psoriasis (Verzì et al., 2020).

The effectiveness of urea in wound healing has been supported by several studies, confirming its efficacy. In wound debridement, urea also demonstrates proteolytic properties, which is why urea-containing products can be successfully used to treat necrotic eschars. Sharp debridement requiring anesthesia and chemical debridement, as well as enzymatic proteolytic treatments (such as papain, fibrinolysin-deoxyribonuclease, and collagenase), may show slow and limited effectiveness and can complicate with increased inflammation and pain. In contrast, urea-containing products, with their strong osmotic effect on the skin, can rapidly soften both large and small eschars. Furthermore, experimental findings suggest that adding papain to urea may act as an activator for wound debridement, enhancing its digestive power (Verzì et al., 2020).

3. Steroid Ointments:

Topical corticosteroids (TCS) represent one of the oldest and most effective treatments for controlling inflammatory and immune-mediated skin diseases. However, in veterinary medicine, the use of TCS is less common compared to human medicine. The primary reasons for this include the dense fur of animals, their behaviors (such as pets licking areas where topical applications are made), and the large surface area of their bodies, as well as the cost of topical medications. These factors are often considered limiting factors by some veterinarians in the use of TCS. Ear diseases are one of the most common reasons for prescribing TCS in veterinary practice. The greatest advantage of TCS is that they cause significantly fewer side effects compared to other routes of application. The selection of TCS medications is not always straightforward. Whether treating otitis externa or addressing inflammatory skin issues, the formulation of the selected TCS and its side effects can influence the treatment outcome (Sauvé, 2019).

Topical corticosteroids (TCS) can be applied to suppress the early formation of healthy but excessive granulation tissue, with the goal of facilitating epithelialization and wound contraction. The ability of certain corticosteroids to suppress excessive granulation tissue formation in the early stages of healing may be related to their selective reduction of pro-fibrotic transforming growth factor (TGF)-β1 and TGF-β2 release from monocytes and macrophages. It has been reported that applying corticosteroids after the fifth day of wound healing does not negatively affect the healing process. However, prolonged use is not recommended, as it can have adverse effects on wound contraction, epithelialization, and angiogenesis. Generally, corticosteroids are applied at the first signs of excessive granulation tissue formation, and one or two applications are usually sufficient to achieve the desired effect. Corticosteroids should not be applied to infected wounds (Farstvedt et al., 2004).

The anti-inflammatory properties of topical glucocorticoids (TCS) vary depending on the type of corticosteroid used. Although the mechanisms of action of TCS are not fully elucidated, some studies have shown that TCS can influence pro-inflammatory molecules, mediators that mediate pruritus, nerve sensitivity associated with inflammation, and the accumulation of inflammatory cells. These medications reduce inflammation and itching by inhibiting various components of inflammatory processes, such as the arachidonic acid pathway, certain cytokines, growth factors, and adhesion molecules. Anti-inflammatory activity is typically proportional to the corticosteroid's ability to suppress the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and the severity of related side effects. Interestingly, cortisol and prednisolone must first be converted to their metabolically active forms (cortisol and prednisolone, respectively) in the liver; therefore, these forms are not suitable for topical use.

Table 1. Classification of Topical Corticosteroids Based on Clinical Potentials (Miller and Munro, 1980).

Topical corticosteroid preparations are classified into four different groups by comparing their relative potencies (Miller and Munro, 1980).

1- Very potent	2. Potent	3. Moderately potent	4. Mild
Beclomethasone dipropionate % 0.5	Beclomethasone dipropionate % 0.5	Clobetasone butyrate % 0.05	Dexamethasone % 0.01
Clobetasol propionate % 0.05	Betamethasone benzoate % 0.025	Flumethasone pivalate % 0.02	Hydrocortisone % 0.1- % 1
Diflucortolone valerate %0.3	Betamethasone dipropionate % 0.05	Flucinolone acetonide % 0.01	Methylprednisolone % 0.25
Fluocinolone acetonide % 0.2	Betamethasone valerate % 0.2	Fluocortin butylester % 0.75	
	Desonide % 0.05	Flurandrenolone % 0.0125- % 0.025	
	Desoxymethasone % 0.25		
	Difloreasone diacetate % 0.05		
	Diflucortolone valerate % 0.1		
	Fluclorolone acetonide % 0.025		
	Flucinolone acetonide % 0.025		
	Fluocinonide % 0.05		
	Fluocortolone % 0.5		
	Fluprednidene acetate % 0.1		
	Flurandrenolone % 0.05		
	Halcinonide % 0.1		
	Hydrocortisone butyrate % 0.1		
	Triamcinolone acetonide % 0.1		

4. Scar-Reducing Ointments:

Scar-Reducing Ointment (Cicatrizant) is a topical treatment product with antiseptic and anti-inflammatory properties, specifically designed to support wound healing. Cicatrizant is commonly used in dermatological and surgical wounds. It contains substances that accelerate wound healing, support tissue repair, and minimize scar formation (Ozay et al., 2023).

a. Effects of Cicatrizant Ointment on Wound Healing

Cicatrizant ointment has properties that support the four basic stages of wound healing: inflammation, epithelialization, granulation, and scar formation. It accelerates the healing process by promoting cell proliferation and tissue repair. Many studies have shown that Cicatrizant accelerates healing, especially in deep and complex wounds (Berry and Sullins, 2003).

b. Antiseptic and Anti-inflammatory Properties

Cicatrizant ointment has antiseptic properties that reduce the risk of infection during the healing process. The antiseptic components within it play an important role in preventing bacterial and

fungal infections. Additionally, its anti-inflammatory components help reduce inflammation and pain, contributing to the healing process (Heydari et al., 2025).

c. Collagen Synthesis and Tissue Regeneration

Collagen synthesis is a crucial part of wound healing. Cicatrizant helps strengthen the connective tissue and renew the collagen structures at the wound site. Collagen is one of the main components of scar tissue in healing wounds, and cicatrizant speeds up this process, improving the quality of the healing tissue (Krötzsch et al., 2004).

4.1. Camphor (Kâfur)

Camphor contains camphor and petroleum jelly as active ingredients. It is a light off-white color. Camphor is an irritant that induces hyperemia. It causes moderate irritation and stimulates sensory nerve fibers in the skin, leading to local vasodilation through the axon reflex. Increased blood flow to the area brings leukocytes, improves nutrition, and facilitates the removal of waste products via the venous and lymphatic systems. In animals, camphor is used for resolving purposes in cases of joint and muscle pain and in edematous areas. It is applied topically for its scar-reducing and analgesic effects, as well as for itching, insect stings, burns, and wounds with delayed granulation. It is particularly preferred for physiological udder edema. Additionally, it is indicated for conditions like neuralgia, myalgia, and lumbago (Ozay et al., 2023).

5. Non-Steroid Anti-inflammatory Ointments:

Anti-inflammatory ointments are the most commonly used topical agents in clinical practice. Their mechanism of action involves the inhibition of cyclooxygenase types 1 and 2 enzymes, which reduces prostaglandin synthesis and increases the sensitivity of nerve endings in peripheral tissues, which are a common source of pain and inflammation. Systemic use can cause liver, cardiovascular, gastrointestinal, and renal side effects. However, when applied topically, they increase therapeutic concentrations at the target tissue without reaching levels that would cause adverse reactions in the bloodstream.

Topical anti-inflammatory ointments produce high concentrations in tissues such as the synovium, muscle tissue, and joint cartilage, but their bioavailability is low. Only about 5% to 15% of the bioavailability seen with systemic administration is observed. The analgesic response and systemic exposure can vary depending on the source of the pain and the type of the patient's skin and skeletal muscle tissue. Formulations that facilitate tissue penetration can increase efficacy in deeper regions, such as joints, but this can lead to higher systemic absorption. These drugs reduce inflammation by decreasing prostaglandin synthesis at the site of pain, inhibiting leukocyte adhesion and function, reducing platelet aggregation, modulating lymphocyte response, inhibiting cytokine production, suppressing proteoglycan synthesis in

cartilage tissue, reducing mediator cell destruction by the complement system, and inhibiting the formation of free radicals (Flores et al., 2012).

Examples of Topical Non-Steroid Anti-inflammatory Agents:

5.1. Sodium Diclofenac:

Used topically in 1% or 2% gel or cream forms. It is effective in reducing local pain and inflammation in musculoskeletal system diseases.

5.2. Ketoprofen:

Particularly effective for muscle and joint pain. Its use is limited in some countries due to the risk of phototoxicity.

5.3. Piroxicam:

A long-acting agent. It is used topically for injuries and soft tissue trauma.

5.4. Ibuprofen:

A commonly used topical anti-inflammatory with pain-relieving and anti-inflammatory effects.

6. Local Anesthetic Ointments:

Topically applied local anesthetics can alleviate neuropathic pain by reducing abnormal stimulation of superficial somatic nerves in the localized pain area. These drugs work by binding to abnormal sodium channels in damaged peripheral nerves, thereby suppressing abnormal spontaneous neural activity that could lead to or maintain neuropathic pain. Local anesthetics are available in the form of 5% lidocaine or EMLA cream, which contains 2.5% prilocaine and 2.5% lidocaine (Flores, 2012).

The topical application of this drug group has been shown to be safe and free from serious side effects. In a pharmacokinetic study evaluating continuous application of 5% lidocaine for 72 hours, the measured serum concentration of lidocaine remained 25 times below the levels that would cause toxic effects. No sensory loss was observed at the application site, but mild local erythema was noted in most of the patients (Flores, 2012).

7. Moisturizing Ointments:

Moisturizing ointments are topical agents that reduce epidermal water loss, strengthen the skin barrier, and possess protective and soothing properties. They typically contain occlusive, humectant, and emollient components. Due to their high oil content, ointment forms are especially preferred for dry and damaged skin.

Mechanisms of Action:

Occlusive Effect: Creates a waterproof barrier to prevent water loss from the skin (e.g., petroleum jelly).

Humectant Effect: Draws moisture from the environment into the skin (e.g., glycerin, urea).

Emollient Effect: Fills in cracks in the skin, providing softness (e.g., vegetable oils).

Clinical Uses: These ointments are used for conditions such as atopic dermatitis, psoriasis, burns, eczema, diabetic skin dryness, wound healing, and postoperative skin care (Lodén, 2003).

Table 2: Mechanism of Action and Properties of Topical Moisturizers (Lodén, 2003).

Component	Mechanism of Action	Properties
Vaseline (Petrolatum)	Occlusive	Can reduce TEWL by up to 99%.
Lanolin	Emollient and Occlusive	Naturally sourced, emollient.
Urea	Humectant	Keratolytic effect, moisture attracting.
Glycerin	Humectant	Keeps the skin moist.
Panthenol	Moisturizing and Regenerative	Supports epidermal regeneration.
Plant Oils (almond, olive, jojoba)	Emollient	Strengthens lipid barrier.

8. Resorptive Ointments:

Resorptive ointments are topical preparations that accelerate the resolution of pathological accumulations such as exudate, edema, and infiltration caused by inflammation, by enhancing the resorptive (absorption) activities within the tissue. These preparations support the removal of inflammatory products accumulated between tissues through lymphatic and vascular pathways, thus accelerating the healing process.

They are typically enriched with components that have analgesic, anti-inflammatory, anti-edema, and regenerative effects. The ointment form ensures controlled release of the drug through the skin, extending the duration of its local effect.

Pharmacological Mechanisms of Action:

a) Increasing microcirculation: By accelerating blood and lymph circulation, it facilitates the removal of inflammatory products.

b) Enhancing macrophage activity: It increases the activity of phagocytic cells that support the resorption process.

c) Reducing edema and fibrosis: It can suppress the accumulation of fibrous tissue caused by chronic inflammation.

d) Regenerative effects: Some formulations promote tissue repair by supporting cell regeneration (Loden, 2005).

Table 3: Active Ingredients, Effects, and Intended Uses of Resolutive Ointments (Loden, 2005).

Active Ingredient	Effect	Purpose of Use
Heparinoid	Anticoagulant, anti-inflammatory	Resolution of hematomas and edema
Salicylate derivatives (Methyl salicylate)	Analgesic, anti-inflammatory	Musculoskeletal pain
Camphor/Menthol	Vasodilator, mild irritant	Enhancing microcirculation
Balsamic components (Guaiacol, resins)	Superficial hyperemia, resorptive	Local inflammations

In veterinary medicine, resorptive ointments are commonly used, especially in cases of traumatic lesions, edema, hematomas, muscle strains, and joint-related inflammations. They also play a supportive role in postoperative care and in the resolution of chronic tissue infiltrations (Loden 2005).

9. Topical Rubefacients (Hyperemic Ointments): Hyperemic ointments contain components that increase blood flow at the skin surface through topical application, leading to vasodilation and consequently accelerating regional microcirculation. These ointments are known for their vasodilatory effects and are commonly used to accelerate the healing process following musculoskeletal disorders, wounds, trauma, or sports injuries. By relaxing blood vessels, they allow more blood, oxygen, and nutrients to reach the tissues in the affected area (Tobias and Johnston, 2017).

Pharmacological Mechanisms of Action:

a) Vasodilation (blood vessel dilation): Hyperemic agents promote the dilation of local blood vessels, thereby accelerating regional blood flow. This mechanism enhances the exchange of oxygen, nutrients, and cellular waste in the affected area.

b) Improvement of microcirculation: By improving microcirculation, hyperemic agents accelerate cell regeneration and contribute to the resolution of inflammation.

c) Reduction of pain and swelling: Increased blood flow can help alleviate pain and edema by facilitating the removal of waste products from the area more efficiently.

d) Free radical scavenging on the skin surface: Some hyperemic ointments assist in eliminating free radicals, which can reduce inflammation and tissue damage.

Hyperemic ointments are commonly used in veterinary medicine, particularly for musculoskeletal trauma (sprains, injuries, and muscle strains), joint diseases (inflammatory conditions like arthritis and bursitis), and postoperative healing processes following injuries (Tobias and Johnston, 2017).

Table 4: Active Ingredient, Effect, and Purpose of Hyperemic Ointments (Tobias and Johnston, 2017).

Active Ingredient	Effect	Purpose of Use
Capsicum	Vascular dilation, pain reliever	Pain, joint disorders, and arthritis
Sodium nitrate	Vasodilator, increases blood flow	Skin blood flow and microcirculation improvement
Methyl Salicylate	İncreases blood flow, pain reliever	Pain, joint disorders
Capsaicin	Vasodilator, Analgesic	Joint disorders
Menthol	İncreases blood flow, Vasodilator	Musculoskeletal system discomfort

CONCLUSIONS

In conclusion, ointments used in veterinary surgery play a crucial role in accelerating healing processes, preventing infections, and reducing pain. However, the appropriate use of each ointment must be determined based on the specific condition of the animal and the recommendations of the veterinarian. Continuous research is recommended to enhance the effectiveness and safety of these treatment methods.

REFERENCES

Boateng, J., & Catanzano, O. (2015). Advanced therapeutic dressings for effective wound healing—a review. Journal of pharmaceutical sciences, 104(11), 3653-3680.
Peter, F. W., Li-Peuser, H., Vogt, P. M., Muehlberger, T., Homann, H. H., & Steinau, H. U. (2002). The effect of wound ointments on tissue microcirculation and leucocyte behaviour. *Clinical and experimental dermatology*, *27*(1), 51-55.
Nuutila, K. and Eriksson, E. (2021). Moist wound healing with commonly available dressings. Adv. Wound Care 10: 685–698.
Geng, J., Cai, Y., Lu, H. et al. (2023). Moist dressings in the treatment of pressure injuries: a network meta-analysis. J. Tissue Viability 32 (2): 213–227.
Yamashita, Y., Ohzuno, Y., Saito, Y. et al. (2023). Autoclaving-triggered hydrogelation of chitosan-gluconic acid conjugate aqueous solution for wound healing. Gels 9 (4): 280.
Swaim SF, Riddell KP, Mccuire JA. Eflects of topical medications on the healing of open pad wounds in dogs. J Am Anim Hosp Assoc 1992;28:499-502
Nguyen, R., Khanna, N.R., Safadi, A.O. et al. (2023). Bacitracin topical. In: StatPearls. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536993.
Stone, K.J. and Strominger, J.L. (1971). Mechanism of action of bacitracin: complexation with metal ion and C55-isoprenyl pyrophosphate. Proc. Natl. Acad. Sci. 68 (12): 3223–3227. Bischofberger AS, Tsang AS, Horadagoda N, et al. Effect of activated protein C in second intention healing of equine distal limb wounds: a preliminary study. Aust Vet J 2015;93:361–6.
Johnson, B.A., Anker, H., and Meleney, F.L. (1945). Bacitracin: a new antibiotic produced by a member of the B. subtilis group. Science 102 (2650): 376–377.
Yabanoglu H, Basaran O, Aydogan C, et al. Assessment of the effectiveness of silver-coated dressing, chlorhexidine acetate (0.5%), citric acid (3%), and silver sulfadiazine (1%) for topical antibacterial effects against the multi-drug resistant Pseudomonas aeruginosa infecting full-skin thickness burn wounds on rats. Int Surg 2013;98:416–23.

Berry DB 2nd, Sullins KE. Effects of topical application of antimicrobials and bandaging on healing and granulation tissue formation in wounds of the distal aspect of the limbs in horses. Am J Vet Res 2003;64:88–92.
Modak, S.M., Sampath, L., and Fox, C.L. (1988). Combined topical use of silver sulfadiazine and antibiotics as a possible solution to bacterial resistance in burn wounds. J. Burn Care Rehabil. 9 (4): 359–363.
Swaim SF. Lee AH. Tooical wound medications: a review. J Am Vet Med Assoc 1987;190:1588-159.
Farstvedt E, Stashak T, Othic A. Update on topical wound medications. Clin Tech Equine Pract 2004;3:194–272.
Jacobsen S. Topical wound treatments and wound-care products. In: Theoret CL, Schumacher J, editors. Equine wound management. 3rd edition. Ames (IA): Wiley-Blackwell; 2017. p. 75–103.
Kramer A, Dissemond J, Kim S, et al. Consensus on wound antisepsis: update 2018. Skin Pharmacol Physiol 2018;31:28–58.
Hammerle G, Strohal R. Efficacy and cost-effectiveness of octenidine wound gel in the treatment of chronic venous leg ulcers in comparison to modern wound dressings. Int Wound J 2016;13:182–8.
Fitzgerald DJ, Renick PJ, Forrest EC, et al. Cadexomer iodine provides superior efficacy against bacterial wound biofilms in vitro and in vivo. Wound Repair Regen 2017;25:13–24.
Salgado, R. M., Cruz-Castañeda, O., Elizondo-Vázquez, F., Pat, L., De la Garza, A., Cano-Colín, S., ... & Krötzsch, E. (2017). Maltodextrin/ascorbic acid stimulates wound closure by increasing collagen turnover and TGF-β1 expression in vitro and changing the stage of inflammation from chronic to acute in vivo. Journal of tissue viability, 26(2), 131-137.
Waycaster, C. R., Gilligan, A. M., & Motley, T. A. (2016). Cost-effectiveness of becaplermin gel on diabetic foot ulcer healing: changes in wound surface area. Journal of the American Podiatric Medical Association, 106(4), 273-282.
WRIGHT, C. S., & TSCHAN, D. N. (1953). Local oxytetracycline (terramycin) therapy of skin infections. AMA Archives of Dermatology and Syphilology, 67(2), 125-128.
Spann, C. T., Taylor, S. C., & Weinberg, J. M. (2003). Topical antimicrobial agents in dermatology. Clinics in dermatology, 21(1), 70-77.
Rittenhouse, S., Singley, C., Hoover, J., Page, R., & Payne, D. (2006). Use of the surgical wound infection model to determine the efficacious dosing regimen of retapamulin, a novel topical antibiotic. Antimicrobial agents and chemotherapy, 50(11), 3886-3888.
Wilkinson. (1998). Fusidic acid in dermatology. British Journal of Dermatology, 139, 37-40.
Verzì, A. E., Musumeci, M. L., Lacarrubba, F., & Micali, G. (2020). History of urea as a dermatological agent in clinical practice. International journal of clinical practice, 74, e13621.
Miller, J. A., & Munro, D. D. (1980). Topical corticosteroids: clinical pharmacology and therapeutic use. Drugs, 19(2), 119-134.
Sauvé, F. (2019). Use of topical glucocorticoids in veterinary dermatology. The Canadian Veterinary Journal, 60(7), 785.
Ozay, Y., Ozkorkmaz, E. G., Kumas-Kulualp, M., Kara, S. G., Yildirim, Z., Uzun, C., ... & Kahraman, A. (2023). Wound healing activity of Salvia huberi ethanolic extract in streptozocin-induced diabetic rats. Journal of wound care, 32(Sup3a).
Berry II, D. B., & Sullins, K. E. (2003). Effects of topical application of antimicrobials and bandaging on healing and granulation tissue formation in wounds of the distal aspect of the limbs in horses. American Journal of Veterinary Research, 64(1), 88-92.
Heydari, M., Mehrbani, H., Seyyedkazemi, S. M., Rustamzadeh, A., Joghataei, M. T., Sadigh, N., ... & Alizadeh-Otaghvar, H. (2025). The bioactive compound of traditional herbal ointment accelerates wound closure, epithelialization, and angiogenesis in patients with second-degree burn wound: A randomized clinical trial. Tissue and Cell, 102787.
Krötzsch, E., Suárez-Colín, A., Salgado, R. M., & Apis, A. M. (2004). 133 Granulation Tissue Induction by Lassar Ointment vs. Collagen-Polyvynilpyrrolidone in Venous Ulcers. Wound Repair and Regeneration, 12(2), A35-A35.
Flores, M. P., Castro, A. P. C. R. D., & Nascimento, J. D. S. (2012). Topical analgesics. Revista Brasileira de Anestesiologia, 62, 248-252.

Lodén, M. (2003). Role of topical emollients and moisturizers in the treatment of dry skin barrier disorders. American journal of clinical dermatology, 4, 771-788.
Loden, M. (2005). The clinical benefit of moisturizers. Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology, 19(6), 672-688.

Tobias, K. M., & Johnston, S. A. (2017). Veterinary surgery: small animal.

KÖPEKLERDE WOBBLER SENDROMU: NEDENLERİ, KLİNİK BULGULARI VE TEDAVİ SEÇENEKLERİ

Taner ARSLAN
Department of Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Atatürk University, Erzurum, Turkey
ORCID: 0009-0001-4222-3718
Sıtkıcan OKUR
Department of Surgery, Faculty of Veterinary Medicine, Atatürk University, Erzurum, Turkey
ORCID: 0000-0003-2620-897X

ÖZET

Wobbler sendromu, köpeklerde sıklıkla servikal omurga bölgesindeki (özellikle C2-C7) anormallikleri nedeniyle ortaya çıkan bir nörolojik durumdur. Bu sendrom, genellikle servikal omurga kanalındaki darlıklar ve disk hastalıkları gibi nedenlerle servikal omurlarında bası yaratmaktadır. Etkilenen köpeklerde servikal bölgesinde ağrı, zayıflık, denge kaybı ve koordinasyon bozuklukları gözlemlenmektedir. Klinik belirtiler genellikle yavaş bir şekilde başlar ve ilerleyici olabilir. Sonuç olarak, köpeklerde denge kaybı, titreme ve motor bozuklukları gibi klinik bulgular belirtiler oluşmaktadır. Woobler sendromu özellikle 2-7 yaş aralığındaki büyük ırk köpeklerde (Doberman Pinscher ve Great Dane) daha yaygındır ve tedavi edilmediği takdirde köpeklerin yürüyüşünü ciddi şekilde etkileyebilir. Woobler sendromunun teşhisinde klinik muayene, röntgen, manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ve bilgisayarlı tomografi (CT) gibi ileri tetkik yöntemleri kullanmaktadır. Woobler sendromunu etiyolojisi ve patofizyolojisinde, büyük ve dev ırk köpeklerin genetik yatkınlıkları, displastik değişiklikler ve yaşlanmaya bağlı omurga hastalıkları bu durumu tetikleyebilir. Tedavi yöntemler olarak ilaç tedavisi, cerrahi müdahale ve fiziksel terapiyi içermektedir. Wobbler sendromunun ileri evrelerinde, cerrahi müdahale gerekli olmaktadır. Cerrahi tedavi, genellikle omurga kanalındaki darlığı açmayı veya omurilik üzerindeki baskının azaltılması hedeflenmektedir. Bununla birlikte, cerrahi dışı tedavi yöntemleri (anti-inflamatuar ilaçlar, ağrı yönetimi) de çoğu vaka için uygulanabilmektedir.

Ülkemizde, veteriner hekimliği pratiğinde Wobbler sendromunun yeterince bilinmemesi ve buna bağlı olarak tanının konulmasında zorluk yaşanması, hastalığın klinik bulguları, tanı yöntemleri ve tedavi süreçlerini yeniden gözden geçirmemiz gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Disk, Köpek, Servikal spondilomiyelopati, Omurga.

WOBBLER SYNDROME IN DOGS: CAUSES, CLINICAL SYMPTOMS, AND TREATMENT OPTIONS

ABSTRACT

Wobbler syndrome is a neurological condition commonly observed in dogs, typically caused by abnormalities in the cervical spine region (especially C2-C7). This syndrome is often associated with cervical spinal canal stenosis and disc diseases, which exert pressure on the cervical vertebrae. Affected dogs exhibit pain in the cervical region, weakness, loss of balance, and coordination deficits. Clinical signs typically start gradually and may progress over time. As a result, clinical manifestations such as loss of balance, trembling, and motor dysfunction are observed in dogs. Wobbler syndrome is particularly common in large-breed dogs, such as Doberman Pinschers and Great Danes, aged 2-7 years, and if left untreated, it can severely affect the dog's gait. The diagnosis of Wobbler syndrome involves clinical examination, radiography, magnetic resonance imaging, and computed tomography, among other advanced diagnostic techniques. The etiology and pathophysiology of Wobbler syndrome are often triggered by genetic predispositions in large and giant breeds, dysplastic changes, and age-related spinal diseases. Treatment options include pharmacological therapy, surgical intervention, and physical therapy. In advanced stages of Wobbler syndrome, surgical intervention is often necessary. Surgical treatment generally aims to decompress the spinal canal or reduce pressure on the spinal cord. However, non-surgical treatment options (such as anti-inflammatory medications and pain management) can also be applied in many cases.

In our country, the insufficient awareness of Wobbler syndrome in veterinary practice, coupled with the resulting difficulties in diagnosis, necessitates a reassessment of the clinical signs, diagnostic methods, and treatment protocols for this condition.

Keywords: Disc, Dog, Cervical Spondylomyelopathy, Spine.

1. INTRODUCTION

"Wobbler" syndrome refers to a group of disorders involving the cervical vertebrae and intervertebral discs in large-breed dogs, which result in spinal cord compression (Vangundy, 1988). Numerous lesions associated with various etiological factors have been linked to this syndrome. The literature includes a wide range of synonymous terms for this condition, such as spondylolisthesis, cervical spinal subluxation and spondylolisthesis, cervical vertebral instability, cervical spinal stenosis, cervical spondylopathy, spondylomyelopathy, and cervical malformation/malarticulation syndrome (De Decker et al., 2008). All of these clinical presentations result in similar signs, including ataxia, paresis, particularly affecting the hind

limbs and cervical pain. The term "Wobbler" is specifically used to describe the characteristic “wobbling gait” observed in the hind limbs (Vangundy, 1988).

Among these conditions, the most typical and prevalent form is Disk-Associated Wobbler Syndrome (DAWS). DAWS primarily affects middle-aged large-breed dogs, especially adult Doberman Pinschers, Great Danes, and Rottweilers. In this syndrome, cervical spinal cord compression commonly arises from the protrusion of the intervertebral disc between the sixth and seventh cervical vertebrae (C6-C7) and/or between the fifth and sixth cervical vertebrae (C5-C6), often accompanied by mild vertebral malformations. This condition is frequently associated with dorsal compression due to hypertrophy of the ligamentum flavum (De Decker et al., 2008). Both bony and ligamentous abnormalities are observed in the caudal cervical spine. These changes are classified into five categories: chronic degenerative disc disease, congenital bony malformations (such as narrowing of the neural canal and abnormal facet joint articulation), vertebral instability or tilting, hourglass-like compression by the dorsal and ventral ligaments, and hypertrophy of the ligamentum flavum (Seim, 1982). These abnormalities may be identified radiographically either individually or in combination, and can cause spinal cord compression. Progressive compression leads to demyelination of ascending and descending spinal tracts, Wallerian degeneration, and focal malacia in the gray matter. Consequently, neurological signs in affected dogs may vary widely, ranging from mild bilateral hind limb ataxia and spastic paresis to tetraparesis (Vandevelde, 1981).

The etiology of Wobbler syndrome has been widely debated. Some authors have proposed a hereditary predisposition. Earlier studies have suggested that certain conformational features of dogs play a significant role in the development of cervical vertebral abnormalities. Specifically, the presence of a long neck and a heavy head is believed to exert abnormal forces on the developing vertebrae, leading to deformation. Others have emphasized factors such as sex, growth rate, and overnutrition as major etiological contributors. Additionally, trauma has been proposed as a predisposing factor, particularly in older animals (Lewis, 1991).

Diagnosis

Clinical Findings

Animals affected by Disk-Associated Wobbler Syndrome (DAWS) are typically between 4 and 8 years of age. The most common clinical sign is gait abnormality. Owners often report that symptoms have a gradual onset, although in some cases, signs may appear suddenly or become acutely exacerbated. A slowly progressive ataxia and/or paresis of the hind limbs is frequently observed. A wide-based stance of the hind limbs may be noticeable (Seim, 2000). In dogs that appear to have normal forelimbs, distinguishing between DAWS and thoracolumbar lesions can

sometimes be challenging (McKee and Sharp, 2003). The forelimbs may also be affected, exhibiting a short, stiff gait. Affected dogs may show a characteristic "disconnected" gait, giving the impression that the forelimbs and hind limbs are moving at different speeds. Cervical pain may be present but is often not pronounced; a history of neck pain is reported in approximately 40% of cases. Tetraplegia is rarely observed (Seim, 2000).

Proprioception testing typically reveals marked deficits in the affected limbs, although responses are not always bilaterally symmetrical. As the clinical condition progresses, signs such as nail wear, toe dragging, or knuckling (inability to properly position the paw) may become evident. Hyperreflexia is commonly observed in the hind limbs; occasionally, spasticity in one or both forelimbs may also be noted (Lewis, 1989).

Radiography

Imaging is generally limited to the lateral view; however, if neurological findings are asymmetric, anteroposterior views may also be included. To keep the spine straight, the neck and skull are supported, and the forelimbs are extended caudally. Although the breed of the patient largely determines the focal point within the cervical spine, in cases of uncertainty, the X-ray tube is typically focused around the C3–C4 level for a general survey image, followed by realignment to the suspected region (Lewis, 1989). Plain radiographs may provide indications suggestive of DAWS but are not definitive for diagnosis and do not precisely localize the site of spinal cord compression. This non-invasive technique is useful for ruling out differential diagnoses such as vertebral fractures, (sub)luxations, vertebral neoplasia, and discospondylitis (Sharp, 2005). General anesthesia is required to achieve proper positioning.

In dogs with DAWS, changes may be observed in the vertebral canal and intervertebral disc spaces. Vertebral shape abnormalities can range from varying degrees of ventrocranial border loss to the presence of a triangular-shaped vertebra. Spondylosis deformans may be evident ventrally to the intervertebral space, accompanied by changes in opacity of the vertebral body. Narrowing of the intervertebral disc space is common and usually corresponds with the region of spinal cord compression (Lewis, 1991). Radiographs may also reveal narrowing of the vertebral canal, where the cranial opening appears significantly more constricted than the caudal one (Sharp et al., 1992). In some dogs, even with severe radiographic abnormalities, myelography may not reveal spinal cord compression, and clinical signs may be absent. Furthermore, although the primary site of compression may be clearly evident, secondary compression sites cannot be identified using plain radiographs (De Decker et al., 2008).

Myelography

Myelography, or contrast-enhanced radiography, involves the visualization of the spinal cord using a contrast agent injected into the subarachnoid space. It is one of the preferred diagnostic methods for identifying DAWS in dogs (Sharp & Wheeler, 2005). On lateral radiographic views, abnormalities can be seen on both the ventral and dorsal aspects of the vertebral canal. The most common finding is a ventral extradural compression caused by the intervertebral disc. In some dogs, the ventral contrast column may appear elevated or completely interrupted. It is common to encounter multiple sites of compression (Sharp et al., 1992). Dorsal compression due to hypertrophy of the ligamentum flavum is also observed in some cases, typically occurring at multiple levels. Although the degree of compression and its clinical relevance are not fully understood, some authors consider this finding to be significant (Lyman, 1991).

The utility of applying stress positions such as traction, flexion, or extension during myelography has been widely debated. Changes in the positioning of adjacent vertebrae can alter the degree of spinal cord compression. Lesions are classified based on whether spinal cord compression changes during these stress positions. If the compression remains constant regardless of neck position, the lesion is defined as "static." If the compression varies depending on the position, it is considered a "dynamic" lesion (Seim & Withrow, 1982). Differentiating these lesion types provides insight into the lesion's nature and assists the surgeon in determining the most appropriate surgical approach (Sharp & Wheeler, 2005).

The degree of compression may vary as the neck is placed in flexion, neutral, or mild extension positions. These dynamic lesions are referred to as "positional" because they worsen with positions that mimic normal neck movements. In dogs with DAWS, extension typically exacerbates the compression, while flexion tends to alleviate it. Flexion and extension views are particularly important for assessing mild lesions, as their clinical significance may not be apparent when myelography is performed in a neutral position (McKee & Sharp, 2003). However, positional studies are not without risk. Images obtained in the extended position should be performed cautiously, as they may significantly increase spinal cord compression; in some cases, this positioning should be avoided altogether.

Although myelography is a standard method for confirming the diagnosis of DAWS, it is an invasive procedure and not without risk (Sharp & Wheeler, 2005). The most significant complications following myelography include seizures and transient neurological deterioration (Sharp & Wheeler, 2005).

Computed Tomography (CT)

Computed tomography (CT) is a highly effective imaging modality, particularly for the detailed visualization of bony structures. CT provides images composed of sequential slices, which can be reconstructed in various anatomical planes to allow for in-depth analysis. However, some loss of image detail may occur in reconstructions, particularly in the sagittal plane (Thomson et al., 1993). Due to its limited ability to clearly delineate the spinal cord, conventional CT provides less diagnostic information compared to traditional myelography. However, CT myelography where contrast medium is injected into the subarachnoid space enhances the definition of spinal cord boundaries. CT myelography (CTM) allows for high-quality images with a lower amount of contrast agent compared to conventional myelography (Yu et al., 1986). Since some of the contrast agent may be physiologically absorbed or diluted following conventional myelography, both procedures are typically performed under the same anesthesia session (Sharp et al., 1992). In DAWS cases, the ventral subarachnoid space appears narrowed, and the spinal cord may seem displaced dorsally away from the floor of the vertebral canal. These structural abnormalities are usually caused by soft tissue masses protruding outward from the annulus fibrosus. CT myelography also aids in diagnosing chronic spinal cord compressive diseases by detecting spinal cord atrophy, thereby providing prognostic information. Such atrophy is characterized by a triangular-shaped spinal cord and proportionally enlarged subarachnoid space (Sharp et al., 1995). Additionally, CT myelography can be used postoperatively to assess whether the lesion has been sufficiently decompressed and whether the spinal cord has expanded again (Sharp et al., 1992).

Magnetic Resonance Imaging (MRI)

Although magnetic resonance imaging is the primary imaging modality for diagnosing degenerative cervical spine diseases in humans, studies on its application in the diagnosis of DAWS remain relatively limited (Penderis and Dennis, 2004). MRI stands out as a powerful diagnostic tool due to its non-invasive nature, multiplanar imaging capabilities, and its ability to provide high-resolution images without any loss of detail. Furthermore, the absence of ionizing radiation and its superior sensitivity in soft tissue characterization are among its major advantages (Lipsitz et al., 2001).

One of MRI's most notable advantages is its capacity to directly and precisely evaluate the spinal cord parenchyma. In dogs with DAWS, MRI can reveal pathological findings such as spinal cord compression, intervertebral disc degeneration, disc protrusions, and signal intensity alterations within the spinal cord. Compression of the spinal cord can be assessed on T2-weighted sagittal and transverse images, indicated by the loss of hyperintense cerebrospinal

fluid (CSF) signal or a change in the spinal cord's contour from a round to an oval shape in transverse views (Lipsitz et al., 2001).

Unlike myelography, MRI avoids the complications associated with the injection of contrast medium into the subarachnoid space. However, its use is limited by factors such as restricted accessibility, high cost, and longer acquisition times (Sharp and Wheeler, 2005).

Treatment

Medical Management

In cases of Wobbler Syndrome, medical management may be preferred over surgical intervention in otherwise healthy dogs that develop neurological deficits for the first time following mild trauma. This approach typically involves the use of corticosteroids and strict limitation of physical activity. However, in more advanced stages of the disease, surgical treatment is generally favored. Dogs managed conservatively require at least two months of restricted activity. In a study evaluating the efficacy of medical treatment, clinical improvement was observed in approximately 45% of cases, suggesting that conservative management should be approached with a guarded prognosis. In another study comparing medical and surgical approaches, favorable outcomes were reported in 81% of cases undergoing surgical procedures (such as ventral slot, dorsal laminectomy, or distraction-fusion), whereas the success rate in the medically managed group was 54% (Adamo and VNC, 2010).

Surgical Approaches

There are three main surgical techniques used in the treatment of Wobbler Syndrome: ventral slot, vertebral distraction-stabilization, and dorsal decompression (Sharp and Wheeler, 2005). The most important factor in determining the appropriate surgical technique is the condition of the spinal cord and the appearance of the compressed segments, particularly observed in traction images obtained after myelography. Additionally, the number of compressed regions of the spinal cord, the severity of spinal malformations, and the presence of forelimb lameness caused by nerve root compression are other critical factors to consider when choosing the surgical method (McKee and Sharp, 2003).

Ventral Slot (Ventral Decompression)

The ventral decompression technique can present some challenges during application, particularly with an increased risk of causing spinal instability when performed in extension position. Additionally, this method may cause further collapse of the intervertebral disc space, and folding of the connective tissues and joint capsules inward may increase pressure on the spinal cord, potentially worsening compression. A significant complication of ventral decompression is bleeding from the venous plexus, which may occasionally require a blood

transfusion. In over 20% of cases treated solely with the ventral slot method, inadequate removal of the disc material has been identified as the reason for insufficient therapeutic response. This can result in collapse of the treated intervertebral space, increasing pressure on the spinal cord. Collapse of the intervertebral space can lead to nerve root compression, cervical hyperalgesia, and focal spinal cord ischemia. Additionally, vertebral subluxation can be observed in cases where only ventral decompression is applied. However, in the long term, this surgical technique has proven to be clinically effective, and if instability is present, many intervertebral spaces fuse, even without the use of cancellous bone grafts, eliminating the instability after ventral decompression (Adamo and VNC, 2010).

Dorsal Laminectomy

Dorsal decompression is generally recommended for dogs with a single dorsal lesion that does not respond to traction, or for those with multiple dorsal lesions. The main disadvantages of this surgical approach include extensive soft tissue dissection, the inability to remove ventral disc material, and the short-term deterioration of the neurological condition. This can lead to significant nursing issues, particularly in large-breed dogs, and increase morbidity. In a study, 14 out of 20 dogs undergoing dorsal laminectomy showed immediate neurological deterioration. While dorsal laminectomy should not lead to domino lesions, the recurrence of clinical signs has been reported in some dogs at a rate of 10%, due to restrictive fibrosis.

Vertebral Distraction-Stabilization

The vertebral distraction-stabilization procedure is generally preferred for lesions detected through myelography that respond to traction, as well as for cases involving nerve root compression. Vertebral distraction and stabilization can be applied using various techniques. These methods include the use of vertebral pins, screws with bone cement, screws and nuts, or bone cement (Dixon et al., 1996). All these methods work based on the same principle: a ventral slot defect is made by drilling to a depth of about one-third of the intervertebral disc height, preserving the dorsal annulus and avoiding entry into the vertebral canal. Traction is applied to the adjacent vertebrae either through vertebral distraction instruments or manual head traction. Then, the two vertebrae are placed in a stable position with an orthopedic implant, achieving distraction. This technique allows for the rapid decompression of the spinal cord by stretching the dorsal annulus and ligamentum flavum. The adjacent vertebral bodies are stabilized, and atrophy can develop over time due to hypertrophic soft tissue structures. Avoiding intervention in the vertebral canal reduces the risks of implant failure, loosening, migration, or fracture, and also partially eliminates the risk of surgical infection. Implant failure may be asymptomatic in

some cases. As with other surgical techniques, it is quite difficult to intervene in multiple intervertebral disc spaces simultaneously (Sharp and Wheeler, 2005).

CONCLUSIONS

The clinical signs of Wobbler syndrome typically begin with symptoms such as movement disorders, lethargy, muscle weakness, and loss of coordination. Therefore, for early diagnosis, veterinarians must conduct thorough neurological examinations and utilize appropriate imaging techniques. Advanced imaging methods such as MRI, CT, and myelography provide valuable information about the condition of the spinal cord and discs. In terms of treatment, medical therapy (corticosteroids and activity restriction) may be preferred in mild cases, while surgical approaches (ventral slot, dorsal laminectomy, or vertebral distraction-stabilization) can be more effective in advanced stages. Each of these surgical treatment methods has its advantages and potential complications, making the selection of the appropriate surgical technique critical to the success of the treatment. Consequently, increasing veterinarians' knowledge about Wobbler syndrome and ensuring more careful diagnosis and treatment will contribute to better patient outcomes.

REFERENCES

Vangundy, T. E. (1988) Disc-associated wobbler syndrome in the Doberman pinscher. The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice 18, 667-696

De Decker, S., Bhatti, S., Gielen, I. M. V. L., & Van Ham, L. (2008). Diagnosis, treatment and prognosis of disc associated Wobbler syndrome in dogs. Vlaams diergeneeskundig tijdschrift, 77(3).

Seim HB. Withrow S1. Pathophysiology and diagnosis of caudal cervical spondylo-myelopathy with emphasis on the Dobennann pinscher. Journal of the American Animal Hospital Association 18, 241-51,1982.

Vandevelde M. Spinal cord compression. In: Bojrab MJ (ed). Pathophysiology of Small Animal Surgery. Pp 228-32. Lea and Febiger, Philadelphia, 1981.

Lewis DG. Radiological assessment of the cervi~al spine of the Dobermann with reference to cervical spondylo-myelopathy. Journal of Small Animal Practice 32,75-82, 1991.

Seim HB. Diagnosis and treatment of cervical vertebral instability malformation syndromes. In: Bonagura J.D. (Editor): Kirk's Current Veterinary Therapy. XIII Small Animal Practice. 13th Edition.

McKee WM, Sharp NJ. Cervical spondylopathy. In: Slatter (Editor). Textbook of Small Animal Surgery. 2nd Edition, W.B. Saunders Company, London; 2003. p. 1180-1193.

Lewis, D. G. (1989). Cervical spondylomyelopathy ('wobbler'syndrome) in the dog: a study based on 224 cases. Journal of Small Animal Practice, 30(12), 657-665.

Sharp NJH, Wheeler SJ. Cervical spondylomyelopathy. In: Small Animal Spinal Disorders. Diagnosis and Surgery. 2nd Edition, Elsevier Mosby. 2005. p. 211-246.

Sharp NJH, Wheeler SJ, Cofone M. Radiological evaluation of 'wobbler' syndrome – caudal cervical spondylomyelopathy. J Small Anim Pract. 1992; 33: 491-499.

Lyman R. (1991). Wobbler syndrome. Continuous dorsal laminectomy is the procedure of choice. Progress in Veterinary Neurology 2, 143-146.

Thomson C.E., Kornegay J.N., Burn R.A. (1993). Magnetic resonance imaging – a general overview of principles and examples in veterinary neurodiagnosis. Veterinary Radiology & Ultrasound 34, 2-17.

Yu Y.L., du Boulay G.H., Stevens J.M., Kendall B.E. (1986). Computed tomography in cervical spondylotic myelopathy and radiculopathy: visualization of structures, myelographic comparison, cord measurements, and clinical utility. Neuroradiology 28, 221-236.
Penderis J., Dennis R. (2004). Use of traction during magnetic resonance imaging of caudal cervical spondylomyelopathy ('wobbler syndrome') in the dog. Veterinary Radiology & Ultrasound 45 (3), 216-219.
Lipsitz D., Levitski R.E., Chauvet A.E., Berry W.L. (2001). Magnetic resonance imaging features of cervical stenotic myelopathy in 21 dogs. Veterinary Radiology & Ultrasound 42 (1), 0-27.

Adamo, F., & VNC, P. B. A. (2010). Diagnosis, Treatment & Prognosis of Disc Associated Wobbler Syndrome in Dogs.

Dixon B.C., Tomlinson J.L., Kraus K.H. (1996). Modified distraction-stabilization technique using an interbody polymethyl methacrylate plug in dogs with caudal cervical spondylomyelopathy. Journal of the American Veterinary Medical Association 208 (1), 61-68.

PROTOZOAN PARASITES OF PET DOGS IN CENTRAL BELGRADE MUNICIPIAL IN PERIOD 2021 - 2023

Academician Prof. Dr. Ivan PAVLOVIC
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia
ORCID: 0000-0003-4751-6760
DVM Vlada ANTIĆ
Veterinary Abulance "Djole and Prle", Belgrade, Serbia
ORCID: 0000-0002-1346-2664
DVM Nikola NEDELJKOVIC
Veterinary Abulance "Djole and Prle", Belgrade, Serbia
ORCID: 0009-0005-3584-1365
DVM Igor UCAJEV
Veterinary Abulance "Šapa", Belgrade, Serbia
ORCID: 0009-0001-6695-4267
DVM Bojana UCAJEV
Veterinary Abulance "Šapa", Belgrade, Serbia
ORCID: 0009-0005-9366-482X
DVM Danijel SAVIC
Veterinary Abulance Doktor Dača, Belgrade, Serbia
ORCID: 0009-0000-0843-1049
DVM Dragana PETKOVIC
Veterinary Abulance "Pet Wellness EVA", Belgrade, Serbia
ORCID: 0000-0001-9181-965X

ABSTRACT

In the urban environment, the largest population of companion animals is dogs.. Alienation, stress, and other factors that burden the city man are often psychologically overcome by acquiring a dog, which, with its devotion, represents excellent psychotherapy (which in some countries is generally accepted as a prevention of psychological and stress-related diseases. Unfortunately, in addition to this favorable influence, the presence of dogs in urban areas has another side. In the close cohabitation of stray and pet's dogs that are in the immediate environment of people, there is constant contamination of public areas, especially streets and parks, with dog feces. If it is known that a dog excretes an average of 100 grams of feces per day, it is easy to determine, based on an insight into the number of animals in the city, that the amount of dog excrement that is excreted daily passes several tons per day. Dog excrement, apart from its unpleasant appearance and smell, represents an epidemiological danger. Dogs are carriers and real hosts of a large number of zoonotic species of helminths and protozoan parasites. In the aim of evaluating the protosoan parasites of pet dogs from Belgrade area, in period 2021-2023 we examined fecal samples of 369 pet animals with clinical symptoms that indicated parasitic infections (weight loss, stunted growth, swelling of the stomach in puppies, foul-smelling diarrhea; feces with blood, with findings of swallowing, etc.). Samples were examined by coprological methods and 120 samples using the IDEXX Snap Giardia test.

Parasites contamination were detected at 58.33% dog faeces. *Giardia intestinalis* was found in 32.4% samples of dogs with clinical symptoms of disease. *Entamoeba histolytica* was observed in in 21.7% clinically affected dogs. *Cryptosporidium spp* establishment in 8.4% dogs with diarrhea. *Isospora sp.* was found in 14.4% of feces of dogs with clinical signs of disease.

Key words: pet dogs, protozoa, urban contamination

THE PERSPECTIVE OF A SUBJECT TEACHERS ON SOME ISSUES OF COOPERATION - IS IT EASIER TO WORK WITH STUDENTS OR THEIR PARENTS?

Ass. MA Nedeljko M. Milanović
University of Kragujevac Faculty of Education in Jagodina
Department of Humanities and Social Sciences
ORCID: 0000-0002-4563-3544

Abstract

The focus of this paper is aimed at questioning subject teachers about some issues of cooperation with parents, where we want to determine whether, from the teacher's perspective, it is easier to work with students or their parents. The sample included a total of eighty-eight subject teachers from the Republic of Serbia. The descriptive method was used in this research. The results of the empirical research show that the majority of teachers agree and fully agree with the item that it is easier to work with students than with their parents, and the teachers provided the reasons for their answer. According to numerous authors, the fact is that modern educational work implies a quality relationship between teachers and parents, which further indicates a systemic need and change in the context of improving the approach and work in the relationship between teachers and parents.

Keywords: cooperation, subject teachers, parents, students, family and school.

INTRODUCTION

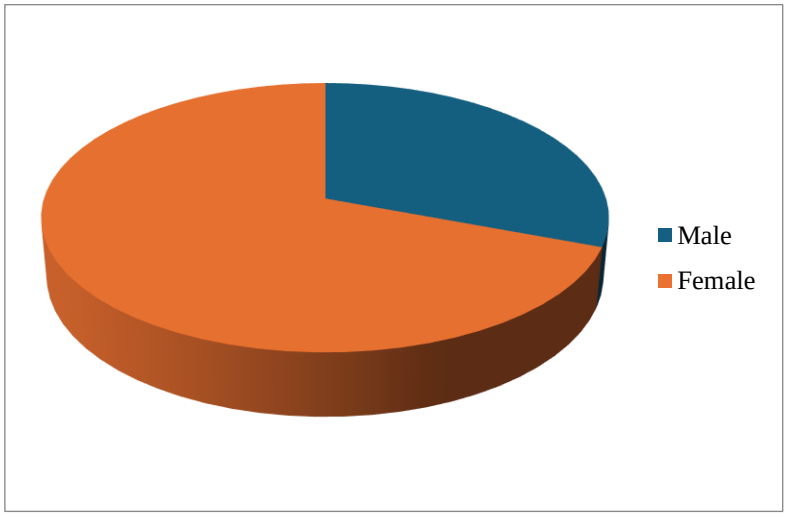
The focus of this paper is on subject teachers and their perspective on some issues of cooperation, where we want to examine subject teachers - whether it is easier to work with students or with their parents. The teaching profession implies the possession of many competencies (Ješić, 2010), whereby ,,the teacher is not only the person who owns knowledge and disseminates it, but also he/she is a person who carries holistic and moral compass in human life" (Chilingaryan, Gorbatenko & Gorbatenko, 2016: 568). Therefore, it is important to state that ,,without connection with families, schools will miss opportunities for enhancing learning environments" (Christenson, Godber & Anderson, 2003: 9). If parents are regularly informed about the child, his development, parental role in education, motivation, encouragement for learning, as well as solving problems, there are conditions for parents to engage and be closer to the school (Španović, 2007). ,,Mutual understanding, respect and helping form the basis of cooperation, as a condition for the student to develop successfully and overcome all difficulties in a timely manner" (Prodanović, 2013: 146). Therefore, the mentioned characteristics are the basis for its pedagogical success. ,,Educators should know the principles of cooperation with

parents and adhere to them, so that the cooperation would be more successful, which would, at the same time, achieve the program tasks, and thus the development of the youngest“ (Prodanović, 2005: 54). Therefore, knowing certain principles, teachers will be able to approach the process of cooperation and relations with parents in a quality way.

Taking into account the relevance of cooperation and the quality relationship between teachers and parents, with our paper we wanted to examine the subject teachers on whether it is easier to work with students or their parents.

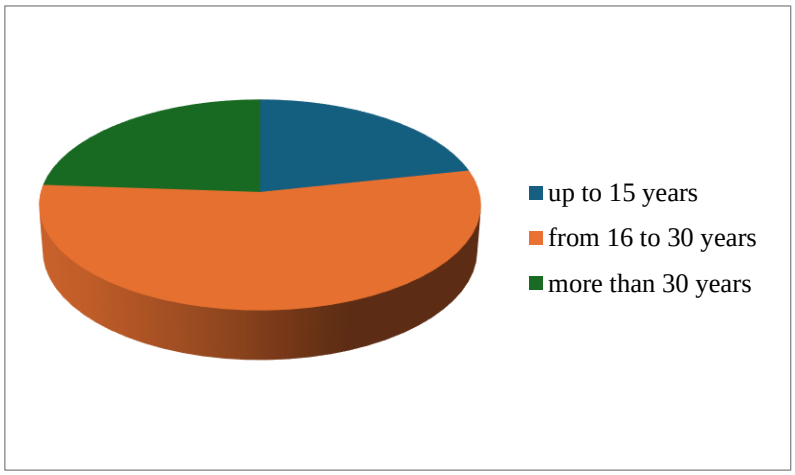
METHODOLOGY

The focus of this paper is aimed at questioning subject teachers about some issues of cooperation with parents, where we want to determine whether, from the teacher's perspective, it is easier to work with students or their parents. The descriptive method was used in this research. The sample included a total of eighty-eight subject teachers from the Republic of Serbia. In Graph 1 we show the gender of the respondents. In Graph 2 we show the years of work experience.



Graph 1. Gender of respondents

Based on the data obtained, we note that 69.3% of female teachers and 30.7% of male teachers participated.

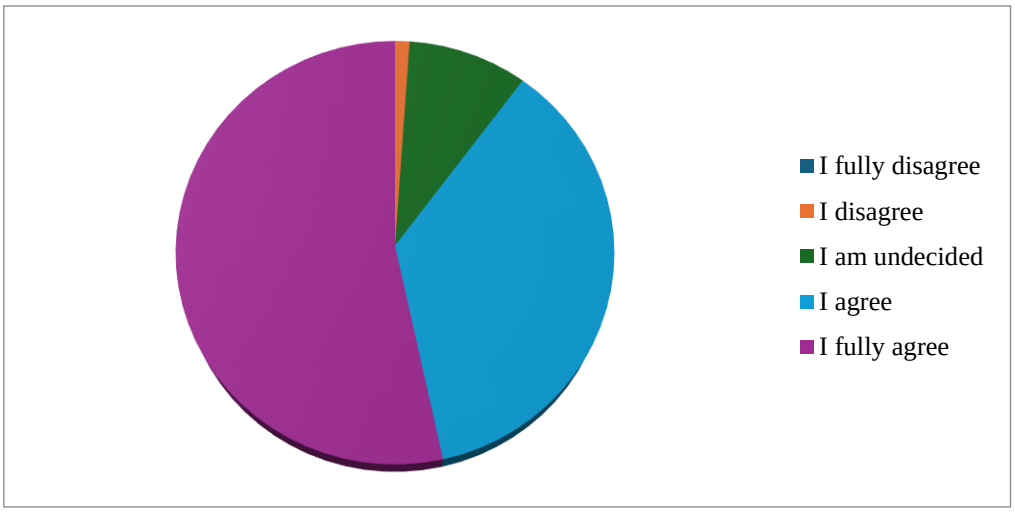


Graph 2. Respondent's years of work experience

Based on the data obtained, we observe that 21.6% of teachers belong to the group with up to 15 years of work experience, 54.5% of teachers belong to the group with 16 to 30 years of work experience, and 23.9% of teachers belong to the group with more than 30 years of work experience.

RESULTS AND DISCUSSION

Graph 3 shows the teacher's responses to the item - it is easier to work with students than with their parents.



Graph 3. Teacher responses to the item - *it is easier to work with students than with their parents*

Based on the results presented in Graph 3, we can see that the largest number of teachers agree and fully agree with the item that it is easier to work with students than with their parents.

The obtained results show that there is a statistically significant difference between the teacher's gender and the teacher's response to the item that it is easier to work with students

than with their parents (t=2.223; df=86; p<0.05), where the higher value of the arithmetic mean was calculated for male teachers.

The results show that there is a statistically significant difference between the years of teachers experience and the teacher's response to the item that it is easier to work with students than with their parents ($\chi 2$=22.005; df=6; p<0.05), whereas teachers with 16 to 30 years of experience are more likely to agree and fully agree with this item.

With an open-ended question in the instrument, the teachers provided explanations for their answer to the item - it is easier to work with students than with their parents. We classified the responses of teachers who agreed and fully agreed with the item that it is easier to work with students than with their parents into three groups.

The first group includes answers from teachers who state that students are often more objective and ready to cooperate, unlike parents. We have presented some of their answers in Table 1.

Table 1. Teachers' answers belonging to the first group of answers

„Parents sometimes do not objectively assess the abilities of their children and for this reason their demands on teachers and children are different. The best students in the class can see the teacher's assessment criteria and get the best advice for further progress, therefore, reaching an agreement with students is much easier than working with parents“.
„Children are more inclined to cooperate with teachers“.
„Parents often have their own beliefs, which can sometimes make communication difficult. It's easier with students, as they are more objective in many situations“.
„We are in contact with the students every day, we know them better and they want to cooperate much more than their parents“.
„Children grasp and understand everything when it is explained and justified to them. Parents do not like these explanations and explanations, so they influence children, expressing negative thoughts that children adopt. This is where the problem arises. In some cases, parents have too high expectations of their children, while children understand their capabilities, but are exposed to great pressure from their parents. That is why children are often insecure, and at the end of the day, unhappy, because they do not meet their parents' expectations. Children know how to recognize their capabilities rationally, while parents are often subjective“.
„Children are more objective than their parents. They are the most honest beings“.
„When I make an agreement with my students, they fulfill it because I explain it well to them, which is often not the case with parents. I also explain everything well to the students' parents, but they often do not fulfill the agreements“.

The responses of the teachers shown in Table 1 indicate that teachers think that working with students is easier than working with their parents, because students are more objective and ready to cooperate with them, unlike parents.

The second group includes answers from teachers who believe that students are more open and honest in their relationship with teachers, unlike parents. We have presented some of their answers in Table 2.

Table 2. Teachers' answers belonging to the second group of answers

,,*My practice so far has shown that students are more honest in their contact with teachers*“.
,,*Parents often resort to arguments, without diplomatic agreements, with the aim of solving the problem, while children are more open and willing to discuss the problem in order to solve it*“.
,,*Parents often know how to be dishonest in their communication with us, while this honesty is more present in students*“.
,,*Because students talk honestly, and when students try to be dishonest, they tell us very quickly*“.

The responses of the teachers shown in Table 2 indicate that teachers think that working with students is easier than working with their parents, because students are more open and honest in their relationship with teachers, unlike their parents.

The third group includes a smaller number of responses from teachers who believe that their work is directed towards working with students. We have presented some of their answers in Table 3.

Table 3. Teachers' answers belonging to the third group of answers

,,*My expertise is focused on children*“.
,,*Working with students is the essence of the job, so I think it's easier to work with them*“.
,,*My education prepared me to work with students. I thought that only working with students was my job. I thought that until I started working in school. They didn't train me to work with parents, which I think is a big mistake*“.

The smallest number of teachers stated that they think that working with students is easier than working with their parents, because their work is directed towards working with students. Based on the answers, the fact that teachers are not aware of the wide spectrum of their role, which includes working with parents. As stated in the third answer of the teacher in Table 3, we believe that the subject teachers need to be more thoroughly prepared for all the roles that await them in their work in the school, in order to adequately and qualitatively respond to the outcomes of upbringing and education.

CONCLUSION

The results show that subject teachers think it is easier to work with students than with their parents. It was found that there is a statistically significant difference between the teacher's gender and the teacher's response to the item that it is easier to work with students than with their parents, with a higher value of the arithmetic mean calculated for male teachers. Also, it was determined that there is a statistically significant difference between the years of work experience and the teachers' responses to the item that it is easier to work with students than with their parents, whereby teachers with years of work experience from 16 to 30 years more often respond that they agree and fully agree with the item that it is easier to work with students than with their parents. We classified the answers of teachers who answered that they agree and fully agree with the item that it is easier to work with students than with their parents into three groups – the first group includes answers that students are often more objective and ready to cooperate, unlike parents; the second group includes answers that students are more open and honest in their relationship with teachers, unlike parents, and the third group includes answers from teachers who believe that their work is directed towards working with students. The third group of answers has the smallest number of teachers. Through our research, we tried to show that from the perspective of subject teachers, it is easier to work with students than with their parents. Future research could include a larger number of subject teachers, as well as looking at the subject area teachers teach and their views on whether it is easier to work with students or their parents.

REFERENCES

Ješić, D. (2010). Sticanje kompetencija za nove uloge nastavnika u savremenoj školi i školi budućnosti. *Časopis za društvene i prirodne nauke*, 1, 195-200.

Chilingaryan, K., Gorbatenko, R., & Gorbatenko, O. (2016). The teacher's role in the modern educational process. Proceedings of ADVED 2016 *2nd International Conference on Advances in Education and Social Sciences,* 10-12 October 2016- Istanbul, Turkey (pp. 568-572).

Christenson, S., Godber, Y., & Anderson, A. (2003). Critical Issues Facing Families and Educators. *The LSS REVIEW*, 8-9.

Prodanović, Lj. (2005). *Saradnja s porodicom vrtića, osnovnih i srednjih škola*. Beograd: Eduka; Forum pedagoga Srbije i Crne Gore.

Prodanović, Lj. (2013). *Proverite kako vaspitavate u školi*. Beograd: Eduka.

Španović, S. (2007). Uloga udžbenika u podizanju kvaliteta saradnje porodice i škole. U: Polovina, N., i Bogunović, B. (ur.) *Saradnja škole i porodice* (стр. 131-143). Beograd: Institut za pedagoška istraživanja.

USING GENOME-WIDE ASSOCIATION STUDIES (GWAS) IN THE IDENTIFICATION OF EFFECTIVE GENETIC FACTORS ON SPERMATOLOGICAL PARAMETERS

Ahmet ESER
Siirt University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Reproduction and Artificial Insemination, 56100, Siirt, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1326-2678

ABSTRACT

In order for male animals to be used as breeding stock, they must possess potential fertility capacity. Therefore, in the development of breeding males, in addition to the productive traits the animal possesses, spermatological parameters are also of significance. Sperm quality varies due to genetic factors that cause variation among individuals, as well as factors such as breed, nutrition, age, sperm collection technique, and environmental factors. Molecular-level studies make it possible to identify candidate gene regions that affect sperm quality, allowing for insights into the potential fertilization capability of a male animal from the moment of birth. In this way, economic losses (feeding costs, semen freezing costs, straw costs, etc.) caused by animals that cannot be selected as breeders can be eliminated in centers where male candidate breeders are produced. With Genome-Wide Association Studies (GWAS), it is possible to scan hundreds of thousands of single nucleotide polymorphisms (SNPs) distributed throughout the genome at once and see the effect of these SNPs on the phenotype. Thanks to the developed microarray chips, it is now possible to genotype >50,000 SNPs in small ruminants and >700,000 SNPs in cattle, and this technology has begun to become widespread in our country. In this review, the importance of GWAS studies in identifying genetic factors affecting male reproductive parameters and recent developments in the literature are discussed.

Keywords: Semen, Spermatological parameters, GWAS

SPERMATOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNDE ETKİLİ GENETİK FAKTÖRLERİN BELİRLENMESİNDE GENOM-BOYU İLİŞKİLENDİRME ÇALIŞMALARININ (GWAS) KULLANIMI

ÖZET

Damızlık erkek hayvanların üretimde etkin bir şekilde kullanılabilmesi için yüksek fertilite kapasitesine sahip olmaları gerekmektedir. Bu nedenle, damızlık hayvanların seçiminde yalnızca verim özellikleri değil, aynı zamanda spermatolojik parametrelerin de dikkate alınması büyük önem taşımaktadır. Sperma kalitesi, beslenme, yaş, sperma toplama yöntemi, çevresel faktörler gibi çeşitli değişkenlerin yanı sıra bireyler arasındaki genetik varyasyona bağlı etkilenebilmektedir. Moleküler genetik çalışmalar, sperm kalitesini etkileyen aday gen

bölgelerinin belirlenmesini sağlayarak, bir erkek hayvanın doğumdan itibaren potansiyel fertilite kapasitesinin öngörülmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede, damızlık olarak kullanılamayacak bireylerin besleme, sperma dondurma ve payet üretim maliyetleri gibi ekonomik kayıplara yol açmasının önüne geçilebilmektedir. Genom-boyu ilişkilendirme çalışmaları (Genome-Wide Association Studies, GWAS), genomda yer alan yüz binlerce tek nükleotid polimorfizminin (SNP) taranmasını sağlayarak bu genetik varyantların fenotip üzerindeki etkilerini analiz etme imkânı sunmaktadır. Küçük ruminantlarda >50.000, sığırlarda ise >700.000 SNP genotiplemesi yapılmasına olanak tanıyan mikrodizi çip teknolojisi, son yıllarda ülkemizde de yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu derlemede, erkek üreme parametrelerini etkileyen genetik faktörlerin belirlenmesinde GWAS çalışmalarının önemi ve literatürdeki güncel gelişmeler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sperma, Spermatolojik parametreler, GWAS

DANIŞTAY KARARLARI IŞIĞINDA HUKUK DEVLETİ İLKESİ

Mustafa Berkan URHAN
Karabük Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset ve Sosyal Bilimler Anabilim Dalı
ORCID: 0000-0003-0043-0003

ÖZET

Hukuk devleti, demokratik bir sosyal yaşamın temelini oluşturan ve bireylerin temel hak ve özgürlüklerini güvence altına alan evrensel bir ilkedir. Bu ilke, devletin hukuk kurallarına bağlı kalmasını, bireysel hakların korunmasını ve adaletin gerçekleşmesini sağlayan vazgeçilmez bir çerçevedir. Sosyal düzen ve istikrarın sürdürülmesinde kilit rol oynayan hukuk devleti, yargı denetimiyle güçlendirilmekte, demokratik kurumlarla bütünleşmekte ve sosyal devlet anlayışının işlerliğini desteklemektedir. Bu bağlamda, kuvvetler ayrılığı ilkesi ve bağımsız yargı mekanizmaları, hukuk devletinin sürdürülebilirliğini sağlamada belirleyici unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Aynı zamanda kamu gücünün sınırlandırılması ve şeffaflığın sağlanması yoluyla da toplumsal güvenin temelini oluşturmaktadır.

Danıştay, idarenin hukuka uygun hareket etmesini sağlayan en önemli yargı organlarından biri olup, idari işlemlerin denetimi yoluyla bireylerin haklarını koruma ve hukuk devletinin gereklerini yerine getirme noktasında merkezi bir role sahiptir. Danıştay'ın bu rolü, yalnızca idari eylemlerin meşruiyetini denetlemekle kalmayıp, aynı zamanda kamu yönetiminde şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerinin benimsenmesini sağlamaktadır. Kurumun verdiği kararlar, idarenin keyfî uygulamalardan kaçınmasını ve toplumsal adalet ilkelerine uygun davranmasını teşvik etmektedir. Böylece, hukukun üstünlüğü ilkesi hem bireyler hem de kurumlar açısından somut bir dayanak kazanmaktadır. Bu durum, demokratik hukuk devletlerinde yargının denetleyici ve düzenleyici işlevini ortaya koyarken, hukukun sadece teorik bir çerçeve olmaktan çıkarılıp pratikte uygulanabilirliğini güçlendirmektedir.

Bu çalışmada, Danıştay'ın içtihatları ışığında hukuk devleti ilkesi ele alınmakta, yüksek mahkemenin kararları bağlamında hukukun üstünlüğünün nasıl sağlandığı analiz edilmektedir. Danıştay kararlarının hukuk devleti ilkesini güçlendiren yönleri incelenerek, devletin hukuka bağlılığını ve birey haklarının korunmasını teminat altına alan sistemin işleyişi ortaya konulmaktadır. Bu inceleme sonucunda, hukuk devleti idealinin yalnızca normatif bir söylemden ibaret olmayıp, yüksek yargı organlarının kararlarıyla nasıl somutlaştığı gösterilmeye çalışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Danıştay, Hukuk Devleti İlkesi, Hukukun Üstünlüğü

THE PRINCIPLE OF THE RULE OF LAW IN LIGHT OF COUNCIL OF STATE DECISIONS

ABSTRACT

The rule of law is a universal principle that forms the foundation of democratic social life and guarantees individuals' fundamental rights and freedoms. This principle constitutes an indispensable framework that ensures the state's adherence to legal norms, the protection of individual rights, and the realization of justice. Playing a key role in maintaining social order and stability, the rule of law is reinforced through judicial review, integrated with democratic institutions, and supports the functioning of the social state. In this context, the principle of separation of powers and independent judicial mechanisms emerge as decisive factors in ensuring the sustainability of the rule of law. At the same time, by limiting public power and ensuring transparency, the rule of law establishes the foundation of social trust.

The Council of State is one of the most significant judicial bodies ensuring the compliance of administrative actions with the law. Through its review of administrative acts, it assumes a central role in protecting individuals' rights and fulfilling the requirements of the rule of law. This role is not limited to assessing the legitimacy of administrative actions; rather, it also promotes the adoption of transparency and accountability principles in public administration. The decisions rendered by the Council of State prevent arbitrary administrative practices and encourage adherence to principles of social justice. Thus, the principle of legal supremacy gains tangible significance for both individuals and institutions. This situation underscores the judiciary’s regulatory and supervisory functions in democratic states governed by the rule of law, transforming legal norms from a mere theoretical framework into a practically enforceable reality.

This study examines the rule of law in light of the jurisprudence of the Council of State, analyzing how legal supremacy is ensured within the framework of high court decisions. By investigating the aspects of Council of State rulings that strengthen the rule of law, this research aims to demonstrate the functioning of a system that guarantees the state's commitment to legality and the protection of individual rights. Ultimately, this study seeks to illustrate how the ideal of the rule of law is not merely a normative discourse but is concretized through the decisions of high judicial bodies.

Keywords: Council of State, Principle of the Rule of Law, Supremacy of Law

GİRİŞ

Hukuk devleti ilkesi, demokratik toplumun temel taşlarından biri olup, bireylerin temel hak ve özgürlüklerinin korunmasında merkezi bir role sahiptir. Hukuki güvence, adil yargılama, hukuka uygun yönetim anlayışı ve toplumsal düzenin tesisi açısından bu ilkenin varlığı büyük önem taşımaktadır. Devletin tüm eylem ve işlemlerinin hukuki standartlara uygun olarak gerçekleştirilmesini zorunlu kılan hukuk devleti ilkesi, aynı zamanda adaletin sağlanmasına ve bireylerin haklarının güvence altına alınmasına olanak tanır. Hukukun üstünlüğünü esas alan bu ilke, herkesin hukuki güvence altında olmasını ve adil yargılanma hakkının teminini sağlar. Bu çerçevede, Danıştay, görev ve yetkileri doğrultusunda hukuk devleti ilkesinin korunması ve işlerliğinin sağlanmasında önemli bir sorumluluk üstlenmektedir. İdarenin eylem ve işlemlerinin hukuka uygunluğunu denetleyen yüksek yargı organı olarak Danıştay, hukuki güvenliğin tesisinde kritik bir rol oynar. Anayasa hükümlerini yorumlamak, idari uyuşmazlıkları çözmek ve bireylerin haklarını korumak gibi görevleriyle, anayasal düzenin sürdürülebilirliğine katkı sunar.

Danıştay kararlarının hukuken bağlayıcı nitelikte olması, hukuki öngörülebilirlik ve güvenlik açısından ayrı bir önem taşır. Güçler ayrılığı ilkesi çerçevesinde bağımsız bir yargı organı olarak konumlanan Danıştay, keyfi idari işlemlerin önüne geçerek, hak ihlallerinin giderilmesinde ve önlenmesinde hem telafi edici hem de önleyici bir işlev görür. Çalışmanın hedefi, danıştay kararlarının hukuk devleti ilkesini korumak ve uygulamak açısından yeterliliğine değinmek ve arasındaki bağlamı kurmaktır. Çalışmanın temelinde ise hukuk devleti ilkesinin danıştay kurumu aracılığı ile nasıl uygulandığı ve uygulamaların etkisinden bahsedilmiştir.

I. HUKUK DEVLETİ

Hukuk devleti, devlet iktidarının hukukun sınırları çerçevesinde kullanıldığı; her türlü kamu gücünün yargısal denetime tabi olduğu, birey hak ve özgürlüklerinin güvence altına alındığı bir yönetim modelidir. Bu anlayışta hukuk hem yönetenleri hem de yönetilenleri bağlayan ortak bir normlar bütünüdür. Devletin tüm işlem ve eylemlerinin hukuka uygun olması, yalnızca şekli bir yasa ile değil, içerik bakımından da adalet ve temel haklara uygun normlar aracılığıyla sağlanır.

A. Kavram Olarak Hukuk Devleti

Hukuk devleti, keyfi yönetim biçimlerinin karşıtı olarak, iktidarın sınırlandırılmasını ve bu sınırların önceden belirlenmiş kurallarla çizilmesini ifade eder. Bu bağlamda hukuk, yalnızca normatif bir yapı değil; aynı zamanda siyasal iktidarı sınırlayan ve toplumsal meşruiyeti sağlayan bir düzenleyici mekanizmadır. Devletin yetkileri hukukla tanımlanmış ve

sınırlandırılmıştır; yargı bağımsızlığı ve kuvvetler ayrılığı ilkeleri bu çerçevenin en temel dayanaklarıdır (Atay, 2014, s. 1). Anayasal sistemler, devletlerin hukuki yapılanmalarını ve işleyişini düzenleyen temel normatif çerçeveyi oluşturmaktadır (İbrahim, 2025, s. 163). Fakat burada göz önünde bulundurulması gereken devlet ve iktidar kavramlarının ayrımıdır. Konu bağlamında esas olan devletin değil iktidarın yetkilerinin sınırlandırılmasıdır. Bu açıdan bakıldığında devlet iktidar kavramlarının tanımını yapmak gerekmektedir.

Devlet, bir insan topluluğunun, bir toprak parçası üzerinde bir araya gelmesiyle oluşan ve hukuki kişiliğe sahip sürekli bir teşkilattır (Gözler, 2011, s. 4). İktidar ise devlet adına yetki kullanan kişi veya kişilerdir. Bu bağlamda devlet devamlı bir yapıdır ve iktidarın değişmesi devletin sürekliliğini değiştirmeyecektir (Acaray, 2013, s. 121). Aynı zamanda iktidarın, devletin sahip olduğu güç ve yetkileri sınırsız kullanması toplum için büyük bir tehlike unsurudur. Bu noktada güçler ayrılığı ve hukuk devleti ilkesi ön plana çıkmaktadır. Güçler ayrılığı ilkesi sayesinde yargı bağımsız bir merci olmakta ve iktidar hukuk dışı işlemlerine karşı anayasal denetime tabii olmaktadır. Dolayısıyla hukuk devletinin varlığı, iktidarın işlemlerine karşı vatandaşların haklarının güvence altına alınacağı bir sistemdir. Nitekim tarihsel olarak da hukuk devleti, hükümete ait yetkiyi sınırlandırma vasıtası olarak gelişmiş bir sistemdir (Venedik Komisyonu, 2016). Bu uygulamalar ile birlikte insanlar haklar kapsamında özgür ve eşit bir şekilde doğarlar ve kalırlar.

Hukuk devleti kavramı çok eski bir tarihe dayanmamakla birlikte ilk defa kimin kullandığına dair bir görüş birliği de yoktur. 19.yüzyıl başlarında Alman siyasetinde ve anayasa hukuku tartışmalarında merkeze doğru ilerleyen ve anayasacılık hareketi ve liberalizm ile yakından bir bağlantı taşıyan bir kavramdır. Hukuk devleti anlayışının temeli, devletin gücünün hukuk ile bağlanması ve sınırlandırılmasıdır. Fakat bu noktada esas olan devletin yetkilerinin sadece sınırlandırılması değil özgürlük amacıyla güden bir sistemdir (Mithat, 2018, s. 13). Çünkü kavramsal açıdan bakıldığında hukuk devleti hukuki bir terim olmadan önce siyasi bir ideal olarak ortaya çıkmıştır. Polis devletinin bir karşıtı olarak 19. Yüzyılın başlarında Almanya'da bir kavram haline gelmiştir.

Polis devleti, iktidarın herhangi bir kurala bağlı olmadan uygulamalar gerçekleştirdiği ve hukukun "*Ne*?" ve "*Nasıl*" olması gerektiğine iktidarın karar verdiği bir sistemdir (Sır, 2010, s. 9). Daha geniş bir tanımla yönetimi hukuka bağlı olmayan, kamunun iyiliği için her şekilde önlem alabilen ve bu sebeple kişilerin temel hak ve özgürlüklerine müdahalede bulunabilen ve onlara sorumluluk yükleyen bir devlet biçimidir (Kuzu, 2001, s. 1). Fakat hukuk çoğunlukla pozitif bir niteliğe sahiptir. Polis devletinin bünyesinde yer alan tiranlığın ve şiddetin de pozitif hukukun bir unsuru olması mümkün değildir (Hegel, 1991, s. 35).

Polis devletine karşın ortaya çıkan hukuk devleti kavramının Alman literatüründe karşılığı "*rechtsstaat*", İngiliz dilinde "*rule of law",* Türkçe'de ise "*hukukun üstünlüğü*"dür (Mithat, 2018, s. 32). Rosenfeld'in tanımıyla hukuk devleti "*devletin yetkilerini hukuk yoluyla ve yasallığın genel ilkelerine uygun olarak kullanma ödevidir (*Rosenfeld; Akt, SIR, 2010, s. 9-10)."

Hukuk devleti, kişi hak ve özgürlüklerinin güvence altına alındığı, hukukun üstünlüğünün mutlak olduğu, adaletin ve bağımsız bir yargının mevcut olduğu ve yürürlükte bulunan kanunların evrensel hukuk kurallarına bağlı ve uygun şekilde yapıldığı bir devlet olarak tanımlanmaktadır (İkincioğulları, 1997, s. 36).

B. Hukuk Devleti Kavramına Dair Teorik Yaklaşımlar

Hukuk devleti kavramı üzerine çeşitli teorik yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlardan biri, hukuk devletini yetkili organlarca yürürlüğe konulan normlar bütünü olarak değerlendirir; bu anlayışa göre hukuk, geçerliliğini yasama organının iradesinden alır. Diğer bir yaklaşım ise hukuk devletini, yalnızca pozitif hukuk kurallarının toplamı olarak değil, aynı zamanda adil ve meşru normların varlığına bağlı olarak tanımlar. Bu ikinci görüş, hukuk normlarının yalnızca biçimsel geçerlilik değil, aynı zamanda ahlaki meşruiyet taşıması gerektiğini ileri sürer.

Ronald Dworkin, bu ikiliği *A Matter of Principle* adlı eserinde açık biçimde ortaya koymuştur. Dworkin'e göre hukuk, yalnızca yazılı kuralların bütünü değil; aynı zamanda ilkeler, ahlaki değerler ve adalet duygusuyla şekillenen normatif bir yapıdır. Bu bağlamda hukuk devletinin varlığı, yalnızca hukuk kurallarının uygulanmasıyla değil, bu kuralların içerdiği adalet anlayışıyla da değerlendirilmektedir (Uygur, 2004, s. 32).

Ronald Dworkin, *A Matter of Principle* adlı eserinde hukuk devletine ilişkin iki farklı anlayış ortaya koymuştur: "*Kural Kitabı*" (Rule-Book) yaklaşımı ve "*Haklar*" (Rights) yaklaşımı.

Dworkin'in "*Kural Kitabı*" olarak adlandırdığı ilk anlayışa göre hem devletin hem de bireylerin davranışları, önceden belirlenmiş ve yetkili organlar tarafından oluşturulmuş kurallara sıkı biçimde bağlı olmalıdır. Bu modelde yönetsel faaliyetler, kuralların içeriğine değil, yalnızca uygulanmasına odaklanır. Diğer bir deyişle, bu yaklaşımda hukukun meşruiyeti ve doğruluğu, yalnızca kuralların usulüne uygun biçimde konulmuş olmasına dayanır.

Buna karşılık "*Haklar*" anlayışı, bireylerin birbirlerine karşı ahlaki hak ve yükümlülüklere, devlete karşı ise siyasal haklara sahip olduğunu kabul eder. Bu yaklaşım, hukukun yalnızca kurallar bütününden ibaret olmadığını; aynı zamanda bireylerin temel haklarını tanıyan ve koruyan ahlaki ilkelerle de şekillenmesi gerektiğini savunur. Bu çerçevede hukuk devleti, kişisel hak ve özgürlükleri merkeze alan, adil ve meşru bir yönetim anlayışını ifade eder (Dworkin, 1985, s. 1).

Hans Kelsen'in devlet anlayışına göre, devletin ortaya koyduğu her düzenleme hukuki bir norm niteliğindedir. Bu yaklaşımda, devletin müdahil olduğu her alan hukuka dönüşmekte ve dolayısıyla her devlet, biçimsel anlamda bir "*hukuk devleti*" olarak kabul edilmektedir. Kelsen'e göre, devletin tüm işlemleri hukuksal işlemler olarak değerlendirilir ve devletin kendi oluşturduğu hukuk kurallarına tabi olduğu yönündeki görüşü reddeder. Onun için hukuk düzeni ile devletin varlığı, hukuk devleti kavramı için yeterli koşullardır (Aydemir, 2004, s. 76).

Buna karşılık Lars Vinx, Kelsen'in bu anlayışını eleştirir ve iki temel gerekçeyle bu görüşün yetersiz olduğunu savunur. İlk olarak, Vinx'e göre hukuk devletini ihlal eden siyasal örgütleri "*devlet*" olarak nitelendirmemek, Kelsen'in yaklaşımını destekler niteliktedir. İkinci olarak ise, hukuk devleti tanımının aşırı derecede daraltılması, otoriter ya da keyfi yönetim biçimlerini dahi devlet kategorisine dahil etmek anlamına gelir ve böylece bu tür rejimlere "*devlet*" statüsünü reddetme imkânı ortadan kalkar. Bu durum, hukuk devleti kavramının normatif gücünü zayıflatır (Vinx, 2016, s. 100).

Hukuk devleti, en temelde, yetkili kişilerin kendi ideolojik tercihlerini yansıtmadan ve keyfi düzenlemelere başvurmaksızın, yerleşik ve açık kamu normları çerçevesinde yetkilerini kullanmaları biçiminde tanımlanabilir. İngiliz hukukçu A.V. Dicey, bu kavramı sistematik biçimde ele alan ilk düşünürlerden biridir. Dicey'e göre hukuk devleti üç temel anlama sahiptir: Birincisi, keyfi iktidarın zıttı olarak hukukun mutlak üstünlüğünün kabulüdür; ikincisi, tüm bireylerin hukuk karşısında eşit olmasıdır; üçüncüsü ise birey haklarının anayasal düzenin temelini oluşturmasıdır (Bayoğlu, 1988, s. 14). Bu anlayış doğrultusunda hem devlet hem de bireyler tüm eylemlerini hukuki sınırlar içinde gerçekleştirmeli ve bu sınırlar ihlal edildiğinde yargı önünde hesap verebilir olmalıdır.

Jeremy Waldron, bu noktada yalnızca devletin değil, bireylerin de hukuki yükümlülüklerine riayet etmesi gerektiğini vurgular. Bireylerin çıkarlarının çatıştığı durumlarda dahi hak ve sorumluluklarını hukuk çerçevesinde yerine getirmeleri gerektiğini ifade eder. Bu tür bir hukukî bilinç sayesinde herkes hukukun koruyuculuğundan yararlanabilir. Ayrıca Waldron, hukuk kurallarının herkesin erişimine açık, anlaşılır ve denetlenebilir olması gerektiğini savunur. Kamu yararını gözeten kurumların vatandaşları koruma ve bu süreci hukuka uygun şekilde yürütme sorumluluğu bulunduğunu belirtir. Bu bağlamda hukuk devletinin tesisi için yargının bağımsızlığı, kamu görevlilerinin hesap verebilirliği ve idari işlemlerin şeffaflığı temel koşullardır (Waldron, 2016). Waldron ile benzer görüşleri paylaşan Friedrich A. Hayek de hukuk devleti için dört temel unsurdan söz eder: Birincisi, yasaların soyut ve genel nitelikte olması; ikincisi, bu yasaların açık, kesin ve herkes tarafından bilinir olması; üçüncüsü, bireyler

arasında hukuki eşitliğin sağlanması ve son olarak, yargısal denetim mekanizmasının varlığıdır (Bayoğlu, 1988, s. 14).

Hukuk devleti ilkesi, öncelikli olarak devletin tüm faaliyetlerinin hukuk çerçevesinde gerçekleştirilmesini ve devletin hukuka bağlılığını ifade eder. Nitekim bu ilkenin ortaya çıkışı da toplumların devlet otoritesi karşısında hukuki güvencelerle korunma isteğidir (İbrahim, 2021, s. 126). Dolayısıyla bu ilkenin hayata geçirilmesini sağlayan temel unsur yargı mekanizmasıdır. Tarihsel süreçte, yürütme organı (başta kral ve ona bağlı yöneticiler olmak üzere) kişisel hak ve özgürlükleri tehdit eden bir güç olarak görülmekteydi. Ancak zamanla, bireysel hakların korunabilmesi için yürütme erkinin hukukla sınırlandırılması gerektiği fikri gelişmiş ve hukuk devleti anlayışının temel dayanaklarından biri hâline gelmiştir (Özbudun, s. 72).

Hukuk devleti ilkesinin ve hukukun üstünlüğünün yalnızca Anayasa ve yasalarda yer alması yeterli değildir; bu ilkelerin toplumsal alanda ve bireylerin bilinç düzeyinde de içselleştirilmesi gerekmektedir (İkincioğulları, 1997, s. 37). Aksi takdirde hem kamu kurumları hem de vatandaşlar hukuk devleti kavramını göz ardı edebilir ve bu durum hukuk devletinin işleyişini zedeleyebilir.

John Locke, *Yönetim Üzerine İkinci İnceleme* adlı eserinde, devletin üstün iktidarına rağmen bireylerin yaşamları ve mülkiyetleri üzerinde keyfi bir tasarrufta bulunamayacağını vurgulamaktadır. Ona göre, hiçbir birey bir başkasının keyfi otoritesine tabi olmamalıdır. Locke bu düşüncesini, "*doğa yasası, bireye hem kendisini hem de diğer insanları koruyacak ölçüde yetki verir"* şeklinde ifade etmektedir (Locke, 2012).

Hukuk, toplumda düzenin ve istikrarın sağlanmasına hizmet eden temel bir araçtır. Hukuk devleti ise, burjuva sınıfının siyasal mücadeleler sonucu kendi çıkarlarını güvence altına almak amacıyla geliştirdiği bir sistem olarak ortaya çıkmıştır. (İbrahim, 2021, s. 233). Hukuk devleti, keyfilik ve kuralsızlığın önüne geçmek amacıyla ortaya çıkan bir sistemdir. İktidarın tüm eylem ve uygulamalarını hukuka bağlı olarak gerçekleştirmesi, keyfi yönetimi engelleyerek hukuk güvenliğini temin eder. Aynı şekilde, belirlenmiş hukuk kuralları çerçevesinde hareket eden kişi ve kurumlar, bu kurallara uygun davranarak olası ceza ve yaptırımlardan kaçınabilirler. Bu durum, bireylerin hukuki güvenliğini sağlamada önemli bir rol oynamaktadır (Uygun, 2022, s. 522). Dicey'e göre "*hiçbir insan kurulan hukuki düzene aykırı davranmadığı sürece cezalandırılamaz veya vücut bütünlüğü veya elde ettiği faydadan yoksun bırakılamaz* (Dicey; akt. Yaylalı, 2018, s. 103)."

C. Hukuk Devletinin Unsurları

Bir devlete hukuk devleti denilebilmesi için temel olarak beş unsurun varlığı gereklidir: güçler ayrılığı ilkesi, bağımsız mahkemeler, idarenin kanuniliği, yargısal denetim ve devletin mali sorumluluğu. Güçler ayrılığı, yasama, yürütme ve yargı organlarının birbirinden bağımsız olarak faaliyet göstermesini ifade eder. Bağımsız mahkemelerin varlığı ise, yargıcın kararlarını herhangi bir dış etki olmaksızın alabilmesi anlamına gelir. İdarenin kanuniliği ilkesi, hukuk devleti anlayışıyla bağdaşmayan ve kanuna dayanmayan idari işlemlerin geçersiz sayılmasını sağlar. Yargısal denetim, bireylere hukuka aykırı idari işlemlere karşı bağımsız mahkemelerde dava açma hakkı tanır. Devletin mali sorumluluğu ise, hukuka aykırı olan veya olmayan idari işlemler nedeniyle zarar gören bireylere tazminat hakkı tanınmasıdır (Huber, 1970, s. 30-31). Bu unsurların şeklen varlığı, bir devleti hukuk devleti olarak tanımlamak için yeterli görülse de bu durumun yalnızca "*kanun devleti*" niteliğinde kalması riski bulunmaktadır. Zira esasında hukuka uygun olmayan uygulamalar, biçimsel yasallıkla meşru hale getirilebilir. Bu bağlamda, hukuk devleti adı altında devletin sınırsız yetkiyle hareket etmesi mümkün olabilir. Bu nedenle, çağdaş hukuk devleti anlayışında demokrasi unsuru da vazgeçilmez bir konuma sahiptir (Atay, 2014, s. 3)

Günümüzde hukuk devletinin varlığı, demokratik bir ortamın bulunmasına bağlıdır. Demokrasi; bireylerin eşit haklara sahip olduğu, temel hak ve özgürlüklerin korunduğu ve güvence altına alındığı bir yönetim biçimi olarak tanımlanabilir[1]. Demokratik bir hukuk devleti ise, Anayasal sistem içerisinde yalnızca hak ve özgürlükleri değil, aynı zamanda bireylerin sorumluluklarını ve bunların sınırlarını da belirler. Bu çerçevede devletin yetkilerinin sınırlandırılması, hukuk devleti ilkesinin temel gerekliliklerinden biridir (İkincioğulları, 1997, s. 37). Hukuk devleti ve demokrasi kavramları birbirinden ayrılmaz niteliktedir; biri olmadan diğerinin tam anlamıyla varlığından söz etmek mümkün değildir. Bu nedenle, seçme ve seçilme hakkı, ifade özgürlüğü, siyasal katılım, eşitlik ilkesi, genel ve gizli oy gibi demokratik unsurlar, hukuk devleti anlayışının tamamlayıcı bileşenleridir. Çünkü demokrasi ile tanınan bu haklar, hukuk devleti ilkesiyle güvence altına alınmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, hak ve özgürlüklerin güvence altına alındığı, siyasal özgürlüklerin tanındığı, demokrasinin var olduğu ve devlet gücünün sınırlandığı bir sistem, hukuk devleti için elzemdir (Alan, 2003, s. 2). Ancak literatürde, hukuk devleti ve demokrasi arasında yapısal bir gerilim bulunduğunu öne süren görüşler de mevcuttur. Bu yaklaşıma göre

[1] Bkz. Yusuf Tekin "Demokrasi" TÜBİTAK BİLİM VE TOPLUM BAŞKANLIĞI POPÜLER BİLİM YAYINLARI, Erişim: DEMOKRASİ Ansiklopediler - TÜBİTAK (tubitak.gov.tr)

Avrupa toplumları, demokrasi anlayışını Antik Yunan'dan, hukuk sistemini ise Roma İmparatorluğu'ndan devralmıştır. Bu bağlamda demokrasi, bireysel özgürlük, özerklik ve siyasal katılımı; hukuk devleti ise karşılıklı hakların tanınmasını ve korunmasını ifade eder. Demokrasi, bireylere eylem özgürlüğü sunarken; hukuk devleti, bu özgürlüğün başkalarının haklarını ihlal etmeyecek şekilde sınırlandırılmasını öngörür. Dolayısıyla, bireylerin özgürlüklerini sonuna kadar kullanabildiği bir toplumda, bu özgürlüklerden yararlanamayan bireylerin korunması ihtiyacı, hukuk devleti anlayışının temelini oluşturur. Bu durum, hukuk devleti ile demokrasi arasında zaman zaman bir çatışma zemininin oluşabileceğini göstermektedir (Demir, 2022, s. 63).

II. TÜRKİYE'DE HUKUKUN ÜSTÜNLÜĞÜ VE HUKUK DEVLETİ İLKESİ

Anayasalar, bireylerin hak ve hürriyetlerini evrensel ilkelere uygun biçimde eşit ve adil olarak düzenlemeli; aynı zamanda oluşturduğu bağımsız yargı organları aracılığıyla bu hakları güvence altına almalıdır (İbrahim, 2022, s. 437). Hukuk devletinde de esas olan, yasaların ve bu yasaların uygulayıcısı konumundaki mahkemelerin, resmî ideolojilerden bağımsız biçimde, akla, vicdana, adalete ve temel haklara uygun şekilde işlev görmesidir. Bu çerçevede, devleti sınırlayan ve denetim altına alan unsurun doğrudan hukuk değil, somut biçimde düzenlenmiş olan kanunlar olduğu görülmektedir. Zira hukuk, soyut bir kavramı ifade ederken; kanunlar, bu soyut ilkelere somut içerik kazandıran normatif düzenlemelerdir (Göksu, 2007, s. 60). Hukukun üstünlüğü, yalnızca teorik bir kavram olarak kalmamalı; kanunlar yoluyla somutlaşarak kurumsal ve bağlayıcı bir nitelik kazanmalıdır. Bu bağlayıcılık, yöneten-yönetilen ilişkisinin adil bir temelde şekillenmesi ve hukuk devleti ilkesinin etkin biçimde işlemesi açısından hayati öneme sahiptir. Ayrıca, hukuk devleti yalnızca kamu düzeninin sağlanmasıyla sınırlı değildir; aynı zamanda bireyler arası ilişkileri düzenleyen, toplumsal barışı tesis eden ve temel hak ve özgürlükleri güvence altına alan bir yapı sunmalıdır. Bu yönüyle devlet, hukuki ve toplumsal bir aktör olarak hem kamusal otoriteyi sınırlandırmakta hem de bireylerin haklarını korumaktadır (Toprak, 2015, s. 13).

Anayasa'nın üstünlüğü ilkesinin Türk hukuk sistemine girişi, 1924 Anayasası'nın 103. maddesiyle gerçekleşmiştir. Bu maddeye göre, çıkarılan herhangi bir yasanın Anayasa kurallarına aykırı olamayacağı kabul edilmiştir. Ancak bu dönemde, yasaların Anayasa'ya uygunluğunu denetleyecek kurumsal bir mekanizma oluşturulmamıştır. Zira Anayasa'nın kabul edildiği dönemde kanun, halk iradesinin bir yansıması olarak görülmüş; bu nedenle yasaların anayasal denetime tabi tutulmaması doğal karşılanmıştır (Özbudun, 2012, s. 5). 1924 Anayasası, temel ilkelerini Milli Mücadele döneminde şekillenen parlamento üstünlüğü anlayışı çerçevesinde oluşturmuştur. Bu anlayış doğrultusunda kurucu iktidar, anayasal denetim

görevini yargı erkine vermek yerine, politik kurumlar aracılığıyla bu denetimin gerçekleştirilmesini öngörmüştür. Ancak bu tür bir denetim, anayasal uygunluğun sağlanması açısından etkin ve yeterli bir araç olmaktan uzaktır. Bu nedenle 1924 Anayasası, iktidarı sınırlayıcı ve denetleyici bir işlev üstlenememiş; hukuk devleti ilkesi bakımından sınırlı bir yapıda kalmıştır (İnce, 2022, s. 233).

Her ne kadar 1924 Anayasası'nda hukuk devleti ilkesi açıkça yer almamış olsa da, çağdaş hukuk devleti anlayışı açısından bu anayasa önemli bir aşama olarak değerlendirilmektedir. Güçler ayrılığı ilkesinin benimsenmesi, temel hak ve hürriyetlerin tanınması, milli egemenlik ilkesinin anayasal düzeyde yer alması ve idari işlemlerin denetimi amacıyla Danıştay'ın kurulması, hukuk devleti yönünde atılmış kayda değer adımlardır. Bu gelişmeler, dönemin anayasal düzeninin hukukun üstünlüğü ilkesine zemin hazırlayan bir çerçeve oluşturduğunu göstermektedir (Baş, 2006).

1960 askeri müdahalesi sonrasında hazırlanan 1961 Anayasası, Türkiye'de ilk kez halk oylamasıyla kabul edilen anayasa olma niteliğine sahiptir. Bu anayasa, 1924 Anayasası'nda yer almayan ya da eksik kalan düzenlemeleri gidermek amacıyla hazırlanmış ve iktidarın sınırlandırılması yönünde önemli bir adım olarak toplumda geniş kabul görmüştür (Özbudun, 2012, s. 7). En dikkat çekici yeniliklerden biri, anayasa yargısının kurumsallaştırılmasıdır. 1961 Anayasası'nın 147. maddesiyle anayasal denetim yetkisi Anayasa Mahkemesi'ne verilmiş, böylece yargısal denetim ilkesi benimsenmiştir. Bu gelişme, hukukun üstünlüğü ilkesinin daha sağlam temeller üzerinde inşa edilmesini mümkün kılmıştır. Hukuk devleti ilkesi, Türk hukuk sisteminde ilk kez 1961 Anayasası'yla anayasal bir kavram olarak yer bulmuş; 1982 Anayasası'nda ise daha da güçlendirilerek korunmuştur (Çağlayan, 2015, s. 44). Nitekim 1982 Anayasası'nın 2. maddesinde hukuk devleti, Türkiye Cumhuriyeti'nin temel niteliklerinden biri olarak açıkça tanımlanmıştır

Anayasa Mahkemesine göre hukuk devleti "*eylem ve işlemleri hukuka uygun, insan haklarına saygı gösteren, bu hak ve özgürlükleri koruyup güçlendiren, her alanda adaletli bir hukuk düzeni kurup bunu geliştirerek sürdüren, Anayasaya aykırı tutum ve davranışlardan kaçınan, Anayasa ve hukukun üstün kurallarıyla kendini bağlı sayan, yargı denetimine açık olan devlet"* şeklinde tanımlanmıştır (AYM, E.2016/136, K.2017/9 T.18.01.2017).

Danıştay Başkanı Nuri Alan'ın tespitine göre bu tanımlamada iki unsur ön plandadır. Bunlar; "*hukuk*" ve "*hukuka uygunluk*" kavramlarıdır. Alan'a göre "*hukuk devletinde asli ve önemli unsur kamusal işlem ve eylemlerin hukuka uygun bir biçimde yürütülmesi, böylece idarenin hukuka bağlılığı ilkesinin gerçekleştirilmesidir."* Hukuk devleti ilkesi çerçevesinde idarenin bağımsız yargı organlarınca denetlenebilmesi, kamusal alanda gerçekleştirilen tüm işlem ve

faaliyetlerin hukuka uygun olmasını zorunlu kılar. Bu denetim; yasama faaliyetlerinden yargı kararlarına, idari işlemlerden diğer tüm kamu faaliyetlerine kadar geniş bir alanı kapsar. Bu yönüyle yargı organları, önleyici, telafi edici, eski hale getirici ve giderici bir işleve sahip olarak hukuk devletinin işlerliğini teminat altına alır (Alan, 2003, s. 1-2).

Hukuki güvenlik, birey düzeyine indirgenerek değerlendirildiğinde, hukuk devletinin vazgeçilmez bir unsurunu teşkil eder. Hukuk devleti ilkesinin temelinde, bireylerin haklarının korunması, adaletin sağlanması ve kamu gücünün keyfiyetten uzak bir şekilde kullanılması yer alır. Bu doğrultuda, hiçbir gerçek ya da tüzel kişi hukuka aykırı ve keyfi davranışlarda bulunma yetkisine sahip değildir. Bu nedenle hukuk sistemleri, anayasa ve kanunlarla kamu gücünü sınırlayarak hukuki güvenliği teminat altına almayı amaçlamaktadır. Türkiye'de devlet organlarının yetki sınırları, idarenin kanuniliği ilkesi doğrultusunda belirlenmiştir (Atay, 2014, s. 6-7). Türkiye'de devlet organlarının yetki sınırları, idarenin kanuniliği ilkesi doğrultusunda belirlenmiştir. Anayasa'nın 123. maddesi uyarınca idarenin kuruluşu ve görev tanımları ancak kanunla düzenlenebilir. Bu kapsamda idare, işlem ve eylemlerinde yalnızca yasal dayanaklara bağlı olarak hareket edebilir ve yetkisini ancak mevzuat çerçevesinde kullanabilir. Anayasa'nın 124. maddesi ise bireylerin, idarenin işlemlerine karşı yargı yoluna başvurabilmesini güvence altına alır. Bu düzenleme, bireylerin hak arama özgürlüğünü ortaya koymakta ve idarenin işlem yapma yetkisinin sınırlandırıldığını göstermektedir.

Yargısal denetimin varlığı, hukuk devleti ilkesinin temel gereklerinden biridir. Bu denetim, kamu gücünü elinde bulunduran idarenin hukuka uygun davranmasını sağlamaya yönelik bir mekanizmadır. Zira bireyler, devlet karşısında güçsüz konumda olduklarından, idari işlemlerin denetime tabi olması, onların haklarının korunması bakımından hayati önem taşımaktadır. Yargısal denetimin bulunmadığı bir ortamda, idare hukuka aykırı uygulamalarda bulunabilir, eşitlik ilkesini ihlal edebilir ve kendi çıkarları doğrultusunda hareket edebilir. Bu bağlamda yargının önleyici ve giderici rolü, hukuk devletinin sürdürülebilirliğini temin etmektedir.

Ayrıca hukuki güvenliğin sağlanmasında "*kanunilik ilkesi*" de belirleyici bir role sahiptir. Türk Ceza Kanunu'nun 2. maddesinde yer alan bu ilke, 1982 Anayasası'nın 38. maddesinde de anayasal düzeyde güvence altına alınmıştır. Bu hükme göre, bir fiil işlendiği sırada yürürlükte bulunan kanunda suç olarak tanımlanmamışsa, bu fiilden ötürü kimse cezalandırılamaz. Aynı şekilde, yürürlükte olmayan bir ceza normuna dayanarak kişi cezalandırılamaz. Böylece kanunilik ilkesi, cezai yaptırımların öngörülebilirliğini sağlayarak hem bireyi keyfi uygulamalara karşı korumakta hem de devletin cezalandırma yetkisini sınırlandırmaktadır.

Bu çerçevede, suçların ve cezaların önceden belirlenmiş olması, bireylerin davranışlarını hukuka uygun şekilde yönlendirmelerine olanak tanımaktadır. Böylece bireyler, hangi eylemin

suç teşkil ettiğini önceden bilerek, kendi özgür iradeleriyle hareket edebilmekte ve ceza tehdidinden korunmaktadır. Bu durum, hem bireysel özgürlükleri güçlendirmekte hem de hukuk devletinin temel yapı taşlarından biri olan hukuki güvenliği pekiştirmektedir (Tetik, 2017, s. 225).

Türk Ceza Kanunu'nun 2. maddesinde yer alan "*suçta ve cezada kanunilik ilkesi*", 1982 Anayasası'nın 38. maddesi ile anayasal güvence altına alınmıştır. Anılan maddeye göre, bir kişinin cezalandırılabilmesi için işlediği fiilin, işlendiği sırada yürürlükte bulunan bir kanunla açıkça suç olarak tanımlanmış olması gerekmektedir. Bu kapsamda, herhangi bir eylemin suç sayılabilmesi ve cezai yaptırıma tabi tutulabilmesi, ancak önceden düzenlenmiş açık bir yasal hükümle mümkün olabilir. Aksi takdirde, bireyler mevcut hukuk düzeni dışında, kişisel çıkar ve istekler doğrultusunda keyfi olarak cezalandırılabilir ki bu durum hukuk devleti anlayışına aykırıdır. Aynı zamanda, geçmişte işlenmiş bir fiile sonradan çıkarılan bir yasa ile ceza verilmesi de mümkün değildir (Atay, 2014, s. 4). Bu ilke sayesinde devletin cezalandırma yetkisi sınırlandırılmış, bireylerin hukuki güvenliği sağlanmıştır. Zira kanunilik ilkesi, sadece suçun ve cezanın belirli olmasını değil, aynı zamanda hukukun öngörülebilirliğini ve bireyin davranışlarını buna göre şekillendirebilmesini temin etmektedir. Böylelikle bireyler, hangi eylemlerin hukuka aykırı olduğunu önceden bilmekte ve kendi iradeleri doğrultusunda özgürce hareket edebilmektedir (Eşitli, 2013, s. 226).

Temel hak ve hürriyetler, yalnızca devletlerin iç hukuk düzenlerinde değil, aynı zamanda uluslararası hukukta da merkezi bir konuma sahiptir. Bu nedenle, anayasal düzenlemeler yapılırken devletler öncelikli olarak temel hak ve özgürlükleri güvence altına alan hükümlere yer vermektedir (İbrahim, 2022, s. 1). Yukarıda bahsedilen her anayasal ve yasal düzenleme de, hukuk devleti ilkesinin temel dayanaklarından biri olan hukuki güvenliğin sağlanmasına yöneliktir. Bu bağlamda, devlet organlarının yetki kullanımı belirli ölçütlerle sınırlandırılmıştır. Devletin tüm işlem ve eylemlerinin hukukla bağlı olması, bireylerin hak ve özgürlüklerine yönelik müdahaleleri önleyici bir işlev görmektedir. Tüm bu gelişmeler tarihsel bir süreç içerisinde şekillenmiş ve nihayetinde çağdaş hukuk devleti anlayışı, devlet gücünün sınırlandırılması ve bireysel hakların teminat altına alınması yönünde önemli bir yapı ortaya koymuştur (Şentop, 2022, s. 106). Nitekim bireylerin yargı önünde eşit olması, idarenin hukuka aykırı işlemlerine karşı yargı yoluna başvurulabilmesi ve idari işlemlerin yargısal denetime açık olması, hukuk devleti ilkesinin varlığı için elzemdir.

A. Hukuk Devletinin Güvencesi Olarak Danıştay

Anayasa'da yüksek yargı organı olarak düzenlenen Danıştay, Anayasa'nın 155. maddesi uyarınca yürütme organının danışma, karar ve inceleme fonksiyonlarını yerine getirmesinin

yanı sıra, idarenin yargı yolu ile denetlenmesinde de aktif rol üstlenmektedir[2]. Yargısal denetimin hukuk devleti ilkesinin temel unsurlarından biri olduğu dikkate alındığında, Danıştay'ın bu bağlamda üstlendiği görev, hukuk devletinin varlığını destekleyen ve onu koruyan bir niteliğe sahiptir.

Anayasa'da Danıştay'a hem yargı organı sıfatıyla hem de danışma ve inceleme organı olarak görevler verilmiş olması, onun hem yargı hem de idari fonksiyonlarını yansıtmaktadır. Bu ikili görev yapısı, Danıştay'ın anayasal sistemdeki önemini açıkça ortaya koymaktadır. "*İdarenin kanuniliği ilkesi*" gereğince tüm idari kuruluşlar ve bunların görev tanımları kanunla düzenlenmek zorundadır. Danıştay'ın idari görevleri de doğrudan Anayasa ile güvence altına alınmıştır. Ayrıca Danıştay, Anayasa'da belirtilen görevlerinin yanı sıra, diğer kanunlarca kendisine verilen görevleri de yerine getirmekle yükümlüdür (Altay, 2005, s. 189). Anayasa'nın 155. maddesinin ikinci fıkrasına göre Danıştay'ın görevleri; kamu hizmetleriyle ilgili şartname ve sözleşmeler hakkında görüş bildirmek, idari uyuşmazlıkları çözmek ve kanunlarla belirlenen diğer görevleri ifa etmektir. Bu görev alanı, Danıştay'ın yalnızca bir danışma organı değil, aynı zamanda etkili bir yargı mercii olduğunu da göstermektedir.

Danıştay, aynı zamanda temyiz mercii olarak da görev yapmaktadır. Danıştay Kanunu'nun 23. Maddesinin 1. Fıkrasına göre *"idare mahkemeleri ile vergi mahkemelerinde verilen kararlar ve ilk derece mahkemesi olarak Danıştayda görülen davalarla ilgili kararlara karşı temyiz istemlerini inceler ve karara bağlar."* Temyiz süreci, yargı kararlarının hukuka uygunluğunun bir üst yargı mercii tarafından denetlenmesini sağlayarak yargı hatalarının giderilmesine olanak tanır (Tosun, 1973, s. 178). Yine Danıştay Kanunu'nun 23. Maddesinin 1. Fıkrasına göre *"Danıştayın temyiz mercii olarak görevi, bir hukuk kuralının uygulanmaması veya yanlış uygulanması şeklinde ortaya çıkan hukuka aykırılıkların denetimini yapmakla sınırlıdır*."

Danıştay'ın temyiz görevi, yalnızca bir hukuk kuralının uygulanmaması ya da yanlış uygulanması durumunda devreye girer. Bu kapsamda yapılan denetim, hukuk devleti ilkesinin daha sağlam temellere oturtulmasını sağlar. Aynı zamanda yargı sistemine olan güveni pekiştirir ve bireylerin hak arama özgürlüğünü daha işlevsel kılar.

Bu bağlamda, idarenin takdir yetkisi ve yerindelik denetimi kavramları da önem arz etmektedir. 1982 Anayasası'nın 125. maddesinin dördüncü fıkrasına göre, idari işlemler yalnızca hukuka uygunluk yönünden denetlenebilir; yerindelik denetimi yapılamaz. Bu hükümle birlikte idarenin takdir yetkisi anayasal güvence altına alınmıştır. Ancak takdir yetkisinin bulunması, idarenin keyfi işlem ve kararlar alabileceği anlamına gelmez. İdare, bu yetkisini kamu yararı

[2] Bkz. "Danıştay Tarihçesi" Erişim: Danıştay Resmi Sitesi (danistay.gov.tr)

doğrultusunda ve hukuk kuralları çerçevesinde kullanmak zorundadır (Dinçkol, 2013, s. 1568). Yerindelik denetiminin yargı organları tarafından yapılamaması, idarenin bazı uygulamalarında hukuka aykırı eylemlerde bulunma riskini artırabilir. Bu noktada bireylerin idare aleyhine yargı yoluna başvurabilme hakkı, hukuk devleti ilkesinin korunmasında kritik bir rol oynamaktadır. Danıştay, bu kapsamda yapılan başvurular üzerinde inceleme yaparak, idarenin işlem ve eylemlerinin hukuka uygun olup olmadığını denetler.

Takdir yetkisi ve yerindelik denetimi konusu, hukuk doktrininde çeşitli tartışmalara yol açmaktadır. Bununla birlikte, güçler ayrılığı ilkesi gereği yerindelik denetiminin yargı organları tarafından gerçekleştirilmesi mümkün değildir. Zira yargının görevi, sadece hukuka uygunluk denetimiyle sınırlıdır. İdarenin gerçekleştirdiği bir işlemin yerinde olup olmadığının değerlendirilmesi, hukuk kurallarının dışında bir alan olup, bu tür ir denetim başka denetim organlarının görevi olmalıdır (Tetik, 2017, s. 273). Dolayısıyla yargı ve idare arasında net sınırların çizilmesi, hukuk devletinin sağlıklı şekilde işlemesi açısından büyük önem taşımaktadır. Yerindelik denetiminin uygun bir şekilde gerçekleştirilmesi, haksızlıkların etkin biçimde giderilmesine katkı sunar (Atay, 2014, s. 29). Böylece hukukun üstünlüğü ilkesi pekiştirilir, bireylerin hukuka olan güveni artar ve hukuk devleti ilkesinin sürdürülebilirliği sağlanmış olur.

B. Danıştay İçtihatları Çerçevesinde Hukuk Devleti İlkesinin Hayata Geçirilmesi

Hukuk devleti ilkesi, hukukun üstünlüğünü esas alarak, usul ve esas bakımından hatalı, hukuku göz ardı eden işlem ve eylemlerin denetlenmesini mümkün kılmakta; böylece daha temiz, adil ve sağlıklı bir hukuk sisteminin inşasını hedeflemektedir. Hukukun üstünlüğü ilkesi, hiçbir kişi, kurum veya kuruluşun hukuka aykırı davranamayacağı ve keyfi uygulamalarda bulunamayacağı yönünde açık bir normatif çerçeve sunar.

Bu kapsamda, hukuk devleti ilkesi yalnızca bireylerin temel hak ve özgürlüklerini korumakla kalmaz, aynı zamanda bu hakların güvence altına alınmasını sağlayan yargısal mekanizmaların varlığını da zorunlu kılar. Devlet organlarının işlem ve uygulamalarının yargısal denetime açık olması, hukuk devleti ilkesinin temel gerekliliklerinden biridir.

Danıştay, bu bağlamda yargısal denetim işleviyle idarenin işlem ve eylemlerini hukuk kurallarına uygunluk açısından denetlemekte; böylece idarenin keyfi ve hukuka aykırı davranışlarını sınırlayarak hukuk düzeninin sürekliliğini ve güvenilirliğini sağlamaktadır. Bu denetim mekanizması sayesinde, bireylerin haklarının ihlali önlenmekte ve hukuk devleti ilkesi somut bir şekilde hayata geçirilmektedir (Şentop, 2022, s. 73).

1.İdari İşlemlerin Hukuki Denetimi: Temyiz Yolu Üzerine Bir İnceleme

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından, tarihi yarımadanın korunmasına yönelik bir imar planı hazırlanmıştır. Bu plan kapsamında pek çok tarihi eserin etkileneceği anlaşılmaktadır. Bu plana karşı, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi'nde öğretim üyesi olarak görev yapan bir kişi tarafından idare mahkemesinde iptal davası açılmış, ancak mahkeme menfaat ilişkisinin bulunmadığı gerekçesiyle davayı ehliyetsizlik yönünden reddetmiştir.

Davacı, kararı temyiz ederek Danıştay'a başvurmuştur. Danıştay, davacının öğretim üyesi olduğu bölüm ve İstanbul'da ikamet etmesi nedeniyle menfaat ilişkisinin bulunduğuna kanaat getirerek idare mahkemesi kararını bozmuştur. Bu karar, bireylerin kamu yararını ilgilendiren işlemler karşısında dava açabilmesinin önünü açmakta ve hukuk devletinin birey lehine işleyişini göstermektedir. Danıştay, menfaat kavramının yalnızca doğrudan etkilenme değil; zamansal, mekânsal ve kültürel etkileri de kapsayacak şekilde genişletilmesi gerektiğini belirtmiştir (Danıştay, E.1992/1660, K.1992/2676 T.3.06.1992).

2.Takdir Yetkisinin Sınırları: Danıştay'ın Değerlendirmesi

Takdir yetkisi, idarenin belirli ölçüler içinde karar alma serbestisidir. Ancak bu yetki, keyfi kullanımı meşrulaştırmaz; hukuka uygunluk, nesnellik ve akılcılık ilkeleri ile sınırlıdır.

Bir dava dosyasında, Millî Eğitim Bakanlığı Müfettiş Yardımcılığı sınavına giren bir aday yazılı sınavı geçmesine rağmen sözlü sınavda başarısız sayıldığını ve bu değerlendirmenin subjektif sebeplere dayandığını ileri sürerek iptal davası açmıştır. İdare mahkemesi somut kanıt bulunmadığı gerekçesiyle davayı reddetmiş, davacı kararı temyiz etmiştir.

Danıştay, sınav süreciyle ilgili kayıtların ve komisyon değerlendirmelerinin sunulmaması, notların gerekçelendirilmemesi ve sınavın kayıt altına alınmaması gibi hususları dikkate alarak idarenin takdir yetkisini keyfi kullandığına hükmetmiştir. Kararın hukuka aykırı olduğuna karar verilerek idare mahkemesi kararı bozulmuş ve dosya yeniden incelenmek üzere mahkemeye gönderilmiştir (Danıştay, E.2009/183, K.2009/3413 T.7.10.2009).

Bu karar, idarenin takdir yetkisinin denetlenmesinde yasal dayanak, nesnellik ve akılcılığın önemini ortaya koymaktadır.

3.Yetkili Mahkemenin Tespiti: Danıştay'ın İlk Derece Yargı Merci Olarak Rolü

Mudanya Emniyet Müdürlüğü'nde görev yapan bir polis memuru meslekten çıkarılma cezası almıştır. Davacı, bu kararın yargı kararıyla iptal edilmesini ve açıkta kaldığı döneme ilişkin özlük haklarının karşılanmasını talep etmiştir. Danıştay, bu taleplerin kamu görevlilerinin özlük ve maddi hakları kapsamında değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiş ve bu uyuşmazlığın zararı doğuran idari işlemlerden kaynaklanan bir tam yargı davası niteliğinde olduğuna kanaat getirmiştir.

Danıştay, davanın çözüm yeri olarak Bursa İdare Mahkemesi'nin yetkili olduğunu belirlemiş, dosya incelendiğinde davacının görevden alınma işleminin iptal edildiği ancak yapılan tazminat ödemesinin eksik yapıldığı tespit edilmiştir. Bu çerçevede, kesinti işleminin iptali yönündeki istemin tam yargı davası kapsamında olduğu ve İdare Mahkemesi tarafından çözülmesi gerektiğine karar verilmiştir. Sonuç olarak, Danıştay dosyanın yetkili mahkeme olan İdare Mahkemesi'ne gönderilmesine hükmetmiştir (Danıştay, E.2021/18914, K.2022/94 T.19.01.2022).

Bu dava, tam yargı davalarının idarenin hukuka aykırı işlem ve eylemlerinden zarar gören bireylerin haklarını aramalarını sağlayan bir yargı yolu olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Hukuk devleti ilkesi gereği, idarenin her türlü işlem ve eyleminin yargı denetimine tabi olması ve bireylerin uğradıkları zararların giderilmesi gerektiği bu karar ile bir kez daha vurgulanmıştır.

SONUÇ

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye'de hukukun üstünlüğü ile hukuk devleti ilkesinin korunması ve etkili bir şekilde uygulanması, demokratik toplum yapısının temel taşlarından birini oluşturmaktadır. Hukuk devleti ilkesi; bireylerin temel hak ve özgürlüklerinin korunmasını, hukuka uygun bir yönetim anlayışının benimsenmesini, toplumsal düzenin sağlanmasını ve sürdürülebilirliğini hedefler. Bu çerçevede, Danıştay idari yargının en yüksek mercii olarak yalnızca yargılama faaliyeti yürütmekle kalmayıp, aynı zamanda hukuk devleti ilkesinin korunması ve hayata geçirilmesinde belirleyici bir rol üstlenmektedir.

Danıştay kararları, idarenin keyfi uygulamalarına karşı hukuki güvenceler oluşturmakta; yönetimin hukuka uygunluğunu denetlemekte ve Anayasa hükümlerinin yorumlanmasına katkı sunmaktadır. Bu kararlar, bireylerin idareye karşı hak arama özgürlüğünü somutlaştırmakta ve hukukun üstünlüğüne dayalı adil bir yargı sisteminin inşasına hizmet etmektedir.

Hukuk devleti ilkesinin korunması ve geliştirilmesi, demokratik bir toplumun olmazsa olmazıdır. Danıştay'ın bu süreçte üstlendiği işlev, toplumun hukuki güvencelerle donatılmasında ve adil yönetimin tesisi için yargısal denetimin etkinliğinde kritik önemdedir. Bu nedenle Danıştay'ın kararları, sadece bireysel mağduriyetlerin giderilmesine değil, aynı zamanda hukuk sisteminin genel işleyişine yön veren ilkesel bir nitelik taşımaktadır.

Danıştay'ın idari yargının en üst organı olması ve kararlarının bağlayıcı niteliği, onun işlevsel önemini daha da pekiştirmektedir. Güçler ayrılığı ilkesinin gereği olarak yargının bağımsızlığı, bireylerin hukuka ve devlete olan güveninin temelini oluşturur. Yargı yetkisinin başka bir erk tarafından kullanılması, hukuk devleti ilkesini zedeler ve bireyleri keyfi uygulamalara açık bir yönetime mahkûm eder. Bu bağlamda, normlar hiyerarşisinin tepesinde yer alan Anayasa ve

onun üstünlüğünün kabulü, idarenin işlem ve eylemlerinde hukuki sınırların gözetilmesini zorunlu kılar. Anayasa hükümlerinin mahkemeler aracılığıyla icrası, gerçek ve tüzel kişilerin haklarının korunmasına ve düzenli bir toplum yapısının inşasına katkı sağlar.

Bu çalışmada, Danıştay kararları ışığında hukuk devleti ilkesinin uygulanmasındaki önem ele alınmıştır. Türkiye'de adaletin sağlanması, hukukun üstünlüğünün tesisi ve bireylerin temel hak ve özgürlüklerinin korunması açısından Danıştay'ın rolü hayati önemdedir. Kararları, hukuki sistemin güçlendirilmesi ve hukuk devleti ilkesinin işlerliğinin teminat altına alınmasında vazgeçilmez birer dayanak niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Acaray, D. (2013). İnsan haklarının korunması amacı doğrultusunda devlet iktidarının sınırlandırılması ve siyasal katılımın buna etkisi. *Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2* (4).

Alan, N. (2003). Demokratik hukuk devleti ve anayasa. *(Dergi adı belirtilmemiş)* .

Altay, E. (2005). Danıştay'ın idari görevleri ve kararları. *TBB Dergisi, 56* .

Atay, E. E. (2014). Hukuk devleti ilkesi ışığında idarenin denetimi ve kamu denetçiliği kurumu. *Ombudsman Akademik* .

Aydemir, S. R. (2004). Hans Kelsen'in saf hukuk teorisi ve devlet anlayışı. *(Dergi adı belirtilmemiş)* .

Çağlayan, R. (2015). Anayasa mahkemesi kararlarında hukuk devleti ilkesi. *Atatürk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 2* (1).

Dinçkol, H. A. (2013). İdari yargı'da hâkimin takdir yetkisinin denetlenmesi. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 19* (2).

Dworkin, R. (1985). *A matter of principle* . Cambridge: Harvard University Press.

Eşitli, E. A. (2013). Suçların ve cezaların kanuniliği ilkesi. *Türkiye Barolar Birliği Dergisi, 104.*

Göksu, H. T. (2007). Kanun devletinden hukukun üstünlüğüne. *Sayıştay Dergisi, 64.*

Gözler, K. (2011). *Devletin genel teorisi* . 3. baskı. Ekin Yayınları.

Gözler, K. (2021). *Anayasa hukukuna giriş: Genel esaslar ve Türk anayasası hukuku* . 30. baskı. Ekin Kitapevi Yayınları.

Hegel, G. W. F. (1991). *Hukuk felsefesinin prensipleri* (Çev: Cenap Karakaya). İstanbul: Sosyal Yayınlar.

Huber, E. R., & Ansay, T. (1970). Modern endüstri toplumunda hukuk devleti ve sosyal devlet. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 27* (3).

Ince, A. K. (2022). 1924 Anayasasında anayasanın üstünlüğü ilkesi: Sınırlamayan sınırlar. *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 26* .

İbrahim, A. (2021). 19. ve 20. yüzyılda Osmanlı hukuk sisteminin Irak'ta uygulanması. *Yıldırım Beyazıt Hukuk Dergisi, 1* , 119-170. https://doi.org/10.33432/ybuhukuk.735388

İbrahim, A. (2021). Modern toplumda hukuk devleti: Siyasal meşrulaştırma aracı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 23* (1), 233-256.

İbrahim, A. (2022). 1925 Irak Anayasası'nda düzenlenen hak ve hürriyetler ve pozitif temelleri. *Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 26* (2), 437-473.

İbrahim, A. (2022). Hak ve hürriyetler bakımından Osmanlı anayasal belgelerinin Irak 1925 kanun-i esasiye'ye tesiri. *Sosyal Ve Beşeri Bilimler Dergisi, 6* (1).

İbrahim, A. (2025). Mukayeseli anayasalarda değiştirilemez maddelerin hukuki tahlili ve uygulama biçimleri: Türkiye, Fransa, İtalya, Yunanistan, Portekiz, İspanya ve Almanya örneği. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, 61* , 161-186.

İkincioğulları, F. (1997). Hukuk devleti. *Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 1* (1).

Kuzu, B. (2001). Hukuk devleti ve hukuk zihniyeti. *Akademik Araştırmalar Dergisi, 11* .

Locke, J. (2012). *Yönetim üzerine ikinci inceleme* (Çev: Fahri Bakırcı). 2. baskı. Ankara: Ebabil.

Özcan, M. T. (2010). *Hukuk devleti ve insan erdemi* . İçinde: *Hukuk felsefesi ve sosyolojisi arşivi* . İstanbul: İstanbul Barosu.

Sancar, M. (2018). *Devlet aklı kıskacında hukuk devleti* . İstanbul: İletişim Yayınları.

Sır, O. (2010). Hukuk devleti açısından kanunların anayasaya uygunluğunun yargısal denetimi. *(Dergi adı belirtilmemiş)* .

Şentop, S. B. (2022). Hukuk devleti ilkesi bağlamında olağanüstü hal cumhurbaşkanlığı kararnamelerinin yargısal denetimi meselesi. *İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 9* (1).

Tekin, Y. Demokrasi. TÜBİTAK Bilim ve Toplum Başkanlığı Popüler Bilim Yayınları. Erişim: DEMOKRASİ Ansiklopediler - TÜBİTAK .

Tetik, A. T. (2017). Hukuk devleti ilkesi bağlamında takdir yetkisi ve yerindelik denetimi ilişkisi. *Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 25* .

Toprak, M. (2015). *Hukukun üstünlüğü; politikacılar için kılavuz* . Ankara: Türkiye Barolar Birliği Yayınları.

Uygun, O. Hukukun üstünlüğü ilkesi. *Yeditepe Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 19* (3).

Uygur, G. (2004). Adalet ve hukuk devleti. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 53* (3).

Venedik Komisyonu. (2016). *Hukuk devleti kontrol listesi* . Avrupa Hukuk Yoluyla Demokrasi Komisyonu.

Vinx, L. (2016). Kelsen ve hukuk ve devletin özdeşliği. *Çankaya Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 1* (1).

Waldron, J. (2016). *The rule of law* . (Erişim: The Rule of Law - Stanford Encyclopedia of Philosophy).

OLAĞANÜSTÜ HAL VE TEMEL HAKLAR: 06 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ SONRASI HUKUKİ VE MALİ YANSIMALARI

Muttalip HANÇER
Karabük Üni SBKY/Hukuk Bilimleri
ORCID: 0009-0001-0877-0865

Özet

Anayasanın 119. maddesinde olağanüstü hal yönetimi detaylı bir şekilde düzenlenmiştir. Bu düzenlemeye göre, savaş, savaşı gerektirecek bir durumun başgöstermesi, seferberlik, ayaklanma, vatan veya Cumhuriyete karşı kuvvetli ve eylemli bir kalkışma gibi olağanüstü durumlar söz konusu olduğunda, devletin kamu düzenini sağlamak amacıyla temel hak ve özgürlüklerde bazı sınırlamalar getirmesi mümkündür. Bu durum, olağanüstü halin ilan edilmesiyle birlikte, devlete geçici yetkiler tanınarak toplumun güvenliği ve düzeni için gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamaktadır. Bu Makalede, Osmanlı Devleti'nden günümüze kadar olan süreçte olağanüstü hal yönetimi incelenmiş, bu yönetimin tarihsel gelişimi üzerinde durulmuştur.

Osmanlı Devleti'nin ilk Anayasası olan 1876 Kanuni Esasi'de ilk kez düzenlenen olağanüstü hal yönetimi, sonraki yıllarda Türkiye Cumhuriyeti'nin Anayasalarında da yer bulmuştur. 1921 Anayasası bu konuda doğrudan bir düzenleme getirmemiş olsa da, Kanuni Esasi ile birlikte yürürlükte olduğu için uygulama boşluğu oluşmamıştır. 1924, 1961 ve 1982 Anayasaları sırasıyla olağanüstü hal yönetimini daha ayrıntılı şekilde ele almış, günümüzde ise 1982 Anayasası'nın 119. maddesiyle Ohal'in ilanı düzenlenmektedir. Bu maddeye göre, Cumhurbaşkanı belirli olağanüstü durumlarda Ohal ilan etme yetkisine sahiptir. Ancak bu sürecin denetlenmesi için Türkiye Büyük Millet Meclisi'nin onayı gereklidir ve Ohal'in süresi en fazla altı ay olabilir.

Olağanüstü halin ilanıyla birlikte, devletin düzeni sağlamak amacıyla çeşitli tedbirler alınabilir. Bu tedbirler, Cumhurbaşkanlığı kararnameleriyle hayata geçirilebilir ve bu kararlar yargı denetimine tabi değildir. Ancak, Anayasa'nın 15. maddesi, olağanüstü hal döneminde bile bazı temel hakların korunmasını sağlar. Bu haklar arasında yaşam hakkı, kişisel dokunulmazlık, din, vicdan, düşünce özgürlüğü gibi "çekirdek haklar" yer alır ve bu haklara dokunulamaz.

Özellikle 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrası ilan edilen olağanüstü hal, büyük bir doğal afetin yarattığı acil durumları yönetmek adına önemli bir adım olmuştur. Cumhurbaşkanlığı kararnameleriyle, gözaltı sürelerinin uzatılması, mücbir sebep ilan edilmesi gibi tedbirlerle afet bölgesinde kamu düzeninin sağlanması amaçlanmıştır.

Sonuç olarak, olağanüstü hal, devletin düzenini korumak ve toplumun acil ihtiyaçlarına yanıt vermek için gerekli bir yetki olarak görülmektedir. Ancak bu yetki, sürekli kullanılmak üzere değil, sadece olağanüstü durumların ortadan kaldırılması için geçici olarak verilmiş bir yetkidir. Bu kapsamda, Ohal'in süresi sona erdiğinde, yönetim yeniden normal yasal düzenlemelere dönmelidir. Böylece, devletin devamlılığı ve kamu yararı sağlanırken, bireysel haklar ve özgürlükler de korunmuş olur.

Anahtar Kelimeler: Olağanüstü hal, temel hak ve özgürlükler, Kahramanmaraş depremleri.

STATE OF EMERGENCY AND FUNDAMENTAL RIGHTS: LEGAL AND FINANCIAL REFLECTIONS AFTER THE 06 FEBRUARY 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES

Abstract

The state of emergency is regulated in detail in Article 119 of the Constitution. According to this regulation, in cases of extraordinary circumstances such as war, the emergence of a situation that necessitates war, mobilization, uprising, a strong and active uprising against the homeland or the Republic, the state may impose certain restrictions on fundamental rights and freedoms in order to maintain public order. This situation, together with the declaration of a state of emergency, grants temporary powers to the state and ensures that necessary measures are taken for the security and order of society. In this article, the state of emergency administration has been examined from the Ottoman Empire to the present day, and the historical development of this administration has been emphasized.

The state of emergency, which was first regulated in the 1876 Kanuni Esasi, the first constitution of the Ottoman Empire, was also included in the constitutions of the Republic of Turkey in the following years. Although the 1921 Constitution did not directly introduce a regulation on this issue, there was no gap in its implementation since it was in force together with the Kanuni Esasi. The 1924, 1961 and 1982 Constitutions addressed the state of emergency in more detail, and today, the declaration of the state of emergency is regulated by Article 119 of the 1982 Constitution. According to this article, the President has the authority to declare a state of emergency in certain extraordinary circumstances. However, the approval of the Turkish Grand National Assembly is required for the supervision of this process, and the duration of the state of emergency can be a maximum of six months.

With the declaration of a state of emergency, various measures can be taken to ensure order in the state. These measures can be implemented through presidential decrees and these decisions are not subject to judicial review. However, Article 15 of the Constitution provides for the protection of certain fundamental rights even during a state of emergency. These rights include

"core rights" such as the right to life, personal immunity, and freedom of religion, conscience, and thought, and these rights cannot be touched.

The state of emergency declared after the February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquakes in particular has been an important step in managing emergencies caused by a major natural disaster. Presidential decrees aimed to ensure public order in the disaster area through measures such as extending detention periods and declaring force majeure.

As a result, the state of emergency is seen as a necessary authority to maintain the state's order and respond to the urgent needs of society. However, this authority is not for permanent use, but is only a temporary authority to eliminate extraordinary situations. In this context, when the state of emergency ends, the administration should return to normal legal regulations. In this way, the continuity of the state and the public interest are ensured, while individual rights and freedoms are protected.

Keywords: State of emergency, fundamental rights and freedoms, Kahramanmaraş earthquakes.

GİRİŞ

Olağanüstü hal (Ohal), bir ülkenin normal işleyişinin bozulduğu, büyük felaketler veya toplumsal krizler gibi olağan dışı durumlarla karşı karşıya kaldığında, devletin kamu düzenini sağlamak amacıyla devreye soktuğu geçici bir yönetim biçimidir. Ohal, yalnızca geçici bir durum olarak düzenlenmiş olup, devletin hızla müdahale edebilmesini ve düzeni yeniden tesis edebilmesini sağlamayı amaçlar. Ancak bu süreç, bireysel hak ve özgürlüklerin sınırlandırılması anlamına gelebileceği için, hukuki bir çerçeve içinde ve belirli denetimler altında gerçekleştirilmesi gereken bir uygulamadır.

Türkiye'de olağanüstü halin hukuki zemini, 1982 Anayasası'nda yer alan 119. madde ile belirlenmiştir. Anayasaya göre, Cumhurbaşkanına belirli olağanüstü durumlarda Ohal ilan etme yetkisi verilmiştir. Ancak, bu yetki sınırsız değildir ve Ohal ilan edilse dahi, Anayasada güvence altına alınan bazı hakların kısıtlanması söz konusu olamaz. Bu düzenlemeler, hem devletin etkin bir şekilde krizlere müdahale etmesini sağlamakta hem de bireysel hakların korunmasını teminat altına almaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki olağanüstü hal uygulamalarının hukuki çerçevesini incelemek, olağanüstü halin ilan edilebileceği şartları ve bu süreçte idareye verilen yetkilerin sınırlarını analiz etmektir. Ayrıca, anayasal güvence altına alınan hakların Ohal durumunda nasıl korunacağı ve bu hakların sınırlanamayacağı durumlar ele alınacaktır. Çalışma, Osmanlı İmparatorluğu'ndan günümüze kadar uzanan tarihsel süreci de inceleyerek, olağanüstü hal

uygulamalarının nasıl evrildiğini ve mevcut sistemde nasıl işlediğini açıklamayı hedeflemektedir.

Son olarak, Kahramanmaraş depremleri gibi büyük doğal felaketler sonrasında ilan edilen Ohal'in, devletin hızlı ve etkili bir şekilde müdahale etmesine olanak sağladığı gözlemlenmiş, bu durum, Ohal'in önemini ve gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur. Ancak, Ohal sürecinde temel hak ve özgürlüklerin korunması ve denetlenmesi gerekliliği de büyük önem taşımaktadır.

1-OLAĞANÜSTÜ HAL YÖNETİMİ KAVRAMI, TARİHSEL GELİŞİMİ, UNSURLARI VE YARGISAL DENETİMİ

İngilizcedeki ifadesiyle, "state of emergency" biçiminde ifade edilen Olağanüstü hal (Ohal), bir ülkedeki kargaşa, şiddet eylemleri gibi olayların ortaya çıkmasıyla birlikte, halihazırda uygulanan kurallar ile üstesinden gelme imkânı bulunmayan durumlarda ilan edilen bir yönetim biçimidir. Olağanüstü hal, üstün kamu yararını göz önünde bulundurarak uygulanan bir hukuk yönetimidir. (İbrahim, 2022, s.39-56) Olağanüstü hal rejimi olarak ifade edilen bu yönetim usulleri kamu düzenin aksayan yerlerini açmak amacı ile yürürlüğe konan istisnai kurallar olarak da tanımlanabilmektedir (Kaboğlu, 2002, s.111) Bu usullerin genel olarak "olağanüstü hal, sıkıyönetim ve savaş hali gibi çeşitleri vardır bu isimler ülkelere göre farklılık gösterebilir. (Gözler, 2011, s.389)

Olağanüstü hal, hukukumuzda ilk defa Osmanlı devletinin ilk anayasası olan 1876 Kanuni Esasinin 113.maddesinde düzenlenmiştir. Bu durum aslında olağanüstü hal yönetim şekli olan sıkıyönetim konusunun tarihsel açıdan dayanağını göstermektedir. Bahse konu maddeye dayanılarak yürütme, ülkenin herhangi bir yerinde başgösterecek bir olaya karşı koymak için sıkıyönetimi ilan edebilecektir. (Fendoğlu, 2002, s.126; Akad, 1997, s.174).

1921 Anayasası, Türkiye'nin ilk anayasası olma özelliğini taşımaktadır. Kurtuluş Savaşı'nın devam ettiği bir dönemde, yeni bir yönetim biçimine geçiş sürecinde, dönemin koşulları göz önünde bulundurulduğunda, kapsamlı bir anayasa hazırlanması mümkün olmamıştır. Bu nedenle, yalnızca acil ve temel konularda düzenlemeler yapılmış ve hızla 1921 Teşkilat-ı Esasiye Anayasası ilan edilmiştir. Bu kapsamda, 1921 Anayasasında olağanüstü hal doğrudan düzenlenmemiştir. Bununla beraber "tekalif-i milliye emirleri kanunu" bu kapsamda olduğu değerlendirilebilir. (Yiğit, 2021, s.21)

1921 Anayasasında doğrudan düzenlenme alanı bulamayan olağanüstü hal yönetim usulü, 1924 Anayasasının 74.maddesinde düzenlenmiş olup sıkıyönetim kararına dayanarak temel hak ve özgürlüklerin sınırlanabileceğinden bahsedilmiştir.

1961 Anayasası olağanüstü hal ve sıkıyönetimi açıkça düzenlemiştir. 1961 Anayasası'nın 124. maddesinde Bakanlar Kurulunun süresi bir ayı aşmamak üzere sıkıyönetim ilan edebileceği ve bu ilanın ardından hemen TBMM'ye sunması ve Meclisin bu kararı onamasına bağlı olduğundan bahsetmiştir. (Yiğit, 2021, s.22)

16 Nisan 2017 tarihinde Türkiye'de, Anayasa değişikliği referandumuyla 1982 Anayasasının birden fazla maddelerinde değişiklik yapılmıştır. Bu değişikliklerden bazıları olağanüstü hal yönetimi ve sıkıyönetim konularındadır. (İbrahim A. 2021, s.240) Bahse konu 2017 Anayasa referandumu ile birlikte Cumhurbaşkanı tarafından Anayasadaki Ohal sebeplerine (savaş, savaşı gerektirecek bir durumun başgöstermesi, seferberlik, ayaklanma, vatan veya Cumhuriyete karşı kuvvetli ve eylemli bir kalkışma gibi) dayanılarak yurdun tamamında veya bir bölgesinde, süresi altı ayı geçmemek üzere olağanüstü hal ilan edilebilecektir. (İbrahim A. 2024, s.168) Bir başka değişiklik sıkıyönetim konusunda olmuş ve sıkıyönetim 1982 Anayasası'ndan tamamen çıkarılmıştır. (İbrahim A. 2022, s.14) Halihazırda ülkemizde olağanüstü durumlarda sadece olağanüstü hal yönetimi uygulaması yürürlüktedir.

Olağanüstü yönetim usullerini ilan etme ve bu kararları uygulamaya koyup kararlar çıkarma yetkisi ilgili ülkenin Anayasasında hangi organa yetki verdiği ile ilgilidir. Bazı ülkelerin yönetiminde olağanüstü hali ilan etme yetkisi yasama organında bazı ülkelerde ise yürütme organına verilebilmektedir. Ülkemizde ise bu yetki yürütme organına yani Cumhurbaşkanına doğrudan Anayasa tarafından verilmiştir. (Gözler, 2011, s.390)

Öte yandan Almanya Anayasası savunma hali ilan etme yetkisini yürütmenin talebi üzerine Bundestag'a vermiştir. Yine İspanya Anayasası Temsilciler Meclisinin en az yüzde elli birinin kararıyla ilan edilebilir şeklinde düzenleme yapmıştır. 1975 Yunanistan Anayasası ise sıkıyönetim ilan etme yetkisini yürütmenin yani Bakanlar Kurulunun önerisi üzerine Parlamentoya vermiştir. Görüldüğü üzere olağanüstü hal ilan yetkileri uluslararası hukukta yasama organı ile yürütme organı arasında değişiklik göstermekle birlikte iki organ arasında düzenleme alanı bulmuştur. (Esen, 2008, s.102-106)

Olağanüstü hal içeriği gereği nadir uygulanan yönetim şeklidir. Bu sebeple demokratik devletlerde bu usulün sınırları kendi anayasalarında gösterilerek sınırı çizilmelidir. Olağanüstü yönetim usulleri geçici olmalı, yani belirli süre uygulama alanı bulmalıdır. Olağanüstü yönetim şeklini ilan etme yetkisi "süre bakımından" sınırlı bir yetki olarak yasama organına ya da yürütme organına verilir. Örneğin ülkemizde bu yetki Cumhurbaşkanına verilmiş olup bu süre altı ay ile sınırlandırılmıştır. Bununla beraber Olağanüstü halin varlık sebebi devam ediyorsa Cumhurbaşkanının talebi üzerine yasama organı tarafından bu süre dört aya kadar uzatılması istenebilir. (Gözler, 2011, s.395)

Olağanüstü yönetim usulünün yargı denetimi olup olamayacağı veya hangi organ tarafından denetim yapılacağı o ülkenin kendi anayasasında cevaplanmaktadır. Örneğin ülkemizde olağanüstü hal ilan etme yetkisi yürütme organındadır ve Cumhurbaşkanı tarafından Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile ilan edilir. Devamında hemen yasama organının onayına sunulur ve yasama organı hem süre hem de konu bakımından inceler ve eğer onaylarsa Olağanüstü yönetim usulü Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi olmaktan çıkıp Parlamento Kararı olur ve bu karar ülkemizde yargı denetimi dışında olduğu için yargı organı tarafından denetlenemez. (Gözler, 2011, s.398)

2- OLAĞANÜSTÜ YÖNETİM USULLERİNİN SONUÇLARI VE TEMEL HAK VE HÜRRİYETLERİN SINIRLANDIRILMASI

Olağanüstü hal ilanı ile birlikte, 1982 Anayasasına göre olağanüstü hal kanununa uygun olarak, temel hak ve hürriyetler kısmen veya tamamen askıya alınabilir, vatandaşlar için para, mal ve çalışma yükümlülükleri getirilebilir, yürütme organına kanuna dayanmadan ve kanun düzeyinde işlem yapma yetkisi verilebilir, savaş döneminde bazı suçları işleyenler askeri mahkemelerde yargılanabilir.

Olağanüstü halin bir başka önemli sonucu ise, Cumhurbaşkanının Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (CBK) ile olağan dönemde yalnızca sosyal ve ekonomik haklarla ilgili düzenleme yapabilirken Ohal döneminde ise Kişi hakları ve Ödevleri ve Siyasi Haklarda dahi düzenleme yapabilecek olmasıdır.

1982 Anayasası'nın 15. maddesi *"Savaş, seferberlik veya olağanüstü hallerde, milletlerarası hukuktan doğan yükümlülükler ihlal edilmemek kaydıyla, durumun gerektirdiği ölçüde temel hak ve hürriyetlerin kullanılması kısmen veya tamamen durdurulabilir veya bunlar için Anayasada öngörülen güvencelere aykırı tedbirler alınabilir."* temel hak ve hürriyetlerin kullanılmasının sınırlandırılabileceğini düzenlemiştir.

Olağan dönemlerde temel hak ve hürriyetler kanunla sınırlandırılabilirken, olağanüstü hallerin gerektirdiği daha ileri sınırlamalar ve olağan döneme aykırı tedbirler sadece Olağanüstü hal kanunu ile mümkün kılınabilir. Buna göre olağanüstü halin gerekli kıldığı alanlarda temel hakların sınırlandırılması, kısmen veya tamamen durdurulması ile Anayasa'daki güvencelere aykırı tedbirlerin alınması yürütme organının Olağanüstü dönemde Cumhurbaşkanı Kararnamesi ile düzenlemeler yapabilecektir. (Aktaş, 2017, s.17)

Özetle, olağanüstü hâllerde temel hak ve özgürlükler, olağan dönemlere nazaran çok daha fazla şekilde sınırlandırılmaya sebebiyet verse de Anayasa'nın 15'inci maddesi keyfi olarak bir yetki değil sınırları çizilmiş hukuki bir yetkidir. Olağanüstü hâllerde temel hak ve özgürlükler sınırlandırılırken milletlerarası hukuka uygun olma, ölçülülük ilkesi ve çekirdek alana

dokunmama kurallarına uygun ilan edilmesi gerektiği açıkça belirlenmiştir. Çekirdek alan denen haklar arasında yaşam hakkı, kişisel dokunulmazlık, din, vicdan, düşünce özgürlüğü gibi "çekirdek haklar" yer alır (Eren, Dönmez, 2023, s.133)

3- 06 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ İLE İLGİLİ OLAĞANÜSTÜ HAL İLANI: HUKUKİ VE MALİ YANSIMALARI

Doğal afet, büyük oranda veya tamamen insanların kontrolü dışında gerçekleşen, mal ve can kaybına neden olabilen, büyük ölçekli bir tehlike ve olay'dır. Ülkemizde 06 Şubat 2023 tarihinde merkez üssü Kahramanmaraş olan ve on farklı il de etkisini gösteren iki farklı olağanüstü büyüklükte deprem meydana gelmiş kayıtlara göre 50 bini aşkın insan hayatını kaybetmiştir. (Yıldırım, 2023, s.133-134)

Bahse konu doğal afet sonrasında Cumhurbaşkanı kararıyla ülkemiz tarihinde ilk defa doğal afetin sonucu olağanüstü hal ilan edilmiştir. Söz konusu Cumhurbaşkanı Kararı ile Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa illerini kapsayan doksan gün süre ile olağanüstü hal ilan edilmiştir. Daha sonra bu iller arasına yine Cumhurbaşkanı Kararı ile Elazığ ili de dahil edilmiştir. Söz konusu Cumhurbaşkanı Kararı Anayasa'nın 119. maddesinin emredici hükmü gereği TBMM'nin onayına tabi olduğu için geciktirilmeksizin Türkiye Büyük Millet Meclisine (TBMM) sunularak 9 Şubat 2023 tarihinde onaylanmıştır. (Akgün, 2023, s.1)

Kahramanmaraş depremleri sonucu ilan edilen olağanüstü hal ile birlikte yargıdan ekonomiye birçok alanda Cumhurbaşkanı Kararnamesi çıkarılmıştır. Öncelikle yargı alanında kişilerin hak kaybının önlenebilmesi açısından olağanüstü hal ilan edilen şehirlerde dava açma, icra takibi başlatma, başvuru, şikayet, itiraz, ihtar, bildirim, ibraz ve zamanaşımı süreleri, hak düşürücü süreler 6 Şubat'tan itibaren 6 Nisan'a kadar adli süreler dondurulmuştur. Ancak Cumhurbaşkanı ve Milletvekili seçimlerine ilişkin süreler istisna kapsamına alınmıştır. (Akgün, 2023, s.6)

Söz konusu Cumhurbaşkanı Kararnamesi ile olağanüstü hal ilen edilen illerde hırsızlık ve yağma suçları için gözaltı süresi 24 saatten 4 güne çıkarılmıştır. (Akgün, 2023, s.6)

Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından, Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremden etkilenen yerler için Adana, Adıyaman, Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa illerinde, mücbir sebep hali ilan edilmesi kararlaştırılmıştır. (https://www.gib.gov.tr/hazine-ve-maliye-bakanligi-tarafindan-kahramanmarasta-meydana-gelen-depremden-etkilenen-yerler-icin, 2023)

Ayrıca, 06 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremleri sonucunda depremlerin yol açtığı ekonomik kayıpların telafisi için ülke genelinde geçerli olmak üzere bir defaya mahsus ek motorlu taşıtlar vergisi getirilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışmada ülkemizde temel hak ve hürriyetlerin kullanılmasının durdurulması hangi şartlarda mümkün olabileceği idareye bu alanda verilen yetkilerin sınırı ve olağanüstü hal ilan edilse dahi hangi haklara dokunulamayacağı konusu incelenip Osmanlı Devletinden günümüze olağanüstü hal yönetimi incelenmiştir.

Tarihsel Anayasalarımız incelendiğinde Osmanlı Devletinin ilk Anayasası olan 1876 Kanuni Esasi de ilk olarak düzenleme alanı bulan Olağanüstü Hal yönetimi konusu, 1921 Anayasası'nın ivedi ve öncelikli konularda oluşturulduğu ve tarihimizin en yumuşak ve en kısa Anayasası olduğu için 1921 Anayasasında doğrudan düzenleme alanı bulamamıştır ancak o dönemde 1876 Kanuni Esasi Anayasası ile 1921 Anayasası birlikte yürürlükte olduğu için uygulamada Olağanüstü Hal yönetimi konusunda boşluk oluşmamıştır. Devamında 1924 Anayasa'sında doğrudan düzenlenen Olağanüstü Hal kavramı, sırasıyla 1961 ve 1982 Anayasalarında da düzenlenmiş ve halihazırda 1982 Anayasası'nın 119.maddesinde düzenlenmiş ve yürürlüktedir. Söz konusu 119.maddeye göre, Cumhurbaşkanı süresi en fazla altı ay olmak üzere Ohal ilan etme yetkisine sahiptir. Ohal ilanı kararı, verildiği gün Resmî Gazetede yayımlanır ve aynı gün Türkiye Büyük Millet Meclisinin onayına sunulur, Türkiye Büyük Millet Meclisi tatilde ise derhal toplantıya çağırılır, Meclis gerekli gördüğü takdirde olağanüstü halin süresini kısaltabilir, uzatabilir veya olağanüstü hali kaldırabilir.

Cumhurbaşkanı olağan dönemde Cumhurbaşkanlığı kararnamelerini Anayasımıza gore sadece Sosyal ve Ekonomik alanda çıkarabilirken Olağanüstü Hal ilan edildikten sonra Kişi HAkları ve Ödevleri, Ekonomik ve Sosyal haklarda ve Siyasi haklarda Olağanüstü halin gerekli kıldığı sebebe bağlı olarak her alanda Cumhurbaşkanı Kararnamesi çıkarabilir. Bahse konu Cumhurbaşkanı Kararnameleri kanun hükmündedir ve yargı denetimi dışındadır. Ancak Olağanüstü Hal dönemi dahi olsa Anayasada sayılan çekirdek haklara dokunulamaz.

Son olarak, 6 Şubat depremleri sebebiyle ülkemiz, dünya tarihinde eşine çok az rastlanacak bir doğal afetle karşı karşıya gelmiştir. Bu felaketin açtığı yaraları hızlıca sarabilmek için Cumhurbaşkanı kararıyla üç ay süreyle Ohal ilan edilmiş ve bu karar TBMM tarafından onaylanmıştır.

Bu çerçevede, Kahramanmaraş depremleri sonucunda ilan edilen Olağanüstü Hal Kararnameleri ile, yargı alanında gözaltı süreleri 4 güne kadar çıkarılmış ve mali alanda mücbir sebep ilan edilmiştir.

Görüldüğü üzere olağanüstü durumlarda kamu düzenin ciddi şekilde bozulması ile birlikte devletin düzeni tekrar sağlayabilmesi için yürütme organına kaynağını Anayasadan alan bir olağanüstü bir yetki verilmiş olup bu yetki sürekli kullanılması için değil ülkede durumu olağan

kamu düzenine getirilince olağanüstü halin kaldırılması ve yürürlükte bulunan kanunlara uygun olarak yönetilmesi gerekmektedir. Söz konusu bu olağanüstü hal yetkisi devletin devamlılığı ve kamu yararı için önemli ve gerekli bir yetkidir.

KAYNAKÇA

Aktaş, D. Ş. (2017), "Olağanüstü Hâl Dönemi Kanun Hükmünde Kararnamelerinin Yargısal Denetimi Üzerine" cilt 23 sayı 1,13, Marmara üniversitesi hukuk fakültesi hukuk araştırma dergisi, İstanbul.

Akgün, M. H. (2023) "6 Şubat Depremleri Sonrasında Ohal İlanı Ve Sonuçları" Sayı 357.

Dönmez, G.&, Eren, S. S. (2023), "1982 Anayasası Açısından, Olağan ve Olağanüstü Hâl Dönemlerinde Seyahat Özgürlüğünün Sınırlanması Üzerine Bir Değerlendirme", Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi, Cilt 2023 34, Sayı 3: 123 – 138.

Esen, S. (2008), Karşılaştırmalı Hukukta ve Türkiye'de Olağanüstü Hal Rejimi, Adalet Yayınevi, Ankara.

Fendoğlu, H. T. (2002), "Modernleşme Bağlamında Osmanlı-Amerika İlişkileri", Beyan Yayınları, İstanbul.

Gözler, K. (2011), "Anayasa hukukunun genel teorisi", cilt 2, Ekin Basım Yayın Dağıtım Bursa.

İbrahim A. (2022) "Hak ve Hürriyetler Bakımından Osmanlı Anayasal Belgelerinin Irak 1925 Kanun-i Esasiyeye Tesiri", 1. Uluslararası Irakta Osmanlı İzleri , (pp. 39-56), Karabük.

İbrahim A. (2021) "Modern Toplumda Hukuk Devleti: Siyasal Meşrulaştırma Aracı", Yıl 2021, Cilt: 23 Sayı: 1, 233 - 256, 24.05.2021,Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi.

İbrahim A. (2022) "İnsan Hakları Teorisi Uyarınca Eski Ve Yeni Ahitte Düzenlenen Ortak Haklar", Ankara/Türkiye, Adalet yayınevi.

İbrahim A. (2024) "Internatıonal Yedıtepe Scıentıfic Research Congress 7-8 September Istanbul, Türkiye 2024" , (pp. 45-59), İstanbul, Türkiye, (Eylül 2024).

Kaboğlu, T. (1994), "Devlet Güvenlik Mahkemelerinde Uygulanan Yargılama Usulünün Genel Yargılama Usulünden Farkları", Ankara Üniversitesi Sbf Dergisi, c.49, s.03.

Yıldırım, S. (2023), "6 Şubat Kahramanmaraş Depreminin Psikososyal Etkisi ve Depremzedelere Yönelik Sürdürülebilir Müdahalenin Önemi Üzerine Bir Gözlem Araştırması" Yıl 7, Sayı 24, 133 – 153.

Yiğit, S. (2021), "Geçmişten Günümüze Türkiye'de Olağanüstü Yönetim Usulleri ve Kamu Yönetimine Yansımaları", Anlambilim MTÜ Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, Yıl: 2021, Cilt: 1, Sayı: 1, ss. 14-32.

(https://www.gib.gov.tr/hazine-ve-maliye-bakanligi-tarafindan-kahramanmarasta-meydana-gelen-depremden-etkilenen-yerler-icin, 2023)

TÜRK YARGI KARARININ SURİYE MAHKEMELERİ ÖNÜNDE TANINMA YÖNTEMİ

Hakan ÇEBİ
Kocaeli University, Faculty of Law, 41380 İzmit, Kocaeli
Monther ALHOSHAN
Kocaeli University, Faculty of Law, 41380 İzmit, Kocaeli
ORCID: 0000-0002-4573-9015

ÖZET

Araştırma, yabancı bir yargı kararının tanımını ve diğer ülkelerde uygulanmasının koşullarını, özellikle Suriye ve Türkiye arasındaki ilişkiye odaklanarak ele almaktadır. Yabancı karar, yargıçların veya tarafların uyruğuna bakılmaksızın ulusal olmayan bir mahkeme tarafından verilen karar olarak tanımlanır. Yabancı kararlar, uluslararası anlaşmalara veya ulusal yasalar tarafından belirlenen genel koşullara göre ele alınır. İlk olarak, araştırma, yabancı kararı, devletin topraklarında verilmiş olsa bile ulusal olmayan bir mahkeme tarafından verilen karar olarak tanımlar. İkinci olarak, yabancı kararın uygulanmasının koşullarına değinir; bu koşullar, karşılıklılık ilkesini içerir, yani yabancı devletin yerel devletin kararlarını tanıması gerekir. Ayrıca, kararın uygulanacağı devletin kamu düzeni veya ahlakıyla çelişmemesi ve kararların, kaynak devletin yasalarına göre yetkili bir mahkeme tarafından verilmiş olması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, kararın verilmesinde izlenen prosedürlerin usulüne uygun ve yasal olması ve kararın kesin ve temyiz edilemez olması gereklidir. Suriye ve Türkiye arasındaki yargı iş birliği konusunda ise araştırma, iki ülke arasında kapsamlı bir yargı iş birliği anlaşmasının bulunmamasının, özellikle medeni davalarda karşılıklı yargı kararlarının uygulanmasını zorlaştırdığını belirtmektedir. Türkiye'den çıkan kararların Suriye'de uygulanması söz konusu olduğunda, Suriye'de yabancı kararların uygulanmasına ilişkin genel koşullara tabi olunur; bu koşullar arasında kamu düzenine uygunluk ve mahkemenin yetkisi gibi unsurlar yer alır. Son olarak, araştırma, yabancı kararların uygulanmasında karşılaşılan zorluklara değinmektedir. Bu zorluklar arasında kapsamlı ikili anlaşmaların bulunmaması, hukuk sistemlerindeki farklılıklar ve ulusal egemenliğin gözetilmesi gerekliliği yer almaktadır. Yabancı yargı kararlarının uygulanması, devletlerin hukuk sistemleri arasında uyum gerektiren ve karşılıklılık ilkesi ile kamu düzenine uygunluğun gözetilmesini gerektiren karmaşık bir süreçtir. Suriye ve Türkiye özelinde, kapsamlı yargı iş birliği anlaşmalarının bulunmaması, karşılıklı kararların uygulanmasında önemli bir engel teşkil etmekte ve iki ülke arasında hukuki iş birliğinin güçlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yabancı yargı kararı, kamu düzeni, yargı iş birliği, mahkemenin yetkisi.

ABSTRACT

The research addresses the definition of a foreign judicial decision and the conditions for its enforcement in other countries, with a focus on the relationship between Syria and Turkey. A foreign decision is defined as a decision issued by a non-national court, regardless of the nationality of the judges or the parties to the dispute. Foreign decisions are handled in accordance with international agreements or general conditions specified by national laws. Firstly, the research defines a foreign decision as a decision issued by a non-national court, even if it is issued within the territory of the state. Secondly, it refers to the conditions for enforcing a foreign decision, which include the principle of reciprocity, meaning that the foreign state must recognize the decisions of the local state. Additionally, the decision must not conflict with public order or morals in the enforcing state, and the decisions must be issued by a competent court in accordance with the laws of the issuing state. Furthermore, the procedures followed in issuing the decision must be sound and lawful, and the decision must be final and non-appealable. Regarding judicial cooperation between Syria and Turkey, the research explains that the absence of a comprehensive judicial cooperation agreement between the two countries complicates the enforcement of mutual judicial decisions, particularly in civil cases. As for the enforcement of Turkish decisions in Syria, they are subject to the general conditions for enforcing foreign decisions in Syria, including adherence to public order and the jurisdiction of the court. Finally, the research points out the challenges facing the enforcement of foreign decisions, which include the lack of comprehensive bilateral agreements, differences in legal systems, and the need to respect national sovereignty. The enforcement of foreign judicial decisions is considered a complex process that requires alignment between the legal systems of countries, adherence to the principle of reciprocity, and compliance with public order. In the case of Syria and Turkey, the absence of comprehensive judicial cooperation agreements is a major obstacle to the enforcement of mutual decisions, necessitating the strengthening of legal cooperation between the two countries.

Keywords: Foreign judicial decision, public order, judicial cooperation, jurisdiction of the court.

GİRİŞ

Bilimsel ve medeni gelişme ve uluslararası işlemlere duyulan ihtiyaç, başta sosyal ve ekonomik olmak üzere çeşitli alanlarda uluslararası ilişkilerin yeniden canlanmasına neden oldu. Farklı ülkelere ait kişi ve kurumlar arasındaki ticari ve sosyal ilişkilerin genişlemesine ve örtüşmesine sebep oldu. Bireylerin seyahat özgürlüğü, ilişkilerinin bir devletin sınırlarının ötesine taşacak şekilde gelişmesine yol açtı. Bu nedenle, yabancı ülkeden bireyler ile bağlar ve karşılıklı

çıkarlar kurulmuştur. Öte yandan, yabancı yatırım, ulusal ticari ve ekonomik kuruluşlar ile bunların yabancı ülkelerdeki benzerleri arasındaki ilişkilerin geliştirilmesi ve canlandırılması alanında önemli ve olumlu bir rol oynamıştır.

Ancak bu ilişkiler, kişilerin arasında çıkabilecek bazı ihtilaflara da yol açmış ve bu ihtilafları mahkemelere taşımalarına neden olmuş. Bildiğimiz gibi ulusal yargı, aynı ülkede uygulanacağı ve devletin egemenliği adına çıkarılacağı için uygulanmasında herhangi bir zorluk çıkmaz, ancak bireylerin lehine verilen kararların eğer bu kararların verildiği ülke dışında uygulanarak haklarını yargı yoluyla yerine getirmek istediklerinde, iş karmaşık bir hal alır. Bu bağlamda, günümüzde fazla ilgi gören, yabancı kararların uygulanması konusu gündeme getirilmektedir. Eski çağlarda yabancı hükümlerin uygulamasını reddediliyordu. Örneği; İslamiyet erken dönemlerinde, Müslüman kadılar, Daru'l-İslam mahkemeleri tarafından verilmedikçe, yargı kararını tanımaz ve uygulamaz. Roma döneminde yabancı yargı kararları, kilise çatısı altında ve Hıristiyan birliğinin sağlamak şartıyla dar bir alanda uygulanıyordu (Al- dawoodi, 2001).

Yabancı mahkeme kararlarının infazı konusu, uluslararası özel hukukun en önemli konularından biridir. Örneğin; Suriye Arap Cumhuriyeti gibi ülkeler, halkı tüm dünyaya yayılmış durumunda, resmi istatistiklere göre özel olarak Türkiye'de 3.100.000'den fazla Suriyelinin bulunduğu bir ülkedir. Böyle durum, esnek bir yargı sisteminin ve karşılıklı yargı kararlarının uygulanması alanında iş birliğine yönelik anlaşmaların varlığını zorunlu kılmaktadır (Mülteci Derneği, 2022). Burada belirtmek gerekir ki, bu çalışmanın hazırlanması sırasında karşılaştığımız bazı güçlükler, Türk yargı kararlarının Suriye'de uygulanmasına ilişkin çalışma kıtlığı kendini göstermektedir. Ayrıca, yabancı mahkeme kararlarının infazı ve bununla ilgili sorunlar konusunda hukuki araştırmalar azdır. Ayrıca, yabancı kararların uygulanmasına ilişkin kuralların dağılması birlikte işi daha da zorlaştı.

Araştırma kapsamında, tüm bu anlatılanlardan hareketle, Türk yargı kararının Suriye Arap Cumhuriyeti'nde tanınması ve uygulanması için taşıyabileceği özellikler ne olabilir?

Bu soru altında birkaç alt soru yer almaktadır ve bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Türk mahkemesinin verdiği karar Suriye mahkemelerinde uygulanabilir mi?
- Türk yargı kararının Suriye'de uygulanabilir ise, şartsız mı uygulanır, yoksa bu kararın Suriye mahkemeleri nezdinde uygulanması için bir dizi koşulun ve şartın yerine getirilmesi mi gerekir?
- Suriye yasaları uluslararası anlaşmalarla ne ölçüde uyumlu?
- Kararı veren Türkiye Cumhuriyeti hukuku ile kararı uygulamak üzere Suriye Cumhuriyeti hukuku arasında çelişki olması durumunda iki yasadan hangisine başvurulmalıdır?

Cevapların alınabilmesi için hukuk metinlerinin analitik yöntemi kullanılarak yabancı yargı hükmünün tanımından başlayarak konunun çeşitli açılardan incelenmesi gerekmektedir.

1.YABANCI MAHKEME KARARININ TANIMI

Yabancı bir karar, ihtisas ve yetkili ulusal olmayan bir mahkeme tarafından verilen bir karar olarak tanımlanır. Uyuşmazlığı karara bağlayan yargıçların uyruğuna veya uyuşmazlıktaki davacıların uyruğuna veya kararın verildiği ülkeye bakılmaksızın devletin egemenliği adına çıkarılır (Al-dawoodi, 2001). Örneğin, Lahey'deki Uluslararası Adalet Mahkemesi'nin verdiği karar, Uluslararası Adalet Mahkemesi'nin egemenliği adına çıkarıldığı için, Hollanda'nın egemenliği adına değil ve Adalet mahkemesi ulusal bir karar vermesine rağmen, kararı veren hakimler Hollanda topraklarında olsa bile, bu karar Hollanda'ya yabancı kabul edilmektedir.

Kararı veren yargıçlar yabancı olsalar bile, kararın infaz edileceği ülke içinde verildiği sürece, karar ulusal kabul edilir. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri birkaç eyaletten oluşmaktadır, dolayısıyla bu eyaletlerden birinin verdiği karar, merkez birliği oluşturan diğer eyaletlere yabancı sayılır. Merkez Birliği'ne bağlı eyaletlerin her biri karar özgürlüğü sahip olduğundan ve her birinin kendi anayasası, hükümeti ve parlamentosu vardır. Yasama meclisi tarafından çıkarılan kanunları uygulayan özel bir yargı sistemi da vardır. Ancak devletin bir kısmının çıkarılıp başka bir devlete ilhak edilmesinde, ilhak tarihi, kararın yabancı mı yoksa milli mi olduğunu belirler. İlhak tarihinden önce yabancı ülke tarafından verilmişse yabancı bir şekilde verilmiş sayılır, o zaman o karar yabancı bir karardır (Al-dawoodi, 2001).

Türk Milletlerarası Özel Hukuk ve Usul Hukuku Kanunu'nun 50. maddesi yabancı mahkeme kararlarını şu şekilde tanımlamaktadır: Milletlerarası Özel Hukuk ve Usul Hukuku Kanunu (MÖHUK) 50. maddesinde “Yabancı mahkemelerinden hukuk davalarına ilişkin olarak verilmiş ve o devlet kanunlarına göre kesinleşmiş bulunan ilâmların Türkiye'de icra olunabilmesi yetkili Türk mahkemesi tarafından tenfiz kararı verilmesine bağlıdır.” Şeklinde giyilirken, 58. madde “Yabancı mahkeme ilamının kesin delil veya kesin hüküm olarak kabul edilebilmesi için yabancı ilamın tenfiz şartlarını getirdiğinin mahkemece tespitine bağlıdır.” hükmünde ifade edilmiştir. Yabancı mahkeme kararının onanabilmesi için davacının yetkili mahkemeye yaptığı talebe istinaden bu kararın yetkili bir yargı mercii tarafından ilke ve hukuka uygun olarak verilmiş olması gerekir (Önal, 2017).

Karar, bir hâkim yönetmesi altında bir mahkeme tarafından verilmiş olması gerekli değildir, karar, yasa veya anayasa tarafından yetkilendirilmiş kişi veya kuruluş tarafından verilebilir. Örneğin, Danimarka anayasası, krala eşler arasında boşanma kararı verme yetkisi veriyor. New York mahkemeleri daha önce Danimarka Kralı Sura Nesson tarafından 1942'de verilen bu tür bir kararı uygulama yetkisi tanımıştı. Yargı kararı dini bir makam tarafından da verilebilir.

Boşama kararını Yahudilerin Hahamları vermekte yetkililerdir. Ayrıca, ticari ve hukuk davalarında özel bir hakem heyeti tarafından yargı kararı verilebilir (Salameh, 2019).

Bir yargı kararının icra edilebilmesi için iki önemli koşulun sağlaması gerekir:

- Hüküm, yani hükmün kuvvetini, kesinlik derecesini kazanmış olması.
- Hüküm, uygulama gücü kazanmış olması, yani yürütebilir hale gelmesi.

2.ÜLKELERİN YABANCI YARGI KARARINI TANIMAYA, KABUL ETMEYE VE UYGULANMASINI NE ÖLÇÜDE YÜKÜMLÜDÜR

Yabancı kararlarının uygulanması, egemenlik ve bağımsızlık ilkesine uygun olarak sadece yabancı ülke dahilinde uygulanır. Diğer ülkeler ile uluslararası anlaşmalar bulunmadığı müddetçe, verilen herhangi bir emir veya mahkeme kararı ancak aynı ülkede geçerli olup, verdiği ülke dışında tenfiz edilemez. Yabancı bir yargı kararının uygulaması, kararın verildiği ülkeden başka bir ülkede tatbik edilmesi ve davalıyı davacıya emredileni yapmaya yerine getirmek demektir. Devlet, uluslararası bir antlaşma veya anlaşma olmadıkça, yabancı hükmün infazını kabul etmek zorunda değildir.

Türkiye Cumhuriyeti ile Suriye Cumhuriyeti arasında özellikle 2011 yılından sonra sosyal ve ekonomik alanlarda farklılaşan ilişkiler nedeniyle, Türk yargı organları tarafından verilen yargı kararlarının Suriye yargı organları tarafından ne ölçüde tanınıp uygulanabileceğinin araştırılması gerekli hale gelmiştir. Dolayısıyla bu araştırma iki bölümde olmak üzere ele alınacaktır, birincisi ise ülkelerin yabancı yargı kararlarını tanımasında tutumları ve diğeri ise yabancı yargı kararının uygulanmasını kabul etme koşulları.

2.1. Yabancı Mahkeme Kararlarının Tanınmasına İlişkin Devletlerin Tutumu

Geçmişte ve Roma döneminde, yargı kararlarına adli İş birliği nedeniyle değil, Hıristiyan birliği ve kilise kararlarına teslim olma nedeniyle saygı duyulurdu. İslam'daki Hâkim, yabancı karar Daru'l İslam mahkemeleri tarafından verilmedikçe onu tanınmayıp uygulamıyordu.

Şimdiki zamana gelince, mesele farklı yabancı yargı kararlarının uygulanması için uluslararası bir anlaşma olmadıkça, devletin mahkemeleri dışında verilen yargı kararlarını uygulamakla yükümlü olmadığına inananlar var. Ancak bu görüş katı olmaya dayandığı ve kamu yararına olmadığı için eleştirilmiştir, çünkü yabancı yargı kararlarının ağırlığını hafifleterek hak sahibinin hakkını elde edememeye, toplumda ve milletler arasındaki ilişkilerde kargaşaya ve adaletin ihlali edenlerin kaçabilmelerine yol açar (Al-dawoodi, Ghalib, 2021).

Yabancı bir ülke mahkemesi tarafından verilen kararın, yürütme yetkisinin tanınması temelinde diğer ülkelerde verilen karar yetkisine sahip olduğunu düşünen bir görüş daha

vardır. Biz ikinci görüşü destekliyoruz, çünkü aksini söylemek hak sahiplerinin hakkının tüketilmesine ve dolayısıyla adaletin inkârına yol açar. Gerçekliğe gelince, bütün dünya ülkeleri izole edilmiş, içe dönük ve kendilerine kapalı kalmaktansa, onları düzenleyen ilişkilerin iç içe geçmesi ve devlet üyeleri arasındaki ilişkilerin gelişmesi yanında siyasi, sosyal ve ekonomik hayatın gelişmesi nedeniyle yabancı yargı kararlarını tanımakta ve onunla ilgili kanunlar koymaktadır. Bu tür mevzuatların örneği, 1983 Adli İş birliği Riyad Anlaşması ve 1958 New York Sözleşmesi… vb.

Ekonomik, sosyal, tarihi ve siyasi hayatın çeşitli sektörlerine iki ülke arasındaki büyük ortakları nedeniyle aralarında Türkiye ve Suriye'nin de bulunduğu birçok ülke adli iş birliğine yönelik ikili anlaşmalar yapmak için çalıştı. Buna göre, iki ülke, 01 Nisan 1982 tarih ve 7 sayılı Suçluların İadesi Kanunu'nun imzalanması yoluyla adli iş birliği ve yabancı mahkeme kararlarının tanınması dahil olmak üzere çeşitli alanlarda iş birliğini pekiştirmek için çalıştı (Yasal gazete, 2013).

Bu anlaşmanın ceza yargılaması ve suçluların iadesine ilişkin davaları düzenlemesi açısından büyük önemine sahip olmasına rağmen, sivil hukuk davaları olan geniş bir yönü göz ardı etmiştir. Suriye hükümeti, 27.04.1970 tarihinde Suriye ile Almanya arasında imzalanan adli iş birliği anlaşması da dahil olmak üzere çeşitli ülkelerle hukuki ve cezai alanlarda adli iş birliğine yönelik çeşitli anlaşmalar imzalamış olmasına rağmen Türkiye ile anlaşmada sivil hukuk davaları dahil edilmemiştir. Buna göre, bu anlaşma sivil hukuk davalarındaki sorunları çözmekte yetersizdir.

2.2. Yabancı Mahkeme Kararının Uygulanmasını Kabul Etme Şekilleri

Yabancı yargı kararlarının uygulanması konusunda hukukçuların görüşleri farklılık göstermektedir. Yabancı mahkemeler tarafından verilen yargı kararlarının uygulanmasını zorunlu kılan etkili bir uluslararası anlaşma olmadıkça, yabancı yargı kararlarını kabul etmeyen ülkeler bulunmaktadır. Kuzey Avrupa ülkeleri ve Hollanda gibi ülkeler. Yabancı yargı kararlarını içeriğini inceledikten sonra tanıyan ülkeler de vardır ve buna inceleme yöntemi denir; burada yabancı kararı uygulamakla görevli yargıç, kararı veren yargıcın yaklaşımının doğruluğundan emin olmak için kararın konusunu inceler, anlaşmazlığı uygun bir şekilde çözdüğünden emin olur. Bu şekilde yabancı hükmü uygulamakla yükümlü hâkime yabancı hükmü dilediği gibi değiştirme yetkisi vermektedir.

Başka ülkeler de yabancı kararın uygulanmak üzere, uygulayacak mahkeme yabancı kararın davanın delili olarak sunulmasıyla birlikte yeni bir dava açılmasını talep ediyor. Amerika ve İngiltere gibi Anglo-Sakson ülkeleri bu sistemi uygun bulmuştur. Diğer ülkeler ise yabancı yargı kararlarını, yabancı kararı uygulamakla yükümlü olan yargıcın,

içeriği incelemeden yasanın gerektirdiği koşulların sağlanıp sağlanmadığını kontrol ederek uygular. Buna izleme veya denetleme yöntemi denir ve bu sistem Suriye, Ürdün, İtalya ve Türkiye tarafından uygulanmıştır. Bu sistemde, yabancı mahkeme kararını uygulamakla yükümlü hâkime, şartlar oluşmadığı sürece kendisine yapılan talebi reddetme yetkisi vermektedir (Al-dawoodi, Ghalib, 2021).

2007 tarihli 5718 sayılı Türk İcra Kanunu'nun 54. maddesinde ve 2016 tarihli 1 sayılı Suriye Hukuk Muhakemeleri Kanunu'nun 310. maddesinde öngörülen budur. Yabancı kararını uygulayan mahkeme, kararın yetkili bir yabancı mahkeme tarafından verildiği sürece, kararın dayandığı delilleri inceleyemez.

3.TÜRK YARGI KARARININ TANINMASI İÇİN KOŞULLAR

Yargı kararı bir Türk mahkemesi tarafından verildiğinde Suriye Cumhuriyeti'nde kararın hükmünü kazanmaz, Türk yargı kararının etkileri tanınmaz. Ancak, Türk yargı kararının tanınması ve uygulaması için bir dizi gerekli koşulun karşılanması gerekir.

Daha önce de açıkladığımız gibi, Türkiye ile Suriye arasında özel adli konularda iş birliğine yönelik uluslararası bir anlaşma bulunmamaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de verilen yargı kararlarının Suriye yargısı tarafından tanınması ve uygulanması için genel koşullara tabi olması gerekiyordu. Buna göre bu bölümde iki tür şartı ele alacağız: Devletin egemenliğini korumayı amaçlayan şartlar. Ayracı yargı kararının tanınması için objektif koşullar.

3.1. Devletin Egemenliğini Korumaya Yönelik Koşullar

Türk yargı kararlarının tanınması için yerine getirilmesi gereken bir dizi koşul vardır, bunlar aşağıdaki gibidir:

3.1.1.Kararı Veren Mahkemesi Türkiye Cumhuriyeti ile Hükmün İnfazını Üstlenen Suriye Cumhuriyeti Arasında Mütekabiliyet İlkesinin Sağlanması

Mütekabiliyet şartı, Suriye Hukuk Muhakemeleri Kanunu'nun 308/1 maddesinde düzenlenmiştir. Yanı sıra Türk Uygulama Kanunu'nun 54/1. Ayrıca bu koşul, Suriye ile Türkiye arasında yürürlükte olan uluslararası bir anlaşmanın bulunmaması nedeniyle Türk yargı kararının uygulanmasına yönelik başvuruyu inceleyen mahkemenin ele aldığı ilk koşuldur (Meknes, 2018). Buna göre, kararı veren mahkeme Suriye yargısı tarafından verilen kararların uygulanmasını kabul etmedikçe, Suriyeli yargıç bir Türk mahkemesinin verdiği kararın uygulanmasını kabul etmemektedir.

Mütekabiliyet zorunlu kılma amacı, ülkeleri birbirlerinin mahkemeleri tarafından verilen yargı kararlarını tanımaya zorlamaktır. Ayracı kendi topraklarında yabancı kararın uygulanması sağlamaktadır ((Meknes, 2018). Daha önce de belirttiğimiz gibi, 1 Nisan

1982 tarihli ve 7 sayılı Kanun'un imzalanması, iki ülke mahkemeleri nezdinde cezai yargı kararlarının sivil hukuk kararların olmaksızın tanınmasına olanak sağlamıştır.

Özel yargı konuları alanında anlaşma bulunmamasının yargı kararlarının genel şartlara uygun olarak uygulanmasına engel teşkil etmediğini dikkate değer. Hukuk Usulü Muhakemeleri Kanunu'nun 313. maddesine göre, "Yukarıdaki kuralların uygulanması, bu konuda Suriye ile diğer ülkeler arasında akdedilen ve akdedilen antlaşmaların hükümlerine halel getirmez." Bu metni ile bunu onaylanmıştır.

3.1.2.Türk Yargısının Kamu Düzenini ve Ahlakını Bozmamak

Suriye kanun koyucusu, Medeni Kanun'un 30. maddesinde, bir Türk mahkemesi tarafından verilen bir kararın uygulanması için, bu kararın Suriye'de kamu düzeni ve ahlakına aykırılık içermediğini olmasıdır. Çünkü Türk yargı kararını tanımak, içeriğini tanımak demektir. Bu içerik Suriye'de kamu düzenine veya ahlaka aykırı olunca o zaman ulusal mahkemelere saygı göstermek tercih edilir ve yabancı kararın geçersiz sayılır (Suriye Medeni Kanunu, 1949). Örneğin, bir Türk mahkemesi tarafından bir karar verilmişse ve bu karar hükümlünün yasal evlilik yapmamış bir kadına nafaka ödemesini gerektiriyorsa. O halde Suriye'deki düzene ve ahlaka aykırı olduğu için böyle bir kararın içeriğinin uygulanması düşünülemez.

Ancak bu konuda ortaya çıkan sorun, Türk mahkemesinin verdiği kararın kısmen kamu düzenine aykırı olup diğer bölümünde kamu düzenine aykırı olmamasıdır. Örneğin; Türk yargısında mahkûma para ödemeye cezası veriliyor ancak borcun yarısı faizsiz, diğer yarısı ise faizli olmak üzere Suriye'deki düzenine kısmen aykırı sayılır.

Suriyeli yasa koyucular böyle durumları tartışmadı. Ancak, kamu düzenine aykırı olan kısım ile kamu düzenine aykırı olmayan kısım arasında ayrım yapmak mümkün olmak kaydıyla, hükmün kısmen uygulanması destekliyoruz. Ancak ayrım yapmak mümkün değilse, kararın tamamını uygulanmasını reddedilir. Son olarak, hükmü uygulamakla yükümlü olan devlet, hükmün kamu düzenine ve ahlaka aykırı olup olmadığına karar verme yetkisine sahip olan devlettir. Kamu düzenine aykırılık esnek bir kavramdır ve yerden yere değiştiği gibi zaman zaman değişir.

Türk hükmünün uygulama formülü ile örtülmesi talebini değerlendiren Asliye Mahkemesi, kamu düzeni ve ahlak kavramında neyin etik olduğu konusundaki değerlendirmesinde de Yargıtay'ın denetimine tabidir (Kahil, 2020).

3.1.3.Özel Hukuka İlişkin Bir İhtilafta Yargı Kararı Verilmesi

Suriye'de uygulamak istediği Türk yargı kararı, özel hukuka ilişkin bir uyuşmazlıkta Türk mahkemesi tarafından verilmesi şarttır. Bu, Suriye Medeni Usul Kanunu tarafından

onaylanmıştır. Bu hükmün "Yabancı Hükümlerin İnfazı" yabancı sayılabilmesi için hukuki, ticari veya şahsi konularda verilmiş olması gerekir.[3]

Buna göre, aşağıdaki konularda Türk yargı kararlarının uygulanması kabul edilemez:

- Yabancı ülke düzenin ihlali ile ilgili verilen hükümler Suriye Cumhuriyetinde infaz kabiliyeti taşımaz, bu kararlara izin veren uluslararası bir anlaşma olmaksızın kabul edilemez. Adaletin sağlanamamasına ve suçluların kaçışına sebep olabilecek herhangi bir hukuki boşluk oluşmaması amacıyla ceza-yargı iş birliği anlaşması imzalanmıştır. Kişilik hakları konusunda verilen ceza kararları ise hukuk hükmünde sayılır ve diğer ülkede infaz edilebilir.
- Devletin idare hukukuna ilişkin olması nedeniyle idari davalarda verilen kararlar. Bunlar sivil konulara ilişkin olmadığı sürece, hükmü veren devletin toprakları dışında herhangi bir etkiye sahip değildir.
- Mali konularda (vergi ve harçlar...) verilen kararlar.
- Adalet olmasına yönelik olarak hukuk veya ticaret mahkemelerince verilen para cezalarında verilen hükümler.

Böylece Suriyeli yasa koyucu, Türk yargı kararının tanınma kapsamını daraltmıştır. Aynı zamanda, yabancı mahkeme kararlarının tanınmasını milletlerarası özel hukuk alanıyla sınırlayan 50. Madde uyarınca Türk Uygulama Kanunu için de geçerlidir (Önal, 2017). Hükmün medeni olup olmadığının tespiti, infaz emri vermekle yükümlü olan hâkimin hukukuna bağlı bir meseledir. Kanaatimce bu konu tekrar değerlendirilmesi gereklidir çünkü Türk yargı kararları da dahil olmak üzere yabancı kararların uygulanması konusu uluslararası özel hukuk meselelerinden biridir. Bu nedenle, Türk yargı uyuşmazlıklarda özel hukuka ilişkin bir karar verilmesi gerekir.

Kararın özel hukuka mı yoksa kamu hukukuna mı ilişkin olduğunun belirlenen, kararı veren taraf ne olursa olsun, hakkında karar verilen uyuşmazlığın niteliğidir.

3.2. Türk Yargı Kararının Tanınmasına Yönelik Koşullar

Türk yargısının kararının Suriye'de uygulanabilmesi için yukarıda belirtilen şartların yerine getirilmesi yeterli olmamakla birlikte, kararın hukuka uygunluğunun izlenmesi gerekmektedir. Yargı kararı yetkili bir mahkeme tarafından verilmiş olması gibi, yargı kararının verildiği usullerin kanuna uygun ve sağlam olması, mahkemece verilen kararın Türkiye'de verilmiş bir

[3] Abdul Hadi, Abbas. Arap Ansiklopedisi, Hükümlerin Uygulanması. https://arabency.com.sy/ency/details/2440/7

karar hükmünde olması gerekir, ayracı karar verilirken yasanın dışına çıkılmaması gerekir. Bu koşulları biraz detaylı olarak üç ayrı konu üzerinden ele alacağız:

3.2.1. Türk Yargı Kararının Yetkili Bir Mahkeme Tarafından Verilmesi

Her ülkenin kendi yargı bölümlerini ve bunların dağılımını belirlediği gibi, Suriye Hukuk Muhakemeleri Kanunu'nun 310/1. maddesi, Suriye'de infaz edilmesi gereken kararı veren Türk mahkemesinin görev bakımından yetkili olduğunu öngörmüştür.[4] Suriye yargısı, dini bir makam veya kilise tarafından verilmiş bir karar olsa bile bu makamın Türk yargısında yetkili olduğu sürece kararını tanır (Meknes, 2018).

3.2.2. Kararın Verilmesinde İzlenen Usullerin Sağlam ve Kurallara Uygun Olması

Hukuk Usulü Muhakemeleri Kanunu'nun 310. maddesi bu koşulu öngörmektedir. Bu koşul, davacıların davada hazır bulunmaları ve uygun şekilde temsil edilmeleri için çağrıldıkları anlamına gelir. Türk yargı kararının geçerliliği için, hükümlünün kararı veren mahkemenin görev alanına giren bir ilçede ikamet etmesi ya da o alanın içindeki işiyle uğraşması yeterli değildir. Bunun yerine, hükümlünün mahkemeye kendi iradesiyle katılabilmesi veya kararı veren mahkemeden bir çağrı aldığının kendisine bildirilmesi gerekir.

Suriyeli kanun koyucunun bu şartla amacı, infazı istenen hükmün yasal olmayan bir şekilde elde edilmemiş olması gerektiğidir. Ayrıca savunma hakkına saygı gösterilmesi, çünkü hükümlüye davanın bildirilmemesi ve savunma yapmasına izin verilmemesi adaletin kabul etmediği bir şeydir. Ayrıca, her zaman usullerin her geçersizliği hükmün geçersizliğine yol açmaz, Böylece, geçersiz bir usul uygulandığında, hükmün veya infazın doğruluğunu etkilemediği sürece hâkimin infaz kararı verilen hükmün reddetmesi yasaktır (Meknes, 2018).

Ürdün Yargıtayının yabancı mahkeme kararlarının Ürdün'de infazına ilişkin kararlarından birinde, "Davalının, yabancı mahkeme kararını uygularken, meskeni meçhul olmadığına dair ek delilleri kabul etmesi talebi reddedilmiştir çünkü Kararı veren Bağdat mahkemesi tarafından ikamet yeri bilinmediği sürece, Irak Usul Kanunu uyarınca gerçekleştirilen Tebligat prosedürleri doğru bir şekilde yapılmıştır (Al-dawoodi, 2001).

Tebligatın usulüne uygun yapılıp yapılmadığı hususunda hükmü veren mahkemenin hukukuna göre incelenir. Suriye Medeni Kanunu'nun 23. Maddesinde bunu öngörülmüştür, çünkü her ülkedeki hâkim yetkisini kanundan alır ve tebligat usulü ona

[4] Hukuk yargılaması ilkelerinin 310. maddesinin birinci fıkrası: “Kararın, verildiği ülke hukukuna göre yetkili bir yargı organı tarafından verilmiş olduğunun ve verildiği ülke hukukuna göre verildiğinin doğrulanması dışında, infaza hükmedilmesi caiz değildir. o kanuna göre karar verilen davanın gücünü kazanmıştır.”

göre yapılır, kendi hukukundan başka bir devletin hukukunu tatbik etme zorunluluğu getirilmez. Tebligat geçerliliğinin veya geçersizliğinin ispatı ile ilgili olarak, tüm yasal yöntemlerle ispat edilebilir. Kararın kendisinde delil olabilir ve yeni delil sunulmasında bir sakınca yoktur. Tebligat gerçekliğini kanıtlama yükü ve onun onaylamasını hükümlüye aitir (Meknes, 2018).

3.2.3. Türk Yargı Kararı, Karar Hükmündedir

Suriye kanun koyucusu, 310/2 maddesinde Türk yargı kararının Suriye'de uygulanabilmesi için kararname hükmünde olması gerektiğini şart koşmaktadır(Medeni Usul Kanunu, 2016). Yani hüküm, değiştirilemeyecek şekilde kesinleşmiştir. Bu güce sahip olan yargılar, normal yollarla hükme karşı çıkılmayacak yargılardır. Normal şekillerde temyize tabi olsalar bile, yargılar da bu güce sahiptir. Bu hükümlerin tümü uygulanabilir. Temyiz edilebilir karar bir karardır, ancak kesinleşmekten yoksundur, bu kararın başka bir ülkede uygulanmaması tercih edilmez, çünkü yapılan itirazın sonucunda ve kararın iptal edilmesi durumunda zamanında uygulanmasının önlenmesi mümkün olmayabilir.

Ancak bu konuda ortaya çıkan soru, kararın kesinliğini hangi yasaya göre belirliyor? Kararın kesinliği, hükmün verildiği devletin hukukuna göre mi yoksa hükmün infazının talep edildiği devletin hukukuna göre mi belirlenir?

Suriye kanun koyucusu, Hukuk Muhakemeleri Kanunu'nun 311/1 maddesinde hükmün kesinliğinin, hükmün verildiği devletin hukukuna göre belirlendiğini açıkça belirtmektedir. Mahkeme, yabancı mahkeme kararının infazı için kendisine yapılan talebi de bu karar kesinleşmemişse reddedebilir. Tarafımızca, hükmün kesinliğinin, hükmün verildiği ülke hukukuna göre belirlendiğini görmekteyiz, çünkü bu konu, hükmü veren mahkemenin hukukuna tabi olan bir savunma meselesidir. Ayrıca Karara karşı temyize gidilmeden kararı veren ülkenin hukukuna göre temyiz süresi sona ererse de karar kesinleşir. Veya süre geçtikten sonra karara itiraz edilirse, itiraz bir biçimde reddedilir veya temyiz edilir ve reddedilir.

Yabancı hükmün uygulama şekline uygun hale getirilmesi ilkesinin bir istisnası vardır, o da yükümlülük içermeyen hükümlerdir. Bu nedenle, diğer yabancı kararlarla ilgili olarak tesis edilen usulleri uygulama şekline büründürmek açısından takip etmesi düşünülemez.[5] Bu hükümler arasında, medeni ve medeni durumla ilgili konularda (boşanma, nesep, vasi tayini)

[5] Abdul Hadi, Abbas. Arap Ansiklopedisi, Hükümlerin Uygulanması. https://arabency.com.sy/ency/details/2440/7

çıkarılan hükümler bulunmaktadır. Ancak bu hükümler, icranın gerekli olduğu devletin resmî kayıtlarına işlenecekse, icra kılığına bürünmüş olmalıdır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Karar, uyuşmazlığa karar veren yargıcın uyruğuna ve uyuşmazlığın taraflarının uyruğuna bakılmaksızın, ulusal olmayan bir mahkeme tarafından verildiği anda yabancı bir karar olarak kabul edilir. Uluslararası anlaşmaların ulusal kanun metinlerinden üstün olduğu. Bu nedenle, uluslararası anlaşma hükümleri ulusal kanun hükümleriyle çeliştiğinde, ona katılan ülkeler hakkında ilk olarak anlaşma hükümleri uygulanacaktır.

Hukuk davalarında verilen Türk yargı kararı, adli iş birliği anlaşması olmayan bir ülke tarafından verilen yabancı yargı kararı gibi muamele görecektir. Buna göre, Suriye mahkemesi tarafından kendi topraklarında uygulanmak üzere onaylanıp yürütme formülüne konulduğu anda, ulusal yargı kararının hükmüne dönüşüyor.

Türk hükmünün tenfizi talebi, infaz edilecek hükmün sağladığı hakkın değeri ne olursa olsun, hükmün infaz edileceği ilk derece mahkemesine yapılır. Türk yargı kararının yürütme kazanmasına yönelik, Suriyeli yargıcın rolü, yargıcın yargı yetkisine sahip olmadan ulusal kanunlarda öngörülen yabancı hükmün uygulanması için gerekli genel şartların sağlanmasının doğrulamakla sınırlıdır. Hâkimin rolü, Türk hükmünün yürütme kazanıp kazanmamasına karar vermek veya reddetmekle sınırlıdır.

Suriye'deki yargıç, davayı incelerken Türk yargı kararının yürütmesini incelerken, Suriye yargısına yeni talepte bulunulmasına izin verilmez, çünkü hükmün sonucuna karışmadan, hâkimin rolü infaz kararı vermek veya uygulamayı reddetmekle sınırlıdır. Aynı şekilde, mahkûmiyetten sonra ortaya çıkan mahsup ve beraat gibi yeni olguların ileri sürülmesi de caiz değildir, ancak hükümlünün yetkili mahkemeye başvurması ve yürütmeyi durdurma kararı alması gerekir.

Son olarak, Suriye ile Türkiye arasındaki Suçluların İadesine İlişkin 1982 Adli İş birliği Anlaşması'nın, iki ülke arasında hem ceza hem de hukuk alanında iş birliğini de içerecek şekilde değiştirilmesine büyük ihtiyaç vardır. Suriyeli yasa koyucu, Suriye yargısının egemenliği ilkesini ihlal etmeyecek şekilde Türk mahkemesinin iki Suriye vatandaşı arasında verdiği bir karar varsa, yargı anlaşmasına Türk yargısının uygulanmasını kabul edecek bir hüküm eklemelidir. Boşanma, evlat edinme, vasi tayini gibi medeni durum meselelerinde ise, Türk yargı kararlarının normal adımlar izlenmeksizin Suriye'de uygulanması kabul edilen yabancı yargı kararları kapsamına girdiğine dair hüküm konulmalıdır. Suriyeli yasa koyucu, aynı dava tarafları arasında ve aynı neden ve konu için iki farklı mahkeme tarafından verilen iki yabancı karar gibi durumlarda, yabancı kararların ele almak için bir metin de eklemelidir.

KAYNAKLAR

1. Abdul Hadi, Abbas. Arap Ansiklopedisi, Hükümlerin Uygulanması. https://arab-ency.com.sy/ency/details/2440/7
2. Al-dawoodi, Ghalib Ali (2001). Kanunlar İhtilafı Uluslararası Yargı Yetkisi ve Yabancı Kararların İnfazı (karşılaştırma). 3. baskı, Ürdün, Wael Yayınevi.

3. Al-dawoodi, Ghalib Ali (27/04/2021). "Yabancı mahkeme kararının uygulanma şartları ve sonuçları." Marga dergisi. https://almerja.net/reading.php?idm=150582

4. Kahil, İmran (2020). Uygulama varlıkları. Suriye: Al-Sham Özel Üniversite Yayınları. http://www.aspu.edu.sy/ar/books/16-asol-altnfyth
5. Meknes, Jamal Al-Din (2018). Uygulama varlıkları. Suriye: Sanal Üniversite Yayınları. https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/legalcode.ar
6. Mülteci Derneği (21/04/2022). https://multeciler.org.tr/ar/?p=1582
7. Nasser Salameh, Maram (2019). Yargı kararlarının ve yabancı tahkim kararlarının icrası. Yüksek Lisans Tezi, An-Najah National University, College of Graduate Studies, Filistin.
8. Önal, Ali (2017). “Tanıma ve Tenfiz Kararlarının Hukuki Niteliği.” Public And Private International Law Bulletin, Cilt (37), Sayfa: 576–610.
9. Resmî Gazete (04/01/2016). Medeni Usul Kanunu, Sayı: 1.
10. Resmi Gazete (12/12/2007). Milletlerarası Özel Hukuk ve Usul Hukuku Hakkında Kanun, Sayı : 26728.
11. Salah, Fevzi (2018). Medeni hukuk yükümlülük kaynakları. Suriye: Suriye Sanal Üniversitesi. https://pedia.svuonline.org
12. Yasal gazete. (2013). https://jle.gov.sy/index.php/2013-08-31-23-05-54/2013-10-30-03-54-07/2013-10-30-03-55-20/14-2013-10-30-05-54-32

ANAYASALARIN HUKUKİ ÜSTÜNLÜĞÜ VE ÖNSÖZLERİNİN BAĞLAYICILIĞI

Dr. Öğretim Üyesi Abdülazim İBRAHİM
Karabük Üniversitesi, İİBF/SBKY/Hukuk Bilimleri
ORCID: 0000-0002-7617-2429

ÖZET

Anayasa, bir devletin temel hukuki belgesi olarak, hukuk devleti ilkesinin hayata geçirilmesinde kilit bir rol oynar. Anayasalar sadece normatif metinler değil, aynı zamanda siyasi, ideolojik ve hukuki düzenin temellerini atan belgelerdir. Devletin yapısını, organlarını ve bireylerin temel hak ve özgürlüklerini düzenleyen anayasa, tüm hukuk düzeninin en üst normu olarak kabul edilir. Bu üstünlük ilkesi gereği, anayasa hükümleri tüm yasama, yürütme ve yargı organlarını bağlar ve onların faaliyetlerini yönlendirici bir çerçeve sunar.

Modern anayasa anlayışı yalnızca yazılı normlarla sınırlı kalmaz; anayasa yargısının gelişimiyle birlikte, anayasal denetim artık daha geniş bir bağlamda ele alınmaktadır. Anayasa Mahkemeleri, yalnızca anayasa metniyle değil, aynı zamanda evrensel insan hakları ilkeleri, uluslararası sözleşmeler ve hukukun genel ilkeleriyle birlikte bir yorum faaliyeti yürütürler. Bu yaklaşım, anayasanın sadece bir yasa metni değil, aynı zamanda toplumun ortak değerlerini yansıtan ve koruyan bir belge olduğunu ortaya koyar. Böylece anayasa yargısı, hukukun evrensel ilkelerini içselleştirerek daha adil, kapsayıcı ve çağdaş bir hukuk sistemi inşa edilmesine katkı sağlar.

Bu bağlamda anayasanın ön sözü, yani giriş bölümü (dibace), yalnızca sembolik bir ifade olmaktan öte, anayasal metnin ayrılmaz bir parçasıdır ve anayasa maddeleriyle aynı hukuki statüye sahiptir. Anayasanın temel değerlerinin ve kurucu ilkelerinin açıklandığı önemli bir bölümdür. Anayasanın diğer maddeleriyle aynı hukuki değere sahip olan bu giriş kısmı, anayasanın yorumlanmasında yol gösterici bir işlev üstlenir. Giriş bölümünde genellikle devletin varlık sebebi, temel amaçları, kuruluş felsefesi, egemenlik anlayışı, milli birlik ve beraberlik gibi temel ilkeler vurgulanır. Bu değerler, anayasa normlarının ruhunu oluşturur ve anayasal hükümlerle birlikte bir bütünlük içinde değerlendirilmelidir.

Giriş bölümünün bağlayıcı nitelikte olması, devletin tüm kurum ve organlarının meşruiyetini anayasa ilkelerine dayandırmalarını zorunlu kılar. Bu yönüyle giriş bölümü, anayasa yargısı açısından da önemli bir referans kaynağıdır. Anayasa Mahkemesi kararlarında zaman zaman giriş bölümüne atıfta bulunulması, bu bölümün sadece siyasi değil, hukuki bir metin olduğunu da göstermektedir.

Sonuç olarak, anayasanın ön sözü hem sembolik hem de normatif bir değere sahiptir. Anayasal düzenin ideolojik temelini belirleyen ve hukuk devleti ilkesini pekiştiren bu bölüm, anayasanın

bütünsel yorumlanmasında vazgeçilmez bir yer tutar. Dolayısıyla anayasaların önsözü hem anayasal kimliğin hem de hukuki meşruiyetin temel yapı taşlarından biri olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Hukuki Değer, Anayasaların Giriş Bölümleri, Anayasa Yargıcı, Devlet Yetkileri.

THE LEGAL SUPREMACY OF CONSTITUTIONS AND THE BINDING NATURE OF THEIR PREAMBLES

ABSTRACT

The constitution, as the fundamental legal document of a state, plays a key role in the realization of the rule of law. Constitutions are not merely normative texts; they are also documents that lay the political, ideological, and legal foundations of the state. Regulating the structure of the state, its institutions, and the fundamental rights and freedoms of individuals, the constitution is recognized as the highest norm of the legal order. In accordance with this principle of supremacy, constitutional provisions are binding on all legislative, executive, and judicial bodies, offering a guiding framework for their activities.

The modern understanding of constitutionalism is not limited to written norms alone. With the evolution of constitutional adjudication, constitutional review is now approached within a broader context. Constitutional courts interpret not only the text of the constitution but also consider universal human rights principles, international treaties, and general principles of law. This approach highlights that the constitution is not merely a legal document but also one that reflects and safeguards the shared values of society. In doing so, constitutional jurisprudence contributes to the construction of a more just, inclusive, and contemporary legal system by internalizing universal principles of law.

In this context, the preamble of the constitution—referred to as the introductory section (dibace)—is more than a symbolic expression; it is an integral part of the constitutional text and holds the same legal status as the other provisions of the constitution. It is a significant section that sets out the fundamental values and founding principles of the constitution. Possessing equal legal value to the rest of the constitution, the preamble serves a guiding function in the interpretation of constitutional norms. It typically emphasizes the raison d'être of the state, its fundamental purposes, founding philosophy, understanding of sovereignty, and principles such as national unity and solidarity. These values constitute the spirit of constitutional norms and must be assessed in harmony with the other constitutional provisions.

The binding nature of the preamble necessitates that all state institutions and bodies derive their legitimacy from constitutional principles. In this regard, the preamble serves as an important reference point in constitutional jurisprudence. The fact that the Constitutional Court occasionally refers to the preamble in its decisions demonstrates that it is not only a political statement but also a legal text.

In conclusion, the preamble of the constitution possesses both symbolic and normative value. It determines the ideological foundation of the constitutional order and reinforces the principle of the rule of law, occupying an indispensable place in the holistic interpretation of the constitution. Therefore, the preamble should be regarded as one of the fundamental building blocks of both constitutional identity and legal legitimacy.

Keywords: Legal Value, Constitutional Preambles, Constitutional Judge, State Powers.

GİRİŞ

Halkların temel hedefi, hukukun üstünlüğünü tesis etmek, anayasa hükümlerini farklı hukukî ve siyasal sistemlerde yüceltmek ve demokratik bir yaşam sürdürmektir. Bireylerin özgürlük içinde yaşayabileceği bir düzen, ancak hukukun hiçbir şekilde bozulmadığı, yurttaşların haklarını ihlal etmeyen ve demokratik olmayan yükümlülükler getirmeyen yasalar ile mümkün olabilir. Bu nedenle anayasa, hukuk devletinin inşasında temel taşı niteliğindedir. Hükümleri, kendisinden daha alt seviyede bulunan kanunlar ve idarî düzenlemelerden üstün olup, devletin hukuk sisteminin zirvesinde yer alır. Dolayısıyla gerek kamu otoriteleri gerekse bireyler, anayasal normlar çerçevesinde hareket etmekle yükümlüdür. Bu durum, anayasanın üstünlüğü ve normlar hiyerarşisinin temel ilkelerinden biridir.

Bu çerçevede hukuk sistemleri, normatif güçlerine göre bir hiyerarşi içinde yapılandırılır. En üst sırada anayasal kurallar yer alırken, bunları daha alt seviyedeki kanunlar ve yönetmelikler takip eder. Anayasa, devletin hukukî yapısının temel taşı olup, onun çevresinde düzenlenen diğer yasalar daha düşük seviyede kabul edilir. Anayasal meşruiyet ilkesi gereği, devletin yetkileri ve işleyişi anayasa çerçevesinde düzenlenmeli, tüm yasalar anayasal normlara uygun olmalıdır. Bununla birlikte, anayasanın önemi yalnızca hukuki üstünlüğünden kaynaklanmaz; anayasa, ekonomik, toplumsal, siyasal ve tarihî değişimlerden de etkilenen dinamik bir yapıya sahiptir. Her devletin anayasası, o ülkenin siyasi, toplumsal, ekonomik, kültürel ve dini gelişiminin bir yansımasıdır. Bu doğrultuda anayasa, içinde bulunduğu tarihsel ve toplumsal koşullara uygun olarak şekillenir ve toplumun değişen ihtiyaçlarına yanıt vermelidir.

Anayasanın hukuki üstünlüğü, yüksek yargı kararlarıyla da teyit edilmiştir. Yüksek mahkemeler, anayasanın en yüksek hukuk kaynağı olduğunu ve ondan daha alt seviyede yer

alan hiçbir hukukî düzenlemenin onu ihlal edemeyeceğini belirtmiştir. Örneğin, yüksek mahkemelerden biri şu hükmü vermiştir: *"Anayasa, en üstün hukuk normu olup, alt seviyedeki herhangi bir düzenleme tarafından ihlal edilemez."*

Anayasanın temel işlevlerinden biri, halkın iradesine dayanarak kamu yetkililerinin sorumluluklarını belirlemek, bireylerin haklarını ve özgürlüklerini güvence altına almak ve anayasal normları ihlal eden her türlü girişimi yaptırımlarla caydırmaktır. Aynı zamanda anayasa, toplumun ortak değerlerini güvence altına alır ve hukuk düzeninin istikrarını sağlamak için hukukun üstünlüğü ilkesi çerçevesinde işlerlik kazanır. Bu bağlamda, anayasanın önsözü, anayasal düzenin ayrılmaz bir parçası olup, içerdiği ilkeler ve yönlendirici normlar bakımından anayasa metninin geri kalanıyla eşdeğer hukuki değere sahiptir. Anayasa önsözü, anayasal hükümlerin yorumlanmasında bağlayıcı bir referans kaynağı niteliğindedir. Bu nedenle, anayasanın maddeleri arasında bir hiyerarşi olmadığı gibi, önsöz de anayasanın başlangıç hükümleri, geçici maddeleri ve diğer bölümleriyle aynı hukuki güce sahiptir.

Genel olarak bakıldığında anayasa, hukukî düzenin temel taşı olup, normatif hiyerarşinin en üst noktasında yer almaktadır. Anayasanın üstünlüğü ilkesi, devletin tüm erkleri için bağlayıcıdır ve yasama, yürütme ve yargı organlarının anayasal çerçevede hareket etmelerini zorunlu kılar. Hukukun üstünlüğünün sağlanması, anayasal düzenin korunmasıyla mümkün olup, anayasa içindeki tüm hükümlerin hukuki bağlayıcılığı eşit düzeydedir.

I.ANAYASAL BELGENİN MAHİYETİ

Genel anlamda anayasa veya anayasal belge, devletin temel yasası olarak kabul edilir. Bu, anayasanın herhangi bir devletin hukukî düzeninin en üst noktasında bulunduğu ve hiçbir hukuk kuralının anayasanın üzerinde olamayacağı anlamına gelir. Anayasa, devleti düzenleyen bir belge olup, onu siyasî kurumların temeli olarak kabul eder. Devletin tüm kurumlarının nasıl oluşturulacağı, yetkileri, bu yetkilerin nasıl kullanılacağı, sınırları ve kısıtlamaları ile devlet organları arasındaki ilişkileri ve vatandaşlarla olan bağlantılarını belirler. Dolayısıyla anayasal belgeler yalnızca hukuki metinler olmanın ötesinde bir toplumsal yapıyı da temsil etmektedirler (Işık, 2023, s. 403).

Bir devletin siyasî sisteminin anayasal bir sistem olarak nitelendirilebilmesi için aşağıdaki şartların sağlanması gerekir:

- **Hukukun Üstünlüğü İlkesi:** Geniş anlamıyla yasallık ilkesine bağlılık, yani hem yönetenlerin hem de yönetilenlerin hukuka tâbi olması.
- **Yetki Yoğunlaşmasının Önlenmesi:** Yetkilerin tek bir otoritenin elinde toplanmaması, bunun yerine yasama, yürütme ve yargı gibi bağımsız organlar arasında bölüştürülmesi. Bu organlar arasında karşılıklı denetim mekanizmalarının bulunması, yetkilerin kötüye

kullanılmasını engeller. Bu doğrultuda, yetkilerin tamamını elinde toplayan mutlak bir hükümetin anayasal sistemle bağdaşması mümkün değildir. Hatta yöneten kişi hukuka uygun hareket etse bile, yetkilerin tek elde toplanması anayasal yönetimle çelişir.

- Anayasal Kuralların Sürekli ve Gerçekçi Şekilde Uygulanması.
- Anayasanın Birey Hak ve Özgürlüklerini Güvence Altına Alması.
- Anayasa ve yasaların üstünlüğünü sağlayacak bir yargı organının bulunması.

Georges Burdeau'a göre, anayasanın konusunu "*iktidarın kullanımı ile ilgili düzenlemeler*" olarak tanımlamıştır. Ona göre anayasa, yöneten yetkilerin konumunu, doğasını ve siyasal faaliyetlerinin hedeflerini belirleyen kurallar bütünüdür.

Bu nedenle, anayasanın içeriği yalnızca devletin yöneten organlarının düzenlenmesiyle sınırlı değildir; aynı zamanda bu organların hangi hedefleri gerçekleştirmek için çalışacağını da belirler. Ayrıca anayasa, toplumda benimsenen siyasî, ekonomik ve sosyal felsefeyi ortaya koyar. Yani anayasa, kamu yetkilerinin hangi ekonomik, sosyal ve siyasî çerçevede işleyiş göstereceğini belirleyen temel ilkeleri ve esasları içerir. Bu belgelerle kabul edilen ilkeler, modern devlet hukuk anlayışını şekillendirmekle beraber hukukun temel taşlarını da oluşturmaktadır (Ulu, 2021, s. 235).

Modern anayasaların genel eğilimi, anayasal belgelerde sadece siyasî kurumların işleyişi ile ilgili kurallar koymakla yetinmemek, aynı zamanda anayasanın felsefi yönünü de vurgulamaktır**.** Bu belgeler zamanla değişime uğrayarak "*yaşayan*" belgeler haline gelmiştir ve günümüzdeki toplumsal ve politik değişimleri yansıtma yeteneğine sahiptir (Hamzah, 2020, s. 307). Çünkü bu ilkeler, hükümetin faaliyetlerine yön veren kurallar içerir ve daha iyi bir toplum inşa etmeyi amaçlar. Ayrıca bireyin toplum içindeki yerini, ailenin rolünü ve toplumun görevlerini tanımlar. Bunun yanında, anayasalar ekonomik düzeni, mülkiyet hakkının işlevini ve sınırlarını da belirler; devletin vatandaşlarına sağlamakla yükümlü olduğu temel hizmetleri ortaya koyar.

1.Anayasanın Şekli ve Maddi Anlamları Arasındaki Farklar

Anayasanın şekli ve maddi anlamları, hukuk sisteminde temel bir kavramsal ayrımı ifade eder. Şekli anlam, anayasanın yapısı, biçimi ve yürürlük koşullarını kapsarken; maddi anlam, anayasanın içeriği, hükümleri ve topluma sağladığı yükümlülüklerle ilgilidir. Bu iki yön, anayasanın varlığını ve işlevini anlamada kritik öneme sahiptir (Arslan, 2023, s. 141). Nitekim Anayasanın biçimi ile maddi anlamları arasındaki ilişki, bir ülkenin yönetim belgesinin etkinliğini ve ilke bütünlüğünü anlamada temel bir unsurdur. Anayasa kavramının açıklanması

noktasında anayasa hukuku doktrininde şekli (formal) anlam ve maddi (öz) anlam olmak üzere iki farklı yaklaşım bulunmaktadır.

a.Anayasanın Şekli Anlamı

Anayasanın şekli anlam yaklaşımı doğrultusunda anayasa, yalnızca anayasal belgede yer alan kurallar ile sınırlıdır. Yani anayasa, sadece anayasal belgede yazılı olan hükümlerden ibarettir. Bu yaklaşıma göre, anayasal belgede yer alan her kural anayasal bir norm olarak kabul edilir; ancak anayasa metnine dâhil olmayan, fakat içeriği itibarıyla anayasal nitelik taşıyan herhangi bir kural, anayasal bir norm olarak görülmez[6].

Bu görüş tam olarak doğru değildir, çünkü anayasal kurallar her zaman anayasal belgeyle birebir örtüşmez. Anayasal belge içinde yer almayan ancak anayasal nitelik taşıyan kurallar olduğu gibi, anayasal belgede yer almasına rağmen anayasal konularla doğrudan ilgisi olmayan hükümler de bulunmaktadır. Buradaki önemli bir nokta, bu türlerin sadece metinlerle sınırlı olmaması, aynı zamanda siyasi ve toplumsal bağlamda da değerlendirilmesidir. Anayasa, sadece belirli kuralları değil, bu kuralların dayanağını oluşturan süreçleri de kapsar. Bu yüzden, Kelsen'in teorisinde olduğu gibi, anayasa hukuku metinleri düzeyinde ve aynı zamanda normlar hiyerarşisi içinde kaleme alınan düzenlemeler olarak ele alınmalıdır (Türkeli, 2020, s. 987-988).

b.Anayasanın Maddi (Öz) Anlamı

Anayasanın maddi anlamı, anayasal belgedeki hükümleri şekil açısından değil, düzenlediği konu açısından ele alır. Bu yaklaşım, anayasal sorunların önüne geçmek ve anayasal belgeye sıkı sıkıya bağlı kalmanın doğurabileceği sınırlamaları aşmak amacıyla benimsenmiştir. Maddi

---

[6]Anayasanın Şekli Anlamı ve Doktrindeki Tartışmalar; Anayasanın şekli anlamı, anayasa hukukçuları arasında çeşitli tartışmalara yol açmış ve bu yaklaşıma itiraz eden birçok görüş ortaya atılmıştır. Bu eleştirilerden ilki, bazı hukukî kuralların açıkça temel nitelikte ve kamu otoritelerinin siyasî organizasyonu ile doğrudan bağlantılı olmasıdır. Ancak, bu kurallar anayasal belgede yer almayıp, sıradan yasalar içinde düzenlenmiş olabilir. Örneğin, seçim kanunları, yargı yetkisinin düzenlenmesine ilişkin yasalar ve özellikle anayasa mahkemesinin işleyişini belirleyen kanunlar, anayasal konuların özünü oluşturmasına rağmen, anayasal belge içinde yer almayabilir.
Bu durum, anayasanın şekli anlamını savunanların yaklaşımına yönelik ciddi bir eleştiridir. Çünkü bu yaklaşım, anayasa metninde yer almayan ancak içerik olarak anayasal nitelikte olan kuralları anayasa kapsamında değerlendirmemektedir. Oysa seçim yasaları, yargı organlarının yetki alanlarını düzenleyen yasalar gibi hükümler, anayasal düzenin işleyişi açısından hayati önem taşımaktadır. Buna ek olarak, ceza hukuku ile ilgili bazı maddî ve usul kuralları, anayasal haklarla doğrudan bağlantılıdır. Örneğin, bireyin temel hak ve özgürlüklerine ilişkin bazı cezaî düzenlemeler, anayasal güvence altına alınan haklarla doğrudan ilgilidir. Ancak, anayasanın şekli anlamı açısından bakıldığında, bu kurallar anayasal belge içinde yer almadığı sürece anayasal norm olarak kabul edilmez. Bu durum, anayasanın şekli anlamına yönelik bir diğer önemli eleştiri noktasını oluşturmaktadır.
Ayrıca, anayasal belgede yer alan bazı kuralların, şekli olarak anayasal norm sayılmasına rağmen, özünde anayasal nitelik taşımadığı durumlar da söz konusudur. Örneğin, bazı ülkelerde anayasa metnine ölüm cezasının kaldırılması, ailenin toplumsal yapının temeli olarak kabul edilmesi gibi düzenlemeler dâhil edilmiştir. Ancak bu tür hükümler, anayasa hukukunun maddî anlamıyla doğrudan bağlantılı olmayan konulara işaret etmektedir. Bu eleştiriler, anayasanın yalnızca şekli anlamda ele alınmasının yeterli olmayacağını göstermektedir. Hukukçular, anayasa kavramını değerlendirirken, sadece anayasa metnine dahil edilen kuralları değil, aynı zamanda içerik itibarıyla anayasal nitelik taşıyan tüm düzenlemeleri de göz önünde bulundurmalıdır. Bu çerçevede, anayasanın şekli ve maddî anlamları arasındaki fark, anayasa hukukunun temel tartışma alanlarından biri olmaya devam etmektedir.

anlamda anayasa, yalnızca yazılı bir metin olmanın ötesine geçerek, bir devletin sosyal, siyasi ve kültürel dinamiklerini yansıtan bir alanı ifade eder (Yerdelen, 2024, s. 1739-1740).

Şekli ve maddi anlamlar arasındaki bu ayrımı dengelemek ve gereksiz tartışmalardan kaçınmak için, anayasa koyucunun yaklaşımı belirleyici olmaktadır. Anayasa koyucu, belirli bir kuralı anayasa metnine dâhil ettiğinde, ona anayasal normların taşıdığı önemi ve yasalar hiyerarşisindeki üstün konumunu kazandırmış olur. Öte yandan, anayasa koyucu bazı önemli kuralları anayasal belge dışında bıraktığında, bu durum şüphesiz, söz konusu kuralların daha esnek olmasını ve değiştirilmesinin daha kolay hale gelmesini amaçlamaktadır. Böylece, anayasal belgeye dâhil edilmeyen bu kurallar, anayasal bir değişiklik gerektirmeden, daha basit yasama süreçleriyle değiştirilebilir.

Bu bağlamda, anayasanın şekli anlamı, anayasal belgeye dışarıdan bakarak onun içeriğini göz önüne almadan yapılan bir değerlendirmedir. Buna karşılık, anayasanın maddi anlamı, anayasal belgede yer alan her bir hükmün neyi amaçladığını dikkate alır. Yani, şekli anlam hukukî işlemleri yalnızca biçim, prosedür ve çıkaran otorite açısından değerlendirirken, maddi anlam içeriğe ve hukuki düzenlemenin özüne odaklanır. Mantıksal olarak ikinci yaklaşım (maddi anlam) daha sağlam bir temel üzerine oturmaktadır. Ancak yine de anayasal belgeye verilen hukuki değer bölünemez; bu belge içindeki tüm kurallar, anayasal norm niteliğine sahip olup, anayasal kutsiyet ve üstünlük taşır.

II.ANAYASAL KURALLARIN ÜSTÜNLÜĞÜ

Bir devletin siyasî sisteminin istikrara kavuşması, anayasal düzenin de belirli bir istikrara sahip olmasını gerektirir. Bu istikrar ise anayasal kuralların sık sık değiştirilememesi ve sıradan yasalar gibi kolayca tadil edilememesi ile sağlanır. Bu durum, anayasanın sertliği (katılığı) olarak adlandırılır. Anayasanın sertliği, kaçınılmaz olarak anayasal kuralların sıradan yasalardan daha üstün ve daha yüksek bir konuma sahip olduğu anlamına gelir. Bu nedenle, sıradan yasalar anayasa ile uyumlu olmalı ve anayasal hükümlere aykırı olamaz. Çünkü anayasa, bir ülkenin hukuki sisteminin en üst düzeydeki normudur (Egemen, 2023, s. 22).

Anayasal kurallar ister esnek ister katı ister yazılı ister geleneksel olsun, devletin hukukî düzeninin zirvesinde yer alır. Hiçbir hukukî kural, anayasal kuralların üstünde değildir. Liberal demokrasi bağlamında hukukun üstünlüğü, demokrasinin olmazsa olmaz şartlarından biri olarak kabul edilmektedir (Kurtulmuş, 2021, s. 661). Bu kurallar, hukuk düzeninin en yüksek, en üstün ve en güçlü normlarıdır. Anayasal kuralların üstünlüğü hem şekilsel hem de içerik açısından olabilir veya yalnızca içerik açısından üstünlük arz edebilir.

Bu başlıkta, anayasal kuralların "*şekli üstünlüğü*" ve "*içeriksel üstünlüğü*" ele alınacaktır.

1.Anayasal Kuralların İçeriksel Üstünlüğü

Anayasalar, devletin temel yasası olarak kabul edilir ve hukuk düzeninin en üst normlarını oluşturur. Bu ister geleneksel ister yazılı ister esnek ister katı bir anayasa olsun değişmez bir ilkedir. Devletin anayasası, o devletin siyasî ve toplumsal felsefesini yansıtır ve tüm hukuk sisteminin temelini oluşturur. Bu nedenle, anayasa devletin hukukî sisteminin meşruiyet kaynağıdır (Delice, 2024, s. 1).

Anayasa, devletin yetkilerini, vatandaşlarla olan ilişkilerini ve hukukî düzenin temel çerçevesini belirleyen kurallar bütünüdür. Bu bağlamda, anayasanın içerdiği normların diğer tüm hukuk kurallarından daha üstün ve bağlayıcı olduğu açıktır. Çünkü anayasa, devletin siyasî otoritelerini oluşturur ve onlara belirli yetkiler tanır. Anayasal normlar, yürütme, yasama ve yargı erklerinin işleyişini düzenler ve yetkilerinin sınırlarını belirler (Kabashi ve Karpuz, 2024, s. 181).

Hukukî devletin temel şartlarından biri, devletin bir anayasaya sahip olmasıdır. Anayasa, devletin yönetim biçimini belirler, yönetici organlarını oluşturur ve bu organların karşılıklı ilişkilerini düzenler. Ayrıca anayasa, yönetilenlerin yönetici sınıf karşısındaki haklarını ve özgürlüklerini güvence altına alır, bireysel hakların kullanım sınırlarını belirler. Bu nedenle, anayasal kurallar, hukukî düzenin temel taşıdır ve tüm diğer hukuk kuralları onların altında yer alır.

a.Anayasanın Üstünlüğünü Sağlayan Mekanizmalar

Anayasal kuralların üstünlüğü, sadece teorik bir kavram olarak kalmaz; anayasanın üstünlüğünü korumaya yönelik birtakım hukukî mekanizmaları da kapsar.

i.Anayasa normlarının bağlayıcılığının sağlanması

Yargısal denetim, anayasal normların bağlayıcılığını sağlayan temel bir mekanizmadır ve anayasa mahkemeleri bu sürecin en önemli aktörlerindendir. Anayasa mahkemeleri, yasama, yürütme ve yargı organlarının yetkilerini anayasa çerçevesinde kullanmalarını güvence altına alarak anayasanın üstünlüğünü korur. Bu normların etkinliği, aynı zamanda toplumsal farkındalık ve sivil katılım ile de desteklenir; bilinçli bir vatandaş topluluğu, anayasal değerleri koruma ve kamu kurumlarını hesap verebilir tutma konusunda daha etkili olabilir. Örneğin, hiçbir birey veya devlet organının anayasal bir dayanak olmadan yetki kullanamayacağı ilkesi, mahkemelerin hükümet gücünü denetlemesini zorunlu hale getirmektedir (Araslı, 2015, s. 14). Sonuç olarak, yargısal denetim, anayasa mahkemeleri ve sivil katılım arasındaki etkileşim, anayasal yönetimin temel taşlarını oluşturarak hukukun üstünlüğünün korunmasında merkezi bir rol oynar.

ii.Kanunların anayasaya uygunluk denetimi

Mahkemeler, anayasal üstünlüğü koruyarak vatandaş haklarını güvence altına almak ve demokratik ilkeleri savunmak gibi önemli bir sorumluluğa sahiptir. Anayasaya aykırı yasalar, hukuk sisteminin bütünlüğünü zedeleyebilir ve bireysel hak ihlallerine yol açarak halkın yönetime duyduğu güveni sarsabilir (Atar, 1989, s. 1). Yargısal denetim ile anayasa mahkemeleri arasındaki bu hassas ilişki, bir hukuk sisteminin etkin denge ve denetim mekanizmalarına sahip olmasının gerekliliğini vurgular ve hiçbir devlet organının anayasal sınırların dışına çıkmasına izin vermez

iii.Yasama ve yürütme organları arasında karşılıklı denetim mekanizmaları

Yasama ve yürütme organları arasındaki denge ve denetim mekanizması, yönetim sürecinde herhangi bir gücün tekelleşmesini önleyen temel bir ilkedir. Veto yetkileri, atama onayları ve denetim mekanizmaları gibi araçlar, bu organların birbirlerini etkili bir şekilde denetlemelerini sağlar. Örneğin, yasama organı yürütme tarafından yapılan atamaları reddedebilir ve böylece yürütme erkine sınırlamalar getirebilir. Benzer şekilde, yürütme organı da yasaları veto ederek yasama organının önerilerini yeniden gözden geçirmesini zorunlu hale getirebilir. Bu mekanizmalar, yetki kötüye kullanımını engelleyerek demokratik denetimi güçlendirir. Aksi halde, denge ve denetim mekanizmalarının eksikliği, yönetimin otoriterleşmesine veya halkın taleplerine duyarsız hale gelmesine yol açabilir. Anayasaların sadece hukuki çerçeveleri belirleyen metinler olmanın ötesinde, aynı zamanda siyasi güçlerin dengelenmesini sağlayan araçlar olduğu gerçeği, bu sistemin temelini oluşturur (Topuzkanamış, 2014, s. 4992).

Bu mekanizmalar, anayasanın üstünlüğünü ihlal eden girişimlerin önlenmesini ve bireylerin temel hak ve özgürlüklerinin korunmasını amaçlamaktadır.

Anayasa Mahkemesi'nin kararlarına göre: *"Anayasa, özgürlüklerin teminat altına alındığı, anayasal yaşamın temel dayanağı olan en üstün hukuk normudur. Bu nedenle anayasal kurallar, devletin hukuk düzeninin zirvesinde yer almalı ve kamu düzeninin temel kuralları arasında öncelikli bir konuma sahip olmalıdır."* Yüksek yargı organları da bu üstünlüğü vurgulamaktadır. Örneğin, bir yüksek mahkeme kararında şu ifade edilmiştir*: "Anayasa, belirlediği kurallar açısından en üstün hukuk normudur ve alt seviyedeki hiçbir düzenleme onu ihlal edemez."*

b.Anayasal Kuralların Üstünlüğünün Sonuçları

Anayasal kuralların içeriksel üstünlüğü, hukukun üstünlüğü ilkesini genişleten bir etkiye sahiptir. Bu ilke gereği, tüm hukukî normlar ister bireylerden ister kamu otoritelerinden kaynaklansın, anayasal kuralların sınırları içinde yer almak zorundadır. Bu bağlamda, kanunlar, anayasal normlara uygun olmak zorundadır ve devletin tüm işlemleri, anayasanın belirlediği

çerçevede yürütülmelidir. Modern anayasalarda, anayasa üstünlüğünün sağlanması yalnızca kamuoyu desteği ile güvence altına alınmaz; bunun için anayasanın bağlayıcılığını sağlamak adına hukukî mekanizmalar da oluşturulmuştur. Sonuç olarak, anayasanın içeriksel üstünlüğü, onun düzenlediği konular ve belirlediği hukukî çerçeve açısından tüm diğer normlardan üstün olduğunu ifade eder. Anayasal kurallar, devletin temellerini, yönetim biçimini ve hukukî felsefesini belirleyen en üst hukuk kurallarıdır. Anayasa, devlet otoritelerini oluşturur, onların yetkilerini belirler ve sınırlandırır. Bu nedenle, anayasa bireysel bir yetki kaynağı değil, toplumsal ve hukukî düzenin çerçevesini çizen bağlayıcı bir normlar bütünüdür.

Bütün bu değerlendirmeler ışığında, anayasanın içeriksel üstünlüğü, onu oluşturan normların niteliğiyle doğrudan bağlantılıdır. Devletin temel yapısını, yönetim sistemini ve siyasî felsefesini belirleyen normlar, anayasanın içeriksel üstünlüğünü sağlar. Anayasa, devletin temel kurumlarının yetkilerini ve sorumluluklarını belirlediği gibi, bireylerin haklarını ve özgürlüklerini de güvence altına alır. Özet olarak, Anayasanın içeriksel üstünlüğü, onun konusu ve düzenlediği hukukî alanlar ile bağlantılıdır. Anayasal normlar, devletin temel işleyişini belirler ve siyasî sistemin hangi ilkeler doğrultusunda işleyeceğini ortaya koyar. Bu nedenle, anayasanın içeriksel üstünlüğü, tüm hukuk düzeninin temelini oluşturur ve devletin en üst normatif çerçevesini sağlar. Anayasanın içeriksel üstünlüğü, her türlü anayasa için geçerli olup tüm hukuk kurallarına karşı üstün konumdadır. Bu ilke, anayasanın yalnızca şekilsel yapısıyla değil, düzenlediği konular ve içerik açısından da tüm diğer normların üzerinde yer aldığını ifade eder.

i.Hukukun Üstünlüğü İlkesinin Güçlendirilmesi

Anayasanın içeriksel üstünlüğü, hukukun üstünlüğü ilkesini doğrudan destekler ve güçlendirir. Hukukun üstünlüğü ilkesi, devletin tüm organlarının hukukî düzenlemelere tâbi olması gerektiğini ifade eder. Hukukun üstünlüğü ilkesi, devletin tüm yetkili organlarının hukuka bağlı kalmasını ve yetkilerini hukukun öngördüğü sınırlar içinde kullanmasını gerektirir. Bu ilke, devletin herhangi bir keyfî uygulama yapmasını engelleyerek, bireylerin hak ve özgürlüklerini güvence altına alır. Örneğin, çoğulcu ve liberal demokrasilerde hukukun üstünlüğü ilkesi yalnızca biçimsel bir kriter olmanın ötesine geçerek işkence ve zorbalık gibi kötüye kullanımlara karşı maddi güvenceler de içerir (Uygun, 2022, s. 3).

Hukukun üstünlüğü ilkesi, yalnızca belirli bir yönetim organı için değil hem yönetenler hem de yönetilenler için bağlayıcıdır. Bu kapsamda hem yurttaşların bireysel ilişkilerinde hem de kamu yetkililerinin görevlerini yerine getirirken hukuka bağlı kalmaları zorunludur (Wallenberg, 2012, s. 13). Bu durum ancak hukuk devleti ilkesinin hâkim olduğu sistemlerde mümkündür.

Bazı anayasa hukuku doktrinlerinde, hukukun üstünlüğü ilkesi "*kanun hâkimiyeti*" (Rule of Law) kavramı ile de ifade edilmektedir. Bu kavram, tüm devlet yetkilerinin ve organlarının, anayasa da dâhil olmak üzere tüm hukukî normlara uymak zorunda olduğunu ifade eder. Hukukun üstünlüğü ilkesi, normlar hiyerarşisine uygun olarak yasaların sıralı bir şekilde uygulanmasını gerektirir. Bu hiyerarşi şu şekilde sıralanabilir:

- Anayasa (temel yasa)
- Kanunlar
- Olağan yasalar
- Yönetmelikler ve idarî düzenlemeler
- Bireysel idarî işlemler

Modern hukuk sistemlerinde hukukun üstünlüğü ilkesi öyle bir noktaya ulaşmıştır ki, devlet başkanı veya yürütme organı dahi anayasal ve hukukî sınırlarla bağlanmış durumdadır. Bu sınırların amacı, bireylerin haklarını ve özgürlüklerini güvence altına almak ve kamu otoritelerinin keyfî hareketlerini engellemektir.

ii.Anayasanın Devlet Organları Üzerindeki Bağlayıcılığı

Anayasanın üstünlüğü ilkesi gereği, devletin tüm organları anayasaya uygun hareket etmekle yükümlüdür. Bu yükümlülük, yasama, yürütme ve yargı organlarının anayasaya mutlak bağlılığını gerektirir.

- **Yasama Organı:** Anayasaya uygun kanunlar çıkarmak zorundadır. Yasa koyucu, anayasanın sınırlarını aşan düzenlemeler yapamaz.
- **Yargı Organı:** Mahkemeler, anayasal hükümlere uygun kararlar almak zorundadır. Yargı kararlarının anayasaya aykırı olması kabul edilemez.
- **Yürütme Organı:** Yönetim, anayasa ve anayasal normlara aykırı düzenlemeler yapamaz. Devlet başkanı, hükümet ve idarî otoriteler anayasanın öngördüğü çerçevede hareket etmek zorundadır. Anayasanın üstünlüğü ilkesi, tüm hukuk düzeninin temelini oluşturur ve devletin tüm erklerini bağlar. Anayasanın üstünlüğü ilkesinin sağlanması için:

    1. Tüm devlet organlarının anayasaya bağlı kalması gereklidir.
    2. Yasama organı, anayasaya uygun yasalar çıkarmalıdır.
    3. Yargı organı, anayasal normlara bağlı kalarak karar vermelidir.

4. Yürütme organı, anayasa dışına çıkamaz ve anayasal düzenlemelere uygun hareket etmelidir.

Bu doğrultuda, anayasanın üstünlüğü ilkesi, hukukun üstünlüğü ilkesinin güçlendirilmesini sağlar ve birey haklarını koruma altına alır. Eğer devletin herhangi bir organı anayasanın öngördüğü sınırları aşarsa, anayasal denetim mekanizmaları devreye girerek hukuk düzeninin korunmasını sağlar. Nitekim hukukun üstünlüğü, kamu otoritelerinin hukukun çizdiği sınırlar içinde hareket etmesini gerektirerek hem devlet yetkililerinin hem de özel kuruluşların hesap verebilir olmasını güvence altına alır (Wallenberg, 2012, s. 13).

Anayasa, devletin temel yasası olarak yasama, yürütme ve yargı olmak üzere üç erk arasındaki yetki paylaşımını belirler. Bu yetkiler, yönetenler tarafından kişisel bir hak olarak değil, anayasal çerçevede belirlenmiş yetkiler olarak kullanılır. Bu bağlamda, anayasanın öngördüğü yetkiler ancak anayasal dayanağı bulunan hallerde devredilebilir. Bir anayasal yetkinin, anayasal dayanak olmaksızın başka bir organa devredilmesi, anayasal düzenin ihlali anlamına gelir. Bu nedenle, yasama yetkisinin bütünüyle başka bir organa devredilmesi anayasal düzenin temellerini sarsan bir durum olarak kabul edilir. Bu durum siyasi otoriteyi kişisel güç olmaktan çıkararak kurumsal bir meşruiyete dönüştürmekte ve böylece hukuk devletini güçlendirmektedir (Keskinsoy & Kaya, 2021, s. 5).

Örneğin, yasama organının kanun yapma yetkisi ona doğrudan ait bir yetki değil, halk tarafından kendisine devredilmiş bir yetkidir. Dolayısıyla, yasama organının bu yetkiyi tamamen başka bir organa devretmesi mümkün değildir. İngiliz filozof John Locke'un da belirttiği gibi, "*Yetkilendirilmiş bir yetki yeniden devredilemez*." Bu ilke, yöneticilerin görevlerini yerine getirirken kişisel ayrıcalıklara sahip olmadıklarını, aksine anayasa tarafından kendilerine belirlenmiş yetkileri kullandıklarını ortaya koyar. Bu nedenle, anayasal yetkilerin başka bir organa devredilmesi mümkün değildir. Ancak, bu ilkenin etkili olabilmesi için anayasal denetim mekanizmalarının bulunması gereklidir. Bu denetim ancak yazılı ve katı bir anayasa sisteminde sağlanabilir. Çünkü bir anayasanın şekli üstünlüğü, içeriğinin korunmasını sağlamak için belirli değişiklik prosedürlerine tâbi olmasını gerektirir. Bu nedenle, anayasal denetim mekanizması ile katı anayasa kavramı arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Katı anayasa sistemi, anayasa değişikliklerinin basit yasa değişiklikleri gibi yapılmasını engelleyerek anayasanın üstünlüğünü korur.

Bu noktada, İngiltere örneği dikkat çekicidir. İngiliz anayasası esnek bir anayasa olduğundan, anayasal normlar ile sıradan yasalar arasında kesin bir ayrım bulunmamaktadır. İngiltere'de parlamento, anayasal normları sıradan yasalarla aynı prosedürle değiştirme yetkisine sahiptir.

Bu durum, anayasal denetimin mümkün olmadığı anlamına gelmektedir. İngiliz parlamentosunun sınırsız bir yetkiye sahip olduğu yönündeki görüş, bazı hukukçular tarafından şu ifadeyle özetlenmiştir: *"İngiliz parlamentosu her şeyi yapabilir, bir kadını erkeğe, bir erkeği de kadına dönüştürmek hariç."* (Dicey, 1941, s. 43) Ancak, bu görüş bile mutlak değildir. Bazı İngiliz hukukçulara göre parlamento, teorik olarak bunu bile gerçekleştirebilir; çünkü parlamento, istediği kişiye istediği hakları verebilir ve istediği kişiden istediği hakları alabilir. Teorik olarak doğru gibi görünen bu anlayış, pratikte büyük zorluklarla karşılaşmaktadır. Örneğin, İngiliz parlamentosu, Katolik Hristiyanların seçim hakkını ellerinden almayı içeren bir yasa çıkaramaz. Çünkü anayasanın içeriksel üstünlüğü ilkesi, parlamentonun bu tür anayasal hakları ihlal eden yasalar çıkarmasını engeller. Yani bir yasadan beklenen, anayasanın belirlediği çerçeveye uygunluk sağlamasıdır (Kabashi & Karpuz, 2024, s. 181-182). İngiliz anayasasının esnek yapısına rağmen, anayasanın içeriksel üstünlüğü ilkesinin sınırları bulunmaktadır. Bu ilke, anayasal hak ve özgürlüklerin korunmasını sağlar ve parlamentonun keyfî yasa yapmasını sınırlandırır.

2.Anayasal Kuralların Şekli Üstünlüğü

Daha önce anayasal kuralların içeriksel üstünlüğünü ele alarak, bunların normlar hiyerarşisinin zirvesinde yer aldığını gördük. Anayasal kuralların şekli üstünlüğü ise, sıradan hukuk kurallarına kıyasla değiştirilmelerinin daha zor olmasına dayanır. Anayasal kuralların şekli üstünlüğü, özellikle katı (sert) anayasalar altında ortaya çıkar. Katı anayasal sistemlerde, anayasa hükümleri sıradan yasalar gibi değiştirilemez veya aynı usulle yürürlüğe konulamaz. Anayasanın değiştirilmesi veya bazı maddelerinin revize edilmesi, daha karmaşık ve zorlayıcı bir prosedüre tabi tutulur. Bu nedenle, anayasal kuralların değiştirilmesi, sıradan yasaların değiştirilmesine kıyasla daha sıkı ve katı usullere bağlıdır. Böylece anayasanın istikrarı korunur ve devletin temel yapısında keyfî değişikliklerin önüne geçilir[7].

Anayasa Mahkemesi, anayasanın üstünlüğünü değerlendirirken, bu üstünlüğün yalnızca içerik açısından değil, aynı zamanda şekil açısından da sağlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Anayasanın üstünlüğü, yalnızca içerdiği hükümlerin niteliğinden kaynaklanmaz; aynı zamanda anayasal kuralların yasalar hiyerarşisindeki en yüksek konumda yer alması ve sıradan yasaların

[7] Anayasanın katılığı, ona belirli bir istikrar kazandırır. Bunun temel nedeni, anayasal ilkelerin parlamentodaki çoğunluk partilerinin siyasi eğilimlerine göre keyfi olarak değiştirilmemesi gerektiği anlayışıdır. Bu nedenle, anayasa değişikliklerinin sıradan yasalar gibi kolayca yapılmaması, aksine daha karmaşık ve zorlu prosedürlere tabi olması gerekmektedir. Bu tür katı değişiklik mekanizmaları, anayasanın siyasi dalgalanmalara karşı korunmasını sağlar ve anayasal düzenin istikrarını garanti eder. Bunun yanı sıra, katı anayasalar anayasal ilkelerin doğasıyla uyumludur. Çünkü anayasa, devletin yönetim sistemini ve temel hukukî çerçevesini belirleyen en yüksek hukuk normu olarak sıradan yasalardan üstün bir konumdadır. Bu üstünlükten hareketle, anayasanın değiştirilme prosedürleri de sıradan yasaların değişiklik prosedürlerinden daha katı olmalıdır. Aksi takdirde, anayasal düzenin üstünlüğü ve bağlayıcılığı zayıflayabilir.

anayasal çerçeveye uygun olmasının zorunluluğu ile de ilgilidir. Bu sayede anayasa, hukuk sisteminin yol gösterici ilkesi hâline gelir (Gözler, 2018, s. 49).

Bu bağlamda, hukuk teorisinde Hans Kelsen tarafından geliştirilen normlar hiyerarşisi kavramı, hukuki düzenin yapılandırılmasında önemli bir temel oluşturmuştur. Kelsen'e göre, hukuk düzeni, aynı seviyede yer alan normlardan değil, farklı seviyelerdeki normların birbirine bağlı olduğu bir sistemden oluşur. Bu sistemde, her alt seviyedeki norm, üst seviyedeki bir normdan türetilir. En üst seviyede yer alan anayasal normlar, tüm diğer hukuk kurallarına geçerlilik kazandıran temel kaynaktır (Turhan, 2018, s. 204). Bu nedenle, bir hukuk normu, ancak kendisini oluşturan üst normlara uygun olarak yaratıldığında geçerliliğe sahip olabilir. Anayasa, bu normatif yapının zirvesinde yer alır ve onun üstünlüğü, hukuk düzeninin temel taşıdır. Türkiye Anayasa Mahkemesi, anayasanın üstünlüğünü güvence altına alan en yüksek yargı organıdır. Anayasa Mahkemesi, 1982 Anayasası'nın 11. maddesi gereğince, anayasanın bağlayıcılığını ve üstünlüğünü vurgulamaktadır. Bu maddeye göre: "*Anayasa hükümleri, yasama, yürütme ve yargı organlarını, idare makamlarını, diğer kuruluş ve kişileri bağlayan temel hukuk kurallarıdır. Kanunlar, anayasaya aykırı olamaz.*"

Anayasa Mahkemesi, anayasanın yasama ve yürütme organlarını kuran temel hukukî belge olduğunu belirterek şu tespitte bulunmuştur: "*Anayasa, yasama ve yürütme yetkilerinin sınırlarını belirleyen ve bu yetkilerin nasıl kullanılacağını düzenleyen temel hukuk normudur. Bu nedenle, yasama organı tarafından çıkarılan herhangi bir yasa ya da yürütme organı tarafından alınan herhangi bir karar, anayasanın öngördüğü sınırları aşamaz. Anayasal normlar, tüm diğer hukukî normlardan üstün olup, hukuka uygunluğun temel ölçütünü oluşturur.*" (AYM, E. 2008/34, K. 2010/45, T. 4.6.2010)

a.Anayasanın Şekli Üstünlüğünün Hukukî Sonuçları

Anayasal kuralların şekli üstünlüğü, anayasanın yalnızca içeriksel değil, hukukî bağlayıcılık açısından da en yüksek norm olması gerektiğini ifade eder. Türkiye'de anayasanın üstünlüğünü sağlayan temel mekanizmalar şunlardır:

Anayasa değişikliklerinin özel prosedürlere tabi olması:

- Türkiye'de anayasanın değiştirilmesi için özel ve daha zorlu usuller uygulanmaktadır.
- 1982 Anayasası'nın 175. maddesine göre, anayasa değişikliği teklifi, TBMM üye tam sayısının en az üçte biri tarafından önerilebilir ve değişiklik için en az beşte üç (360) çoğunluk gereklidir.

- Anayasa değişikliği, TBMM'de üçte iki (400) çoğunluk ile kabul edilirse referanduma sunulmayabilir; ancak beşte üç (360-399) aralığında oy alırsa Cumhurbaşkanı tarafından zorunlu olarak referanduma götürülmelidir.

Anayasaya aykırı yasaların Anayasa Mahkemesi tarafından iptal edilmesi:

- TBMM tarafından çıkarılan yasalar, anayasal normlara uygun olmak zorundadır.
- Anayasaya aykırı yasalar, Anayasa Mahkemesi tarafından iptal edilebilir.
- Anayasa Mahkemesi, bireysel başvurular ve doğrudan iptal davaları aracılığıyla anayasal denetim yapmaktadır.

Anayasal normların devletin tüm organları için bağlayıcı olması:

- Yasama, yürütme ve yargı organları, anayasaya bağlı olarak hareket etmek zorundadır.
- Anayasanın üstünlüğü, devletin anayasal çerçevede yönetilmesini zorunlu kılar.
- Türkiye'de anayasanın şekli üstünlüğü, anayasa değişikliklerinin özel prosedürlere tabi tutulmasıyla sağlanmaktadır.

b.Anayasanın Şekli Üstünlüğü ve Katı Anayasa Sistemleri

Anayasal normların şekli üstünlüğü, özellikle katı (sert) anayasa sistemlerinde tam anlamıyla işlerlik kazanır. Türkiye'de de katı anayasa sistemi uygulanmaktadır. Bu sistemde:

- Anayasanın değiştirilmesi için özel ve daha karmaşık prosedürler uygulanır.
- Sıradan yasalar, anayasa ile çelişemez ve anayasa tarafından belirlenen çerçeveye uygun olmak zorundadır.
- Anayasal düzenlemelerin değiştirilmesi, halkın doğrudan onayına veya nitelikli çoğunluğa dayalı özel oylama prosedürlerine tabi olabilir.

Bu özellikler, anayasal normları sıradan yasalardan ayıran temel farkları ortaya koyar. Esnek (yumuşak) anayasalarda ise, anayasal düzenlemeler sıradan yasalar gibi değiştirilebildiğinden, anayasanın şekli üstünlüğü korunamaz. Anayasanın üstünlüğü iki farklı düzeyde değerlendirilmelidir. Bunlar içeriksel ve şekli üstünlüktür.

İçeriksel Üstünlük: Anayasal normların, içerdiği ilkeler ve hükümler açısından diğer hukuk normlarından üstün olması.

Şekli Üstünlük: Anayasal normların, sıradan yasalar gibi değiştirilememesi ve daha zorlu değişiklik prosedürlerine tabi olması.

Sonuç olarak Anayasanın şekli üstünlüğü, onun yalnızca içeriği açısından değil, değiştirilebilme ve uygulanabilme yöntemleri bakımından da en yüksek hukuk normu olarak kabul edilmesini gerektirir. Katı anayasa sistemleri, anayasanın üstünlüğünü koruma konusunda daha etkili olup, anayasa değişikliklerini belirli prosedürlere tabi tutarak anayasal düzenin istikrarını sağlar. Buna karşılık, esnek anayasa sistemlerinde, anayasa sıradan yasalar gibi değiştirilebildiğinden, anayasal normların üstünlüğü zayıflayabilir. Türkiye'de anayasanın şekli üstünlüğü katı anayasa sistemi ve anayasal yargı denetimi ile korunmaktadır. Sonuç olarak, anayasa yalnızca içeriksel olarak değil, şekilsel olarak da en üstün hukuk normudur. Bu üstünlük, onun değiştirilebilme sürecine getirilen özel düzenlemelerle korunur. Türkiye'de anayasanın üstünlüğü, Anayasa Mahkemesi'nin denetim mekanizmasıyla güçlendirilmiş ve anayasal düzenin keyfî değişikliklere karşı korunması sağlanmıştır (Keskinsoy ve Kayı, 2021, s. 1160).

c.Anayasal Kuralların Değiştirilemezliği ve İstikrarı

Genel kural olarak anayasal normlar daha istikrarlıdır ve sıradan yasalar gibi kolayca değiştirilemez. Bunun temel nedeni, anayasanın değişiklik sürecinin daha karmaşık ve zorlu usullere tabi olmasıdır. Ancak bu istikrar mutlak anlamda bir değişmezlik anlamına gelmez, çünkü mutlak değişmezlik, egemenliğin kaynağı olan halk iradesine aykırı olur. Özellikle hızla değişen toplumsal dinamiklere yanıt vermekte zorlanılması, anayasal düzen ile çağdaş gerçeklikler arasındaki gerilimi artırabilir (Yılmazoğlu & Perdecioğlu, 2019, s. 4). Türkiye'de 1982 Anayasası'nın değiştirilmesi için özel prosedürler öngörülmüştür. Anayasanın 175. maddesine göre:

- Anayasa değişikliği teklifi, TBMM üye tam sayısının en az üçte biri tarafından önerilebilir.
- Değişiklik önerisinin kabulü için en az beşte üç (360) çoğunluk gereklidir.
- TBMM'de üçte iki (400) çoğunluk ile kabul edilirse referanduma sunulmayabilir; ancak beşte üç (360-399) aralığında oy alırsa Cumhurbaşkanı tarafından zorunlu olarak referanduma götürülmelidir.

Bu mekanizma, anayasal normların hızlı ve kolay bir şekilde değişmesini engelleyerek anayasanın istikrarını sağlar.

d.Anayasa, Ancak Anayasa Kuralları ile Değiştirilebilir

Anayasa, normlar hiyerarşisinin en üstünde yer aldığından, yalnızca kendisiyle eşdeğer normlar tarafından değiştirilebilir veya yürürlükten kaldırılabilir. Bu, anayasanın sıradan yasalarla

değiştirilemeyeceği veya kaldırılmayacağı anlamına gelir. Anayasal normların üstünlüğü gereği, sıradan yasalarla anayasal düzenlemeler üzerinde değişiklik yapılamaz. Bu durum, hukuki sistemin bütünlüğünü korumada kritik bir rol oynar; yönetişimin temel ilkelerinin ve bireysel hakların geçici siyasi güçler tarafından kolayca değiştirilememesini sağlar. Bu ilke, demokratik değerleri ve insan onurunu zedeleyebilecek keyfi değişikliklere karşı bireysel hak ve özgürlükleri güvence altına aldığı için büyük önem taşır. Örneğin, Türkiye'de kurulan Anayasa Mahkemesi gibi anayasal yargı organları, kamu otoritesinin eylemlerinin temel hak ve özgürlüklere uygun olup olmadığını incelemekle görevlidir ve böylece bu hakların hukuki çerçeve içinde korunmasını pekiştirir (Azrak, 1962, s. 4). Anayasal değişmezlik ilkesi, hukuki kesinliği ve istikrarı güçlendirerek hukukun üstünlüğüne olan kamu güvenini artırır ve vatandaşların, haklarının siyasi değişimlerden bağımsız olarak korunacağını bilmesini sağlar.

e.Anayasaya Uygunluk ve Yasaların Anayasa Mahkemesi Denetimine Tâbi Olması

Anayasal kurallar, hukuk sisteminin en üst normlarını oluşturur ve bu nedenle yasama organı, çıkardığı yasaları anayasaya uygun olarak düzenlemekle yükümlüdür. Eğer yasama organı, anayasal normlara aykırı düzenlemeler yaparsa, bu düzenlemeler Anayasa Mahkemesi tarafından denetlenir ve iptal edilebilir. Nitekim Yargısal denetim, yalnızca yasaların anayasal ilkelere uygunluğunu sağlamaz, aynı zamanda anayasanın üzerinde üstünlük iddia eden belirli uluslararası hukuki normların geçersiz sayılmasını da güvence altına alır (Gözler, 2020, s. 207). Anayasa Mahkemesi, bu hususta şu hükmü vermiştir:

"Anayasa, içerdiği hükümler ve ilkeler ile devletin en yüksek hukuki normlarını oluşturur ve tüm diğer kanunların üzerinde yer alır. Eğer bir yasa anayasa ile çelişirse, anayasa hükümleri uygulanır ve aykırı yasa geçersiz sayılır." (AYM, E. 2008/34, K. 2010/45, T. 4.6.2010)

Aynı şekilde, Danıştay ve Yargıtay da anayasa üstünlüğü ilkesini benimsemektedir. Örneğin, Anayasa Mahkemesi'nin verdiği bir başka kararda şu ifadeye yer verilmiştir: *"Bir kanunun anayasaya aykırı olup olmadığına karar verilirken, sadece metinsel uygunluk değil, anayasanın ruhuna da uygunluk aranmalıdır. Anayasa, yasama ve yürütme organlarının yetkilerini belirleyen ve sınırlarını çizen temel hukuk normudur. Bu nedenle, anayasal normlara aykırı herhangi bir yasa geçerliliğini yitirir."*

f.Türkiye'de Anayasanın Şekli ve İçeriksel Üstünlüğü

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası katı bir anayasadır ve hem şekil hem de içerik açısından sıradan yasalardan üstündür. Bu üstünlük iki temel açıdan değerlendirilir:

a) Şekli Üstünlük: Türkiye Cumhuriyeti Anayasası katı bir anayasa olup, sıradan yasaların değiştirilme prosedürlerine göre çok daha karmaşık usullere tabi tutulur. Anayasa değişiklikleri için özel mekanizmalar gereklidir ve sıradan yasalarla değiştirilemez.

b) İçeriksel Üstünlük: Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, devletin temel yapısını, yönetim sistemini, birey hak ve özgürlüklerini belirleyen en üst hukukî metindir. Bu nedenle, yasama organı tarafından çıkarılan yasalar anayasanın öngördüğü çerçeveye uygun olmak zorundadır.

g.Anayasal Denetim ve Yargı Yetkisi

Anayasanın şekli üstünlüğü, ancak anayasal denetim mekanizması ile sağlanabilir. Türkiye'de Anayasa Mahkemesi, yasaların anayasaya uygunluğunu denetleme yetkisine sahiptir. Anayasa Mahkemesi'nin kararlarına göre: *"Anayasanın üstünlüğü, yalnızca bir ilke olarak kalamaz; bu üstünlük, anayasal denetim mekanizmaları ile somut bir güvenceye kavuşturulmalıdır. Anayasa Mahkemesi, anayasanın üstünlüğünü sağlamak ve devlet organlarının anayasaya uygun hareket etmesini denetlemekle yükümlüdür."*

Bu bağlamda, Anayasa Mahkemesi'nin görevi, yasama ve yürütme organlarının yetkilerini anayasa çerçevesinde kullanmasını sağlamak ve anayasa dışına çıkmalarını engellemektir. Sonuç olarak, Türkiye'de anayasanın üstünlüğü katı anayasa sistemi ve anayasal yargı denetimi ile korunmaktadır. Anayasanın şekli üstünlüğü, anayasa değişikliklerinin özel prosedürlere tabi tutulmasıyla sağlanır. Anayasanın içeriksel üstünlüğü ise, anayasanın belirlediği ilkeler çerçevesinde tüm yasaların düzenlenmesini zorunlu kılar. Özetle, anayasa yalnızca içerik açısından değil, şekil açısından da en üstün hukuk normudur. Bu üstünlük, anayasanın değiştirilme sürecine getirilen özel düzenlemeler ve Anayasa Mahkemesi'nin denetim mekanizmasıyla korunmaktadır. Türkiye'de anayasal düzenin keyfî değişikliklere karşı korunması, Anayasa Mahkemesi'nin denetimi ve anayasanın bağlayıcılığı ile güvence altına alınmıştır.

III.ANAYASA ÖNSÖZÜ VE ANAYASAL NORMLARIN HİYERARŞİSİ

Anayasaların başlangıç bölümleri, bir ulusun hukuki çerçevesini oluşturan temel ilkeleri ve değerleri belirleyen hayati bileşenlerdir. Yargısal yorumlamalar için gerekli bağlamı sağlayarak, mahkemelerin ve hukukçuların belirli hükümlerle ilgili niyetleri anlamalarına yardımcı olurlar. Bu yorumlayıcı rol, hukukun anayasal ruh ile uyumlu şekilde uygulanmasını sağlamak açısından gereklidir. Örneğin, Türk Anayasası anayasanın üstünlüğünü vurgulamakta ve tüm yasama, yürütme ve yargı organlarını bağlayıcı nitelikte olduğunu belirtmektedir (Yılmazoğlu ve Perdecioğlu, 2019, s. 3).

Anayasa önsözü (dibace), Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın temel ilkelerini ve hukuki felsefesini belirleyen önemli bir metindir. Ön söz, anayasanın içeriğini yönlendiren değerleri

ve devletin temel politikalarını ortaya koyması açısından hem siyasi hem de hukuki bir belge olarak kabul edilmektedir[8].

Türkiye'de anayasa önsözünün hukuki bağlayıcılığı tartışmalı olmakla birlikte, Anayasa Mahkemesi içtihatlarında önsözün anayasal hükümleri yorumlamada bir rehber niteliği taşıdığı belirtilmiştir. Anayasa Mahkemesi, önsözün anayasal normları açıklamaya yardımcı olabileceğini ve anayasa hükümlerinin ruhunu anlamak için bir referans noktası olduğunu vurgulamaktadır. Nitekim anayasalar yalnızca hukuki belgeler değil, aynı zamanda ideolojik manifestolar olarak da işlev görmektedir (Topuzkanamışş 2015, s. 4991). Bu durum ise hukukun toplumsal değerlerle uyumunu pekiştirmektedir.

1982 Anayasası'nın önsözü, Türk milletinin demokrasiye, Atatürk ilke ve inkılaplarına, hukukun üstünlüğüne ve insan haklarına bağlılığını ifade eden bir bildiri niteliğindedir. Ön söz, anayasal normların dayandığı değerleri ve anayasanın belirlediği yönetim felsefesini açık bir şekilde ortaya koyarak devlet organlarının anayasal çerçevede hareket etmesi için bir yönlendirici unsur olarak değerlendirilir. Türkiye Anayasa Mahkemesi, anayasanın önsözünü anayasal hükümleri yorumlamada dikkate alınması gereken bir metin olarak değerlendirmektedir. Mahkeme içtihatlarında, önsözün hukuki bağlayıcılığından ziyade anayasal normların anlamlandırılması ve yorumlanması açısından bir rehber niteliğinde olduğu vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, Anayasa Mahkemesi'nin bir kararında şu ifadelere yer verilmiştir: *"Anayasanın önsözü, anayasal hükümleri anlamlandırmada ve yorumlamada*

[8] Anayasa Önsözü: Tanımı ve Hukuki Niteliği**,** Dilbilimsel olarak "önsöz" (dibace), özenle hazırlanmış ve ardından gelen metne giriş niteliği taşıyan bir başlangıç bölümü anlamına gelir. Hukuki terminolojide ise, anayasa önsözü, anayasa metnine giriş niteliğinde olup, anayasal düzenin temel ilkelerini, yönelimlerini ve felsefesini ortaya koyan bölümdür.

Önsöz, anayasa metninin ilk bölümünü oluşturur ve içerdiği hukuki, siyasi ve toplumsal ilkeler ile anayasanın genel çerçevesini belirler. Kurucu iktidar tarafından anayasa metnine eklenen önsöz, anayasanın genel felsefesini, temel ilkelerini ve devletin hedeflediği hukuki ve siyasi yapıyı şekillendirir. Bu bağlamda önsöz, anayasal sistemin çerçevesini çizen ve anayasa normlarının yorumlanmasına yardımcı olan bir rehber niteliğindedir.

Anayasa önsözü, genellikle şu unsurları içerir:

1. Devletin temel ilkeleri (örneğin, Türkiye'de Atatürk ilke ve inkılapları, laiklik, demokratik devlet yapısı).
2. Anayasanın temel felsefesi ve yönelimi.
3. Anayasanın dayandığı toplumsal ve siyasal değerler.
4. Devletin anayasal hedefleri ve yöneticilerin uyması gereken ilkeler.
5. Birey hak ve özgürlüklerine ilişkin genel çerçeve.

Özellikle karşılaştırmalı anayasa hukukunda, anayasa önsözlerine farklı terminolojiler ile yer verilmektedir. Anayasaların hazırlanmasında farklı ülkeler, anayasa önsözüne ilişkin farklı kavramlar ve tanımlar kullanmışlardır. Ancak temel işlevleri açısından önsöz, anayasanın ruhunu, temel ilkelerini ve anayasal düzenin hukuki ve siyasi çerçevesini belirleyen metin olarak kabul edilmektedir.

Türkiye Anayasa Mahkemesi de önsözün anayasal normların yorumlanmasında dikkate alınması gereken bir metin olduğunu belirtmiştir. Mahkeme kararlarında, anayasanın önsözünün, anayasa hükümlerinin uygulanış biçimini belirlemede tamamlayıcı bir unsur olduğu ifade edilmektedir.

Sonuç olarak, anayasa önsözü, anayasal düzenin dayandığı temel ilkeleri belirleyen, devletin yönetim felsefesini ve hukuk sisteminin genel yönelimlerini ortaya koyan hukuki bir metindir. Anayasa Mahkemesi içtihatlarında da önsözün, anayasanın yorumlanması ve uygulanması açısından önemli bir rehber olduğu vurgulanmaktadır.

dikkate alınması gereken bir metindir. Anayasal normların amacını ve kapsamını belirleme noktasında önsöz, anayasal bütünlük çerçevesinde değerlendirilmelidir." (AYM, E. 2012/30, K. 2013/40, T. 5.7.2013)

Bu karar doğrultusunda, Anayasa Mahkemesi önsözün, anayasal normların amacını ve ruhunu ortaya koymada tamamlayıcı bir unsur olduğunu belirtmektedir. Özellikle anayasa hükümlerinin yorumlanması sürecinde, önsözde yer alan ifadelerin dikkate alınması gerektiği kabul edilmektedir. Çünkü Anayasal hükümler, özellikle önsöz, toplumun değişen ihtiyaçlarına ve hazırlanış sürecindeki niyetlere duyarlı bir şekilde yorumlanmalıdır. Bu yaklaşım, güçlü bir hukuk sisteminin korunması açısından kritik öneme sahiptir (Yılmazoğlu & Perdecioğlu, 2019, s. 4).

Önsöz, ayrıca devletin temel ilkelerini ve anayasal düzenin dayandığı esasları belirlemesi bakımından yürütme, yasama ve yargı organları açısından bir referans noktasıdır. Çünkü, başlangıç bölümleri yalnızca demokratik söylemin özünü ifade etmekle kalmaz, aynı zamanda anayasanın ana gövdesini oluşturan hukuki terminoloji ve kavramların zeminini de hazırlar (Korkut, 2017, s. 5). Türkiye'de de anayasal sistem içinde anayasa önsözü, anayasal düzenin istikrarını ve sürekliliğini sağlama amacı taşımaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın önsözü, anayasal normların yorumlanması ve uygulanması açısından yönlendirici bir nitelik taşımaktadır. Anayasa Mahkemesi içtihatları doğrultusunda, önsöz, anayasanın ruhunu ve temel ilkelerini anlamada bir kılavuz olarak değerlendirilmektedir.

Devletler, anayasa önsözlerine felsefi, siyasi ve hukuki ilkeleri içeren metinleri dahil etme eğilimindedir. Anayasa önsözü, devletin temel ilkelerini, yönetim felsefesini ve anayasal düzenin ana hatlarını belirleyen bir metin olarak kabul edilmektedir. Genellikle, önsözler, yeni bir siyasi rejimin oluşumu ve eski rejimden ayrışma sürecinde, devletin yeni sistemini belirleyen ilkeleri resmileştirmek amacıyla hazırlanır. Devletlerin anayasal ilkeleri belirleme yöntemleri iki temel yaklaşıma dayanır:

1. Anayasa önsözünde (dibace) temel ilkelerin açıkça belirtilmesi.
2. İnsan hakları sözleşmeleri veya anayasal bildirgeler gibi ayrı hukuki metinlerle bu ilkelerin güvence altına alınması.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın önsözü, anayasal sistemin temel dayanaklarını içeren, hukuki ve siyasi bir belge niteliği taşıyan bir metindir. 1982 Anayasası'nın önsözü, Türkiye'nin demokratik, laik ve sosyal hukuk devleti yapısını vurgulamakta ve Atatürk ilke ve inkılaplarına bağlılığı temel bir unsur olarak belirlemektedir. Anayasa Mahkemesi içtihatlarında da anayasa

önsözünün anayasal hükümleri yorumlamada bir rehber olarak dikkate alınabileceği belirtilmiştir. Öte yandan anayasal hükümlerin arkasındaki niyetlerin anlaşılması, önsöz üzerine kapsamlı bir inceleme gerektirir; çünkü bu bölüm, yasama süreci ve toplumun değişen ihtiyaçları hakkında önemli ipuçları sunmaktadır (Yılmazoğlu ve Perdecioğlu, 2019, s. 4). Bu bağlamda Mahkeme de önsözün anayasal normları açıklamada ve anayasa hükümlerinin amacını belirlemede önemli bir referans kaynağı olabileceğini kabul etmektedir. Dolayısıyla anayasal düzenin dar ve geniş anlamda yorumlanması mümkündür:

- **Dar anlamda anayasa:** Yalnızca anayasa metninde yer alan hükümleri içerir.
- **Geniş anlamda anayasa:** Anayasa metni yanında, anayasal değerleri içeren insan hakları sözleşmeleri, anayasal gelenekler ve anayasa önsözü gibi hukuki belgeleri de kapsar.

Türkiye'de anayasanın üstünlüğü ilkesi, Anayasa Mahkemesi tarafından anayasal normların diğer tüm hukuki düzenlemelerin üstünde kabul edilmesiyle güvence altına alınmıştır. Bu kapsamda, Anayasa Mahkemesi kararlarında anayasa önsözünün de anayasa hükümlerinin yorumlanmasında dikkate alınabileceği belirtilmiştir. Bu bağlamda önsöz ile anayasal maddeler arasındaki etkileşim, anayasal çerçevenin tutarlılığını artırmakta, yargı kararlarının ulusal ve uluslararası çerçevede temel hak ve özgürlükleri koruma hedefine uygun olmasını sağlamaktadır (Köküsarı, 2009, s. 3).

Bu konu, özellikle Fransız anayasa hukukunda önsözün anayasal değeri konusundaki tartışmalara benzer bir biçimde Türkiye'de de ele alınmaktadır. Fransa'da anayasal metinlerin kapsamı, 1789 İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirgesi, 1946 Anayasası'nın önsözü, 1958 Anayasası ve 2004 Çevre Şartı gibi belgeleri içerecek şekilde genişletilmiş ve bu durum, anayasa önsözünün hukuki bağlayıcılığı konusunda akademik tartışmalara yol açmıştır (Gözler, 2018, s. 74-81).

Türkiye'de anayasa önsözünün diğer anayasal normlarla aynı hukuki değere sahip olup olmadığı konusunda benzer bir tartışma söz konusudur. Anayasa Mahkemesi, anayasa önsözünü anayasal hükümlerle aynı düzeyde bağlayıcı bir norm olarak değil, ancak anayasal yorumda dikkate alınması gereken bir metin olarak değerlendirmiştir. Nitekim Türk hukuk hiyerarşisinde anayasal önsöz, anayasanın dayandığı temel değer ve ilkeleri yansıtan temel bir unsur olarak işlev görmektedir. Bu önem, yalnızca biçimsel bir unsur olmanın ötesine geçerek, önsözün yargısal yorumlar ve kararlar üzerindeki etkisini, anayasanın anlaşılması için ahlaki ve felsefi bir çerçeve sunmasıyla göstermektedir. Örneğin, Türk Anayasa Mahkemesi, geleneksel

yorumlama yöntemlerinden uzaklaşarak, uluslararası hukukun, özellikle de Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'nin (AİHS) etkisiyle şekillenen dinamik yorumlama yaklaşımlarını benimsemiştir (Köküsarı, 2019, s. 1).

Sonuç olarak, Türkiye'de anayasa önsözü, anayasal normların anlamlandırılması ve yorumlanması açısından tamamlayıcı bir nitelik taşımakta olup, anayasa hükümlerinin yorumunda Anayasa Mahkemesi tarafından dikkate alınmaktadır. Anayasa Mahkemesi içtihatları doğrultusunda, önsöz, anayasanın temel ilkelerini açıklayan ve devletin anayasal düzenini belirleyen önemli bir referans metni olarak kabul edilmektedir.

1.Anayasaların Hukuki Üstünlüğü ve Önsözlerinin Bağlayıcılığı

Anayasalar, devletin temel hukukî düzenini belirleyen, yasama, yürütme ve yargı organlarının yetki sınırlarını çizen ve bireylerin temel hak ve özgürlüklerini güvence altına alan üstün normlardır. Bu yönüyle anayasa, normlar hiyerarşisinin en üstünde yer alır ve diğer tüm hukuk kuralları anayasaya uygun olmak zorundadır. Bu üstünlük, anayasanın bağlayıcılığı ve değiştirilemez temel ilkeleri ile pekiştirilmiştir. Anayasaların giriş kısmını oluşturan önsözler ise genellikle anayasanın hazırlanış amacını, dayandığı temel değerleri ve ideolojik yönelimleri ortaya koyar. Ancak önsözlerin hukuki bağlayıcılığı konusu tartışmalıdır. Çoğu hukuk sisteminde anayasa önsözleri doğrudan bağlayıcı normlar olarak kabul edilmez; bunun yerine anayasanın yorumlanmasında yol gösterici, tamamlayıcı bir rol oynarlar. Dolayısıyla önsöz, anayasa hükümleriyle çelişmesi hâlinde belirleyici değildir.

Bununla birlikte bazı ülkelerde anayasa mahkemeleri önsözlere daha fazla anlam yüklemektedir. Fransa ve Hindistan gibi ülkelerde, mahkemeler önsözü anayasanın ayrılmaz bir parçası olarak kabul edip bağlayıcılığını tanımışlardır. Türkiye'de ise önsöz, Anayasa Mahkemesi tarafından anayasal yorumlara yardımcı bir unsur olarak kullanılmakta, ancak tek başına bağlayıcı bir norm olarak değerlendirilmemektedir. Sonuç olarak, anayasanın hukuki üstünlüğü tartışmasızken, önsözlerin bağlayıcılığı hukuk sistemlerinin içtihat ve yaklaşımlarına göre değişmektedir. Yine de önsözler, anayasal yorumun ideolojik ve tarihsel bağlamını sunması bakımından önemli bir işleve sahiptir.

2.Fransa ve Türkiye Örneği

Tarihsel analizlerde belirtildiği üzere, Fransa'da anayasa hukukunun ortaya çıkışı büyük ölçüde ekonomik krizlerle bağlantılıdır; bu da başlangıç bölümünde ifade edilen değerlerin önemli sosyo-ekonomik zorluklara yanıt olarak şekillendiğini göstermektedir (Benoît, 2012, s. 1). Bu doğrultuda Fransız anayasa hukukunda, önsözün anayasal değeri ve bağlayıcılığı tartışmalı bir konudur. Fakat 1946 Anayasası'nın önsözü, anayasal ilkelerin belirlenmesi açısından önemli bir referans metni olarak kabul edilmektedir. 1946 Anayasası, Fransız Cumhuriyeti'nin temel

yasalarına ve çağın gereklerine uygun ilkeleri tanıdığını ifade etmiş, bu durum anayasal normların kapsamının genişletilmesine yol açmıştır.

Bu tartışma, 1958 Fransız Anayasası'nın önsözünün 1789 İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirgesi'ne açıkça atıfta bulunmasıyla daha da belirginleşmiştir. Özellikle Fransa Anayasa Konseyi ve Danıştay, çeşitli kararlarında İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirgesi'ne dayanarak anayasal yorumlar yapmış, böylece anayasa önsözünün bağlayıcılığı güçlenmiştir. 16 Temmuz 1971 tarihli Anayasa Konseyi kararı, anayasa önsözünün anayasal hükümlerle eşdeğer bir norm olarak değerlendirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymuştur. Bu karar, yasama organı ve kamu yönetimi için önsözde yer alan hükümlerin bağlayıcı olduğunu kabul eden bir içtihat oluşturmuştur.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın önsözü ise, Fransız Anayasası'ndan farklı olarak numaralandırılmış hükümler içermemektedir. Ancak bu durum, Türkiye'de anayasa önsözünün hukuki değerini ortadan kaldırmamaktadır. Anayasa Mahkemesi içtihatlarında, önsözün anayasa hükümlerinin yorumlanması açısından önemli bir referans metni olduğu vurgulanmıştır.

Bu bağlamda, anayasal normlar arasında şekli ve içeriksel bir hiyerarşi olup olmadığı konusu ele alınmalıdır. Anayasal normların şekli ve içeriksel üstünlüğü, anayasa normlarının uygulanabilirliği ve bağlayıcılığı açısından önemli bir değerlendirme alanıdır. Bu çerçevede, anayasal normların hiyerarşik konumunu incelemek amacıyla bu bölüm iki başlık altında ele alınacaktır: Birincisi anayasal normlar arasındaki şekli hiyerarşi. İkincisi ise anayasal normlar arasındaki içeriksel hiyerarşi.

Bu ayrım, anayasa önsözünün diğer anayasal hükümlerle ilişkisini ve anayasa normlarının bağlayıcılığını daha net bir çerçevede ele almak için gereklidir. Anayasa Mahkemesi kararlarında, anayasanın şekli ve içeriksel üstünlüğünün, anayasal düzenin bütünlüğünü sağlama açısından kritik bir öneme sahip olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle, anayasal normların içsel yapısı, önsözün hukuki değeri ve anayasanın diğer hükümleriyle ilişkisi, anayasal bütünlük açısından detaylı bir şekilde incelenmelidir.

3.Anayasal Normlar Arasındaki Şekli Hiyerarşi

Anayasal normların kendi içinde hiyerarşik bir yapıya sahip olup olmadığı konusu, anayasa hukuku doktrininde tartışmalı bir mesele olmuştur. Özellikle Fransız ve Türk hukuk sistemlerinde, anayasal normlar arasında şekli bir hiyerarşinin bulunup bulunmadığı konusunda farklı görüşler ortaya çıkmıştır.

Fransa'da anayasal normların şekli üstünlüğü konusunda iki ana görüş bulunmaktadır. Birincisi anayasal metinler arasında bir hiyerarşi olduğunu kabul eden görüş, bazı anayasal hükümlerin

diğerlerinden daha üstün olduğunu savunmaktadır. İkincisi ise anayasa içindeki hükümler arasında doğrudan bir hiyerarşi bulunmadığını ileri süren görüş, anayasanın tüm hükümlerinin eşit derecede bağlayıcı olduğunu iddia etmektedir.

Benzer tartışmalar Türkiye'de de yaşanmış, özellikle 1982 Anayasası'nın önsözü ve anayasal hükümler arasındaki ilişki, anayasa hukukçuları arasında farklı yorumlara neden olmuştur. Anayasa önsözünün hukuki değeri ve anayasa normlarının yorumlanmasındaki rolü, anayasa yargısında sıkça gündeme gelen bir konu olmuştur. Bu tartışmayı detaylı incelemek için bu bölümü iki başlık altında ele alacağız:

1. Fransa'da anayasal normların şekli hiyerarşisi üzerine doktrinsel tartışmalar.
2. Türkiye'de anayasal normların şekli hiyerarşisi ve Anayasa Mahkemesi içtihatları.

4.Fransız Anayasa Hukukunda Anayasal Normların Şekli Hiyerarşisi

Fransız anayasa hukukunda, anayasal normların kendi içinde hiyerarşik bir yapıya sahip olup olmadığı uzun yıllardır tartışılmaktadır. Üçüncü Cumhuriyet dönemi anayasa hukukçuları arasında, hak bildirgeleri ve anayasa önsözlerinin hukuki değeri üzerine büyük bir görüş ayrılığı yaşanmıştır (Granger, 2011, s. 1). Bu tartışma özellikle şu belgeler çerçevesinde yoğunlaşmıştır:

- 1789 İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirgesi
- 1946 Fransız Anayasası'nın Önsözü
- 1958 Fransız Anayasası
- 2004 Çevre Şartı

1789 Bildirgesi ve 1946 Anayasası'nın önsözü, Fransa'da anayasal normlar içinde bir çeşit şekli üstünlük olup olmadığı sorusunu doğurmuştur. Bu bağlamda, anayasal normların hiyerarşisi konusunda iki ana görüş ortaya çıkmıştır (Gicquel, 2018, s. 124).

5.Anayasa içindeki bazı hükümler diğerlerinden daha üstündür görüşü

Bu görüşe göre, 1789 Bildirgesi ve 1946 Anayasası'nın önsözü gibi belgeler, anayasa hükümleri arasında özel bir statüye sahiptir. Fransa Anayasa Konseyi (Conseil Constitutionnel), 16 Temmuz 1971 tarihli kararıyla, anayasa önsözünün bağlayıcı ve anayasal hüküm niteliğinde olduğunu kabul etmiştir[9].

[9] 1958 tarihli Fransa Beşinci Cumhuriyet Anayasası (4 Ekim 1958'de kabul edilmiş, 23 Temmuz 2008'de son kez değiştirilmiştir), anayasanın önsözünü bağlayıcı bir anayasal norm olarak kabul etmiştir. Anayasa, Fransız Cumhuriyeti'nin hukuki temellerini belirlerken, önsözde yer alan ilkelere atıfta bulunarak, anayasanın dayandığı felsefi ve hukuki çerçeveyi de açıkça ortaya koymuştur.

Bu karar, yasama organı ve yürütme için önemli bir içtihat oluşturmuş ve Fransa'daki anayasal normların içsel bir hiyerarşiye sahip olduğu görüşünü güçlendirmiştir[10].

Fransa Anayasası'nın önsözü, 1789 İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirgesi, 1946 Anayasası'nın Önsözü ve 2004 Çevre Şartı'nda yer alan ilkelere atıf yaparak, anayasal düzenin yalnızca anayasa metninde yer alan hükümlerle değil, aynı zamanda önceki anayasal ve hukuki belgelerle de şekillendiğini göstermektedir. Bu bağlamda, Fransa Anayasa Konseyi (Conseil Constitutionnel), önsözün anayasal hükümlerle eşdeğer bir bağlayıcılığa sahip olduğunu içtihat haline getirmiştir.

Önsözde yer alan ifadeler şu şekilde özetlenebilir:

- Fransız halkı, 1789 İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirgesi'nde yer alan haklara ve ulusal egemenlik ilkelerine bağlılığını ilan etmektedir.
- Bu haklar, 1946 Anayasası'nın Önsözü ile genişletilmiş ve 2004 Çevre Şartı ile tamamlanmıştır.
- Fransız Cumhuriyeti, halkların kendi kaderini tayin hakkını kabul etmekte ve denizaşırı topraklara yönelik yeni demokratik kurumlar oluşturulmasını öngörmektedir.
- Anayasanın 1. maddesi, Fransa'nın bölünmez, laik, demokratik ve sosyal bir cumhuriyet olduğunu vurgulamakta, tüm vatandaşların yasa önünde eşitliğini garanti etmekte ve kadın-erkek eşitliğini anayasal bir ilke olarak tanımlamaktadır.

Diğer taraftan, aynı şekilde Türkiye Cumhuriyeti Anayasası Kapsamında bir değerlendirilirse, Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nda, Fransa Anayasası'nda olduğu gibi, anayasa önsözünün hukuki değeri ve anayasal normlarla ilişkisi tartışmalı bir konu olmuştur. 1982 Anayasası'nın önsözü, anayasanın ruhunu ve dayandığı temel ilkeleri açıklayan bir metin olarak değerlendirilmekte, ancak anayasa hükümleriyle aynı düzeyde bağlayıcılığa sahip olup olmadığı hususu doktrinde farklı görüşlere konu olmaktadır.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın önsözü, Fransa Anayasası'nda olduğu gibi anayasanın temel ilkelerini ve devletin yapısını belirleyen bir metin niteliğindedir. Ön sözde yer alan bazı temel ilkeler şunlardır:

- Atatürk ilke ve inkılaplarına bağlılık
- Demokratik, laik ve sosyal hukuk devleti ilkesi
- Egemenliğin kayıtsız şartsız millete ait olduğu ilkesi
- Türk vatandaşlarının eşitliği ve insan haklarına saygılı devlet anlayışı

Anayasa Mahkemesi, önsözün anayasal normların yorumlanmasında dikkate alınması gerektiğini belirterek, şu tespitte bulunmuştur:

"Anayasa'nın önsözü, anayasal hükümleri anlamlandırmada ve yorumlamada dikkate alınması gereken bir metindir. Anayasal normların amacını ve kapsamını belirleme noktasında önsöz, anayasal bütünlük çerçevesinde değerlendirilmelidir." (AYM, E. 2012/30, K. 2013/40, T. 5.7.2013)

Bu karar doğrultusunda, Türkiye Anayasa Mahkemesi, anayasa önsözünün anayasa hükümlerinin ruhunu ve temel ilkelerini açıklamak için bir rehber olarak değerlendirilebileceğini, ancak anayasal normlarla doğrudan bağlayıcılığı açısından anayasa metni ile eşdeğer olmadığını ifade etmiştir.

Önsözün bağlayıcılığına ilişkin hukuki tartışmalar:

- Fransız Anayasa Konseyi, anayasa önsözünün anayasal normlarla aynı seviyede bağlayıcı olduğunu kabul etmektedir.
- Türkiye Anayasa Mahkemesi ise önsözün anayasal yorum açısından bir rehber niteliğinde olduğunu, ancak anayasa hükümleriyle aynı düzeyde bağlayıcı kabul edilemeyeceğini içtihat haline getirmiştir.

Bu durum, Türkiye'de anayasal normlar arasındaki hiyerarşik ilişkinin, Fransa'dakinden farklı bir anlayışla değerlendirildiğini göstermektedir. Türkiye'de anayasa önsözü, anayasa hükümlerinin ruhunu açıklayan tamamlayıcı bir metin olarak kabul edilmekte, ancak anayasal bir hüküm olarak doğrudan uygulanabilirliği bulunmamaktadır.

Sonuç olarak Fransa Anayasası'nda önsöz, anayasal normlarla aynı seviyede bağlayıcı kabul edilmekte ve anayasal yorumda temel bir kaynak olarak kullanılmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nda ise önsöz, anayasal hükümleri anlamlandıran ve yorumlamaya yardımcı olan bir metin olarak görülmektedir, ancak doğrudan uygulanabilirliği bulunmamaktadır. Türkiye Anayasa Mahkemesi'nin içtihatları doğrultusunda, anayasa önsözü, anayasanın temel ilkelerinin açıklanması ve anayasal normların anlamlandırılması açısından önemli bir rol oynamakta, ancak anayasa hükümleri ile eşdeğer bir bağlayıcılığa sahip kabul edilmemektedir.

[10] Bkz. Constitutional Council Decision No 99-414 DC, Re Agricultural Orientation, 8 July 1999

6.Anayasa içindeki tüm hükümler eşittir görüşü

Bu görüşü savunanlar, anayasanın tüm maddelerinin aynı düzeyde hukuki bağlayıcılığa sahip olduğunu ve herhangi bir hiyerarşik ayrımın hukuki dayanağının bulunmadığını savunmaktadır. Fransız Danıştayı (Conseil d'État), bazı kararlarında anayasa içindeki farklı bölümler arasında şekli bir hiyerarşi bulunmadığını belirtmiştir.

7.Türkiye'de Anayasal Normların Şekli Hiyerarşisi ve Anayasa Mahkemesi İçtihatları

Türkiye'de anayasal normlar arasında şekli bir hiyerarşi bulunup bulunmadığı meselesi, Fransa'dakine benzer bir akademik tartışma yaratmamış olmakla birlikte Anayasanın getirdiği kurallar arasında yapılan bir sıralama veya hiyerarşi, normlar arasında eşitlik ilkesinin bulunduğunu kabul etmektedir. Yani, bir hukuk kuralı, başka bir kuraldan daha üstün veya eşitlenmiş olamaz; hepsi eşit değerdedir Ateş (2024). Öte yandan Anayasa Mahkemesi'nin bazı kararlarında anayasa önsözünün anayasal normları yorumlamada dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. 1982 Anayasası'nın önsözü, Fransız Anayasası'ndaki gibi numaralandırılmış hükümler içermemekle birlikte, Anayasa Mahkemesi kararlarında anayasal yorum açısından önemli bir referans metni olarak kabul edilmiştir. Nitekim Anayasa Mahkemesi, yasaların anayasaya uygunluğunu denetlerken, normların eşitliği ilkesine bağlı kalarak kararlar almakta ve bu durum mahkemelerin kararlarının anayasaya dayandığını vurgulamaktadır (Duygun, 2023).

Anayasa Mahkemesi, anayasal normların uygulanabilirliği konusunda şu temel içtihatları benimsemiştir:

1. Anayasa hükümleri arasında normatif bir hiyerarşi bulunmamakla birlikte, anayasa önsözü anayasal normların yorumlanmasında tamamlayıcı bir unsur olarak kullanılabilir.

2. Anayasa, devletin temel normlarını belirleyen en yüksek hukuki metindir ve yasama organı, anayasanın ruhuna ve önsözde belirtilen ilkelere uygun hareket etmelidir.

3. Anayasa Mahkemesi, anayasa önsözünün anayasa hükümlerinin anlamlandırılmasında bir araç olarak kullanılabileceğini ancak anayasa önsözünün tek başına bir norm kaynağı olarak değerlendirilemeyeceğini vurgulamıştır.

Bu çerçevede, Türkiye'de anayasal normlar arasında şekli bir hiyerarşi bulunup bulunmadığı konusunda net bir ayrım olmamakla birlikte, anayasa önsözünün anayasal yorum açısından

dikkate alınabileceği yönünde Anayasa Mahkemesi kararları bulunmaktadır[11]. Anayasa Mahkemesi'nin bir kararında şu ifadeye yer verilmiştir: *"Anayasa'nın önsözü, anayasal hükümlerin amacını ve ruhunu anlamada bir rehber olarak değerlendirilmelidir. Ancak anayasa önsözü, anayasal normlar içinde doğrudan bir hiyerarşi oluşturmaz."* (AYM, E. 2012/30, K. 2013/40, T. 5.7.2013)

Sonuç olarak, Fransa'da anayasa önsözü ve hak bildirgelerinin anayasal normlar arasındaki yeri konusunda bir tartışma bulunmakta olup, Anayasa Konseyi, anayasa önsözünün bağlayıcılığını kabul eden içtihatlar geliştirmiştir. Türkiye'de ise Anayasa Mahkemesi, anayasa önsözünün anayasal normları yorumlamada kullanılabileceğini ancak anayasa hükümleri arasında doğrudan bir hiyerarşi oluşturmadığını belirtmiştir.

Bu doğrultuda, Türkiye'de anayasal normlar arasındaki şekli hiyerarşi, Fransa'daki gibi açık bir içtihat sistemine dayanmamakla birlikte, anayasa önsözünün anayasal yorum açısından tamamlayıcı bir rol oynadığı kabul edilmektedir. Anayasa Mahkemesi içtihatları çerçevesinde, anayasanın tüm hükümleri bağlayıcı olmakla birlikte, önsöz anayasal ilkelerin anlamlandırılmasında ve yorumlanmasında bir referans noktası olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, Anayasa Mahkemesi, kararlarında anayasaların ruhunu ve önsözlerini dikkate alarak genişletici bir yorum benimseyebilir (Oğuz et al., 2024).

Anayasal normların kapsamı ve hiyerarşik yapısı, günümüzde medya özgürlüğü, kişisel verilerin korunması ve dijital haklar gibi konuları da içerecek şekilde genişlemiştir. Fransa'da anayasal gelişmeler, medya çoğulculuğunu, kişisel verilerin korunmasını ve internet erişimini temel haklar olarak tanımlamaktadır.

- Medya çoğulculuğu (The requirement of pluralism of the media) anayasal bir gereklilik olarak kabul edilmekte, demokratik toplumun temel taşı olarak değerlendirilmektedir[12].
- Kişisel verilerin korunması hakkı (The right to protection of privacy of personal data) bireyin mahremiyetini koruma açısından anayasal düzeyde bir hak olarak güvence altına alınmaktadır[13].

[11] Bkz. Constitutional Council Decision No 83-165 DC, Re University freedoms, 20 July 1984; Constitutional Council Decision No 2010-20/21, QPC, University freedoms, 6 August 2010. Bell (John), «French Constitutional Law», Clarendon press, Oxford, 1992, PP. 155 - 6

[12] Bkz. Constitutional Council Decision No 82-141 DC, Re Audiovisual Communication, 27 July 1982. Constitutional Council Decision No 84 – 173 re Cable Television, 27 July 1984. Constitutional Council Decision No 84 – 181 DC re Concentratio, Financial Transparency and the plura;ism of the press, 11 October 1984. Bell (John), "French Constitutional Law", Op.Cit., PP. 172 - 6

[13] Bkz. Constitutional Council Decision No 93-325 DC, re Immigration Laws, 13 August 1993.

- İnternet erişim hakkı, bir temel özgürlük olarak (The right to access the internet as a fundamental freedom) kabul edilmekte, bireylerin bilgiye ulaşım hakkını garanti etmektedir[14].

Bu hakların anayasal normlar içinde yer alması, anayasa önsözünün ve temel hak bildirgelerinin normatif statüsüyle doğrudan ilişkilidir.

8.Fransa'da Anayasa Önsözünün Hukuki Değeri

Fransa'da 1946 Anayasası'nın Önsözü anayasal normlarla eşdeğer bir bağlayıcılığa sahiptir. Nitekim Toplumun ortak değerleri ve hedefleri, anayasa önsözünde yer almakta ve bu durum anayasanın uygulamasında toplumsal bir mutabakat oluşmasına katkıda bulunmaktadır (Atmaca ve Göç, 2020). Fransız yargı organları, önsözde yer alan hükümlerin doğrudan uygulanabilirliğini kabul etmiş ve çeşitli içtihatlarla bunu desteklemiştir:

- 22 Ocak 1947 tarihli Seine Medeni Mahkemesi kararı, vasiyet yoluyla bir mirasçının Yahudi biriyle evlenmesi durumunda mirastan mahrum bırakılmasını düzenleyen bir koşulu, anayasa önsözündeki eşitlik ilkesine aykırı bularak iptal etmiştir.
- Fransız Yargıtay'ının 27 Mart 1952 tarihli kararı, işçilerin greve gitmesinin iş akdinin feshi için yeterli bir neden olmadığını hükme bağlamış, bu karar anayasanın önsözünde belirtilen sosyal haklara dayanmıştır.
- Fransa Danıştay'ının 28 Mayıs 1954 tarihli kararı, siyasi görüşleri nedeniyle kamu yönetimi sınavına girmesi engellenen adayların haklarının ihlal edildiğini belirtmiş ve anayasa önsözünün kamu görevlilerinin siyasi görüşlerinden dolayı ayrımcılığa uğramamasını güvence altına aldığını ifade etmiştir.

Bu içtihatlar, anayasa önsözünün, anayasa metni ile aynı hukuki değerde kabul edildiğini ve bütün anayasal normları bağladığını göstermektedir. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası kapsamında genel olarak değerlendirildiğinde, 1982 anayasanda önsözünün hukuki statüsü konusunda Fransa'dakine benzer bir yargısal içtihat gelişimi bulunmamaktadır. 1982 Anayasası'nın önsözü, anayasanın temel ilkelerini açıklayan bir metin olarak kabul edilmekte, ancak doğrudan uygulanabilirliği konusunda doktrinde farklı görüşler bulunmaktadır. Nitekim anayasa önsözü, sadece bir başlangıç noktası olarak değil, anayasanın uygulamada bir rehberlik niteliği taşıyan önemli bir belge olarak da değerlendirilmelidir (Adıgüzel, 2023).

Anayasa Mahkemesi, anayasa önsözünün anayasal normları yorumlamada dikkate alınması gerektiğini belirterek şu ifadeleri kullanmıştır: "*Anayasanın önsözü, anayasal hükümleri*

[14] Bkz. Constitutional Council Decision No 2009-580 DC, HADOPI, 10 June 2009.

anlamlandırmada ve yorumlamada dikkate alınması gereken bir metindir. Anayasal normların amacını ve kapsamını belirleme noktasında önsöz, anayasal bütünlük çerçevesinde değerlendirilmelidir." (AYM, E. 2012/30, K. 2013/40, T. 5.7.2013)

Bu bağlamda, Türkiye'de anayasa önsözü, anayasa hükümlerinin yorumlanmasına yardımcı bir metin olarak kabul edilmekte, ancak anayasal normlarla doğrudan eşdeğer bağlayıcılığa sahip olduğu yönünde bir içtihat bulunmamaktadır.

Anayasa önsözü ile anayasal normların hiyerarşik ilişkisi ise, Fransız anayasa hukukunda, anayasa önsözlerinin anayasal normlarla eşdeğer olup olmadığı konusu farklı görüşler çerçevesinde ele alınmıştır:

1. Önsözün anayasa ile aynı düzeyde bağlayıcı olduğunu savunan görüş, önsözde yer alan ilkelerin anayasanın tüm hükümlerine yön veren temel normlar olduğunu belirtmektedir.

2. Önsözde yer alan bazı hükümlerin doğrudan uygulanabilir, bazılarının ise yasama organının düzenlemesine ihtiyaç duyduğunu savunan görüş, önsözün normatif etkisinin içerdiği ilkelere bağlı olarak değiştiğini öne sürmektedir.

3. Önsözün yalnızca yasama organına rehberlik eden siyasi bir metin olduğunu savunan görüş, önsözde yer alan ifadelerin anayasal normları doğrudan bağlamadığı görüşündedir.

Bu görüşlerin sonucu olarak, Fransız Anayasa Konseyi, önsözde yer alan bazı ilkelerin doğrudan uygulanabilir olduğunu kabul etmiş ve anayasal normlarla aynı seviyede değerlendirildiğine hükmetmiştir.

Türkiye'de ise, anayasa önsözüne ilişkin yargı kararları, önsözün anayasa hükümlerini yorumlamada bir referans olarak kullanılabileceğini ancak anayasal bir hükümle eşdeğer hukuki bağlayıcılığa sahip olmadığını ortaya koymaktadır.

Genel bağlamda Anayasa Mahkemesi, norm denetiminde anayasa metnini yorumlarken, önsözdeki ilkelere atıfta bulunarak hukukun uygulanabilirliğini sağlamaktadır. Bu durum, anayasa önsözünün yalnızca sembolik bir belge olmadığı, aynı zamanda anayasal normların yorumunda nasıl bir hedef ve değer çerçevesinde şekillendiğini gösterir (Özkaya ve Toprak, 2022; Karaman, 2024).

9.1982 Türkiye Anayasası'nda Anayasa Önsözünün Hukuki Değeri

1982 Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın Önsözü, anayasanın temel ilkelerini ortaya koyan ve anayasa metninin bütününe yön veren bir belge niteliği taşımaktadır. Anayasanın önsözü,

toplumun ortak değerlerini ve hedeflerini yansıtarak anayasal düzenin dayandığı ilkeleri ifade eder. Ancak, Türkiye'de önsözün hukuki bağlayıcılığı konusunda Fransa'daki gibi güçlü bir yargısal içtihat gelişimi bulunmamaktadır (Atmaca ve Göç, 2020).

Anayasa Mahkemesi içtihatlarında, anayasa önsözünün doğrudan uygulanabilir bir norm olmadığı, ancak anayasa hükümlerinin yorumlanmasında dikkate alınması gereken bir metin olduğu belirtilmiştir. Örneğin, Anayasa Mahkemesi'nin 5 Temmuz 2013 tarihli kararında şu ifadeler yer almıştır: *"Anayasanın önsözü, anayasal hükümleri anlamlandırmada ve yorumlamada dikkate alınması gereken bir metindir. Anayasal normların amacını ve kapsamını belirleme noktasında önsöz, anayasal bütünlük çerçevesinde değerlendirilmelidir."* (AYM, E. 2012/30, K. 2013/40, T. 5.7.2013)

Bu bağlamda, Türkiye'de anayasa önsözü doğrudan uygulanabilir bir norm olarak kabul edilmemekte, ancak anayasal normların yorumlanmasında yol gösterici bir belge olarak değerlendirilmektedir. Doktrinde bazı görüşler, önsözün sadece sembolik bir belge olmadığını, anayasanın ruhunu ve temel ilkelerini ortaya koyarak uygulamada rehberlik edici bir rol oynadığını savunmaktadır (Adıgüzel, 2023).

Anayasa Önsözü ile anayasal normların hiyerarşik ilişkisi, Türkiye bağlamında değerlendirildiğinde, önsözün anayasal normlarla doğrudan aynı düzeyde bağlayıcılığa sahip olmadığı görülmektedir. Ancak aşağıdaki görüşler doğrultusunda bir tartışma mevcuttur:

1. Önsözün anayasanın bir parçası olduğunu ve anayasa hükümlerine yön veren temel ilkeleri içerdiğini savunan görüş, önsözün hukuki değer taşıdığını kabul etmektedir.

2. Bazı görüşler, önsözdeki ilkelerin doğrudan uygulanabilirlikten ziyade yasama organına rehberlik eden soyut ilkeler olduğunu, bu nedenle önsözün normatif etkisinin sınırlı olduğunu ileri sürmektedir.

3. Önsözün yalnızca siyasi ve ideolojik bir metin olduğunu, hukuki bağlayıcılığının bulunmadığını savunan yaklaşımlar da bulunmaktadır.

Türkiye'deki anayasal yargı uygulamalarında, Anayasa Mahkemesi, önsözde yer alan temel değerlere ve ilkelere zaman zaman atıf yaparak norm denetimi gerçekleştirmektedir. Bu durum, önsözün anayasa hükümlerini yorumlamada etkili bir referans noktası olarak kullanıldığını ve anayasanın bütünsel yorumunda önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, 1982 Anayasası'nın önsözü anayasal normların doğrudan bir parçası olmasa da anayasa metninin ruhunu ve yorumunu şekillendiren önemli bir metin olarak kabul edilmekte ve anayasa uygulamasında hukuki bir rehber niteliği taşımaktadır.

SONUÇ

Fransa ve Türkiye'nin anayasal sistemleri arasında, anayasa önsözlerinin hukuki bağlayıcılığı ve anayasal normlarla ilişkisi bakımından önemli farklar bulunmaktadır. Fransa'da Anayasa Konseyi, 1971 tarihli ünlü "*Özgürlükler Derneği*" kararı başta olmak üzere çeşitli kararlarıyla anayasa önsözünü ve dolayısıyla 1789 tarihli İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirgesi ile 1946 Anayasası'nın önsözünü anayasa ile eşdeğer normatif değere sahip olarak kabul etmiş, bu belgeleri doğrudan uygulanabilir anayasal normlar olarak değerlendirmiştir. Bu yaklaşım doğrultusunda, Fransa'da anayasa önsözü yalnızca yorumlayıcı bir metin değil, doğrudan bağlayıcılığı olan bir anayasal norm olarak işlem görmektedir.

Buna karşın Türkiye'de anayasa önsözü, Anayasa Mahkemesi içtihatlarında anayasa hükümlerinin yorumlanmasında yardımcı bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Türk anayasa yargısı, önsözün bağlayıcı bir normatif statüye sahip olmadığını açıkça ifade etmekte, önsöz hükümlerini anayasa normlarını şekillendiren veya doğrudan hak ve ödevler doğuran bir kaynak olarak görmemektedir. Bu bağlamda, Türkiye'de anayasa önsözü, doğrudan uygulanabilir bir normdan ziyade, anayasal ilkelerin yorumunda başvurulan tamamlayıcı bir belge niteliğindedir.

Fransa'daki anayasal gelişim sürecinde, 1789 İnsan ve Yurttaş Hakları Bildirgesi'nin anayasal değeri konusunda da doktrinel farklılıklar mevcuttur. Carré de Malberg gibi bazı hukukçular, bu bildirgenin yalnızca tarihsel, ideolojik ve felsefi bir anlam taşıdığını, hukuken bağlayıcı bir metin olmadığını savunmaktadır. Malberg'e göre, bildirge anayasa metninin parçası olarak kabul edilmediği sürece doğrudan anayasal bir değer taşımaz. Bu görüşü destekleyen Esmein gibi hukukçular da bildirgelerin anayasa yürürlükte olduğu sürece geçerli olabileceğini, anayasa değiştiğinde ise geçerliliğini yitirdiğini ileri sürmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası kapsamında ise temel hak ve özgürlüklerin dayanağı, doğrudan anayasa metni içerisinde açıkça tanımlanmış normatif düzenlemelerdir. Türkiye'de, bildirgeler veya önsöz niteliğindeki metinlerin anayasa hükümleriyle eşdeğer bir bağlayıcılığı olduğu yönünde yargısal ya da doktrinel bir kabul bulunmamaktadır.

Bu karşılaştırmalı değerlendirme, anayasal normlar arasında şekli ve içeriksel hiyerarşiye ilişkin anlayışların ülkeden ülkeye farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Fransa'da, önsöz ve hak bildirgeleri anayasal düzenin asli unsurları arasında yer almakta ve bağlayıcı kabul edilmektedir. Türkiye'de ise anayasa önsözü tamamlayıcı ve yönlendirici bir belge olarak görülmekte; anayasal bağlayıcılık bakımından hükümlerle aynı seviyede değerlendirilmemektedir. Bu durum, Türkiye'de anayasal normatif yapıdaki hiyerarşik düzenin Fransa'dakinden daha sınırlı biçimde ele alındığını göstermektedir.

KAYNAKÇA

A.V. Dicey, (1941). Introduction to the Study of the Lavv of the Constitution, Ninth Edition (London).

Acaray, D. (2022). Anayasa Mahkemesi Kararlarında Temel Hak ve Hürriyetleri Sınırlandırma Sebebi Olarak Milli Güvenlik. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 71(1), 167-206.

Adıgüzel, R. (2023). Hukuk Devleti Bağlamında Türkiye'de Olağanüstü Hal Rejiminin Sınırları. Ankara Barosu Dergisi, 81(3), 1-47.

Araslı, U. (2015). Anayasa Mahkemesi İptal Kararları Açısından ANAYASAL TEMEL İLKE VE KAVRAMLAR. Türkiye Barolar Birliği.

Arslan, M. (2023). "Olağanüstü Zamanaşımıyla Taşınmaz Mülkiyetin Kazanılması ve İyi Niyet Şartının Aranmayışı ile Anayasa Mahkemesi Kararının Getirdiği Değişikliklerin Değerlendirilmesi." İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 14(1), 141-152.

Atar, Y. (1989) Anayasanın Bağlayıcılığı ve Üstünlüğü İlkesi

Ateş, Z. (2024). "2023'den Günümüze Anayasa Mahkemesi'nin Türk Medeni Kanunu'nda İptal Ettiği Hükümlerin Değerlendirilmesi." ERÜHFD, 19(2), 675-724.

Atmaca, Y. ve Göç, E. (2020). Türkiye'de 1960 ve 1980 kurucu meclisleri: demokratik nitelikleri bağlamında karşılaştırmalı bir değerlendirme. Opus Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 16(28), 1-1.

Benoît J. A. (2012). Fransa'daki Mali Krizin Anayasal Sonuçları.

Delice, A. (2024). Anayasa yargisi karşisinda parlamento egemenliğini yeniden düşünmek. Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, (60), 1-30.

Duygun, A. (2023). "Anayasa Yargısında Spor Hukuku Uyuşmazlıkları" İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 14(2), 554-567.

Dündar-Coecke, S. (2021). Lisans Öğrencilerinin İnsan Hakları Duyarlılığına İlişkin bir Araştırma. Eğitim Bilimleri Dergisi, 53(53), 363-378.

Egemen, E. (2023). Anayasa yargısının demokratik meşruluğu sorunu. Antalya Bilim Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi, 3(1), 22-42.

Gicquel, J. (2017) "Droit constitutionnel et institutions politiques", 31 édition. LGDJ.

Gözler, K. (2018). Anayasa Hukukunun Genel Esasları. Ekin Basım Yayın Dağıtım.

Gözler, K. (2020). Anayasa Hukukunun Genel Teorisi. Ekin Yayınları.

Granger, M. P., (2011), "The Preamble(s) of the French Constitution : content, status, uses and amendment", ACTA JURIDICA HUNGARICA, 52, No 1, (2011), P.1, 9-10.

Hamzah, H. (2020). The constitutional interpretation on the natural resource: originalist vs non-originalist interpretation. Hasanuddin Law Review, 5(3), 299.

Işık, S. (2023). The sui generis nature of the british constitutional system in changing aspects and the future of the unwritten constitution. Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 27(2), 399-441.

Kabashi, D. and Karpuz, T. (2024). Sosyalist yugoslavya döneminde kosova'ya ilişkin anayasal statü değişikliklerinin siyasi temelleri. Balkan Araştırma Enstitüsü Dergisi, 13(1), 177-206.

Karaman, B. (2024). Anayasa Mahkemesi'nin Norm Denetiminde Metodoloji ve Anayasal Ölçü Normlar. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1(47), 68-80.

Keskinsoy, Ö. ve Kaya, S. B., (2021), "Hukuk Devletinin Kanun Devletine Anayasal Devletin Anayasalı Devlete Evrilmesi." Ankara Üni. Hukuk Fak. Dergisi, 70 (3) 2021: ss.1147-1206

Keskinsoy, Ömer ve Semih Kaya. (2021) " Türk Anayasacılığının Dünü ve Bugünü" İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi 12, sy. 1, ss. 48-65.

Korkut, L. (2017). Başlangıç Kısımlarının Hukuki Etkisi, Temel Nitelikleri ve 1982 Anayasası: Karşılaştırmalı Bir Analiz. İstanbul Medipol Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi.

Kortmann, C. (2004). The French Republic' in Lucas Prakke and Member States, Kluwer,

Köküsari, İ. (2009). Anayasa Mahkemesi kararlarının türleri ve nitelikleri (Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Özkaya, Ö. ve Toprak, İ. (2022). Anayasa Mahkemesi Kararları Işığında Bir İnsan Hakkı Olarak Kişisel Verilerin Korunması. Sayıştay Dergisi, 33(124), 71-99.

Şeref, İ. (2002). Türk Parlamento Hukuku Açısından Son Anayasa Değişiklikleri. Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 51(1),

Topuzkanamış, S. E., (2014). Anayasalar yoluyla toplum tasarımı ve inşası: Anayasaların gerçek sahipleri ve anayasacılık süreçlerinde birey. Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi.

Turan, R. (2017). Öğretmen Adayları ve Öğretmenler İçin İnsan Hakları ve Demokrasi Eğitimi.

Turhan, M., (2018). Hans Kelsen'e Göre Anayasa Kavramı, Anayasanın Fonksiyonu ve Anayasa Yargısı, Çankaya Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, Cilt: 3, Sayı: 1.

Türkeli, G. (2020). Schmitt ve kelsen'in görüşleri ekseninde anayasanın koruyuculuğu tartışması. Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi, 26(2), 980-1005.

Ulu, G. (2021). Tanzimat dönemi hukukta modernleşme. Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 26(1), 235-264.

Uygun, O. (2022). Hukukun Üstünlüğü İlkesi. YÜHFD.

Ülkü Azrak, A. (1962). Türk Anayasa Mahkemesi Anayasa Düzenindeki Yeri- Teşkilâtı-Fonksiyonları. İstanbul Üniversitesi Hukuk Fakültesi Mecmuası.

Ünal, F. (2012). Ortaokul Vatandaşlık ve Demokrasi Eğitimi Öğretim Programı ve Ders Kitaplarında İnsan Hakları Üzerine Bir Çözümleme Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 1(1), 110-110.

Wallenberg, R. (2012). The rule of law: A guide for politicians. Institute of Human Rights and Humanitarian Law, Hague Institute for the Internationalisation of Law.

Wallenberg, R., (2012). İnsan Hakları ve İnsancıl Hukuk Enstitüsü & Uluslararası Hukukun Yaygınlaştırılması İçin Lahey Enstitüsü.

Yerdelen, O. (2024). Anayasayi ihlal suçunun konusu olarak türkiye cumhuriyeti'nin anayasal düzeni. Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi.

Yılmaz, A. (2023). Türk Anayasa Metinlerinde İfade Özgürlüğü. Adalet Dergisi, (71), 313-340.

Yılmazoğlu, Yunus Emre, and İsmail Emrah Perdecioğlu. (2021). Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Anayasa Mahkemesi Yayınları.

SOUTH CHINA SEA DISPUTES: IMPACT ON TRADE, SHIPPING, AND INTERNATIONAL MARITIME LAW

Md. Ashraful AMIN
Department of International Relations, Tokyo international University, Japan.
ORCID: 0009-0008-9428-1312
Mst. Amena KHATUN
Department of Sanskrit, University of Rajshahi
ORCID: 0009-0004-7836-2134
Abdul Kader JELANE
Department of International Relations, Tokyo international University, Japan.
ORCID: 0009-0006-2300-2713
Mehedi HASAN
Department of International Relations, Tokyo international University, Japan.
ORCID: 0009-0007-1093-2003
Fahim Azizur RAHMAN
Department of International Relations, Tokyo international University, Japan.
ORCID: 0009-0002-2933-4971

Abstract

The South China Sea (SCS) is a vital maritime corridor through which nearly one-third of global trade flows, making it a strategic region for international commerce. However, overlapping territorial claims—particularly China's expansive "Nine-Dash Line"—have led to heightened tensions among regional actors such as Vietnam, the Philippines, Malaysia, Brunei, and Taiwan. These disputes not only threaten regional security but also disrupt global trade, shipping routes, and freedom of navigation. This paper explores the impact of the SCS disputes on international trade and examines how they challenge the legal framework established under the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). Despite the 2016 Permanent Court of Arbitration ruling rejecting China's claims, enforcement remains weak, raising concerns about the efficacy of international maritime law. The paper also discusses how increased militarization, potential conflicts, and legal ambiguity have affected commercial shipping, insurance costs, and global supply chains. In response, the paper advocates for a multilateral approach to maritime governance, emphasizing the importance of diplomatic engagement, legal compliance, and regional cooperation through ASEAN and broader initiatives like the Quad. Ensuring the rule of law at sea is essential for securing maritime trade and regional stability.

Key Words: South China Sea**,** International Trade**,** Maritime Security**,** Law of the Sea**,** UNCLOS

BİREYSEL BAŞVURU HAKKI: ANAYASA MAHKEMESİ VE İNSAN HAKLARI İHLALİNE KARŞI HUKUKİ KORUMA

Cihat KAHRAMAN
KBU/SBKY/Hukuk Bilimleri
ORCID: 0009-0006-1589-3421

Özet

İnsanı altın gibi değerli kılan insanı insan yapan insan hakları tüm dünyada barış ve güveni adalet terazisi etrafında güvence kılan bir olgudur. İnsan Hakları insanların varoluş sebebidir. İnsan Hakları evrensellik ve doğuştanlık kriterlerini getirdiği için insan kişiliğinin ayrılmaz haklarıdır. Bu haklar hem devletlerin kendi anayasalarında hem de devletlerin Avrupa İnsan Hakları Mahkemesinde güvence altına alınmıştır. İnsan haklarını hukuki korumaya karşı bireysel başvuru yolu en önemli başvuru kanalı olmaktadır. Bireysel başvuru hakkı temel hak ve özgürlüklerin korunması ve ihlale yol açan önlemlerin alınması bakımından güvence sistemi ve mekanizması oluşmuştur. Ülkemizde bireysel başvuru hakkı Anayasa Mahkemesi aracılığıyla insan haklarını korumaya yönelik geliştirdiği stratejiler güçlü bir hukuk sisteminin olduğunu aynı zamanda insan hakları yönünde dünyada büyük bir misyon ve vizyon geliştirdiğini göstermektedir. Türkiye'de hak ve hürriyeti ihlal edilen kişi diğer yargı yollarını tükettikten sonra bireysel başvuru yoluyla Anayasa Mahkemesine müracaat edebilir. Yalnız kamu tüzel kişileri başvuru konusunda istisna oluşturur.

Avrupa İnsan Hakları Mahkemesinin bireysel başvuru sistemi ülkemizdeki Anayasa Mahkemesi benzer yönleri aynı zamanda farklı yönleri de vardır. Ülkemizde kamu tüzel kişileri bireysel başvuru hakkını kullanamazken Avrupa İnsan Hakları Mahkemesinde örneğin mülkiyet hakkını ihlal edildiği konusu iddiasıyla bir tüzel kişi başvuruda bulunabilmektedir. Avrupa İnsan Hakları Mahkemesine gerçek kişi ve hükümet dışı her kuruluş ya da kişi gurupları bireysel başvuruda bulunabilir. Aynı zamanda Avrupa İnsan Hakları Mahkemesinde ''mağdur'' terimi çerçevesinde mağdur olma çeşidine göre bireysel başvuruda yargılama usulleri vardır. Mağdur kavramı iç hukuktan bağımsız olarak değerlendirilir. Bu çalışmada Türkiye'nin bireysel başvuru sisteminde büyük bir pay sahibi olduğu ele alınmaktadır. Aynı şekilde karşılaştırmalı hukuk çerçevesinde Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi ile Anayasa Mahkemesinin bireysel başvuru sistemindeki farklılıklar ve benzerlikleri ele alınmaktadır. Bir diğer hususta bireysel başvurunun altın kadar değerli olan insan hakları bilincine katkısı önemli bir ölçüde bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anayasa Mahkemesi, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi, insan hakları, bireysel başvuru, hukuki reform

RIGHT TO APPLY INDIVIDUALLY: THE CONSTITUTIONAL COURT AND LEGAL PROTECTION AGAINST HUMAN RIGHTS VIOLATIONS

Abstract

Human rights, which make people as valuable as gold and make them human, are a phenomenon that ensures peace and security around the scales of justice all over the world. Human Rights are the reason for the existence of people. Human Rights are inseparable rights of human personality because they bring universality and innateness criteria. These rights are guaranteed both in the constitutions of the states and in the European Court of Human Rights of the states. Individual application is the most important application channel against legal protection of human rights. The right of individual application has created a guarantee system and mechanism for the protection of fundamental rights and freedoms and for taking measures that lead to violations. The strategies developed to protect human rights through the Constitutional Court, the right of individual application in our country, show that there is a strong legal system and that it has also developed a great mission and vision in the world towards human rights. In Turkey, a person whose rights and freedoms have been violated may apply to the Constitutional Court through individual application after exhausting other judicial remedies. However, public legal entities are an exception to the application.

The individual application system of the European Court of Human Rights has similar aspects to the Constitutional Court in our country, but also different aspects. While public legal entities cannot use their individual application right in our country, a legal entity can apply to the European Court of Human Rights, for example, by claiming that property rights have been violated. Individuals and any non-governmental organization or group of individuals can apply to the European Court of Human Rights individually. At the same time, there are trial procedures for individual applications in the European Court of Human Rights according to the type of victimization within the scope of the term "victim". The concept of victim is evaluated independently of domestic law. This study discusses that Turkey has a major share in the individual application system. Similarly, within the framework of comparative law, the differences and similarities in the individual application system of the European Court of Human Rights and the Constitutional Court are discussed. Another issue is that individual application contributes significantly to human rights awareness, which is as valuable as gold.

Keywords: Constitutional Court, European Court of Human Rights, human rights, individual application, legal reform

Giriş

Bireysel başvuru hakkı insan hakları ihlaline karşı bir başvuru yöntemidir. Bireysel başvuru hak, özgürlüklerin ve hürriyetlerin korunmasında büyük bir rol üstlenmektedir. Bireysel başvurunun amacı mevcut olan kanun metotlarının kişilerin temel hak ve hürriyetlerinin güvence altına alınamaması durumunda bu hak ve hürriyetleri hukuki koruma altına alınmasını sağlamaktır. İnsanların yaşayan ve hayatlarını devam ettiren bir varlık olması aynı zamanda sırf insan olduğu için sahip olduğu hakların korunması bilinci, anayasanın yargısal tutumunda temel hak ve özgürlüklerin korunması işlevlerini faaliyete geçirmiştir. Bireysel başvuru bir diğer tanımıyla anayasa şikâyet usulü temel hak ve özgürlüklerin kamu gücünün ihlale yol açtığı ileri sürülen işlem nedeniyle ihlale uğrayan mağdur kişinin haklarını araması için istisnai ve ikincil nitelikte başvuru usulüdür. Herkes anayasada güvence altına alınmış temel hak ve özgürlüklerinden Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi ve ülkemizin taraf olarak kabul ettiği protokoller uyarınca herhangi birinin kamu gücünü ihlal ettiği gerekçesiyle kanunun tüm idari ve yargısal başvuru yollarının tamamını tükettikten sonra Anayasa Mahkemesine hak sahibi olarak bireysel başvuru yapabilir. Anayasa Mahkemesine yapılan bireysel başvurulara ilişkin usuller sadece kanunla belirlenir. Bireysel başvurular kabul edilebilirlik şartı ve esastan incelemeyle karara bağlanır. Anayasa Mahkemesi Yüce Divan sıfatıyla nitelendirdiğimiz yüksek mahkeme insan haklarını koruma politikası geliştirerek bireysel başvurularda şeffaflık içerisinde yürüttüğünden Avrupa İnsan Hakları Mahkemesine Türkiye aleyhine başvuru sayısı azaltılmıştır. Pek çok uyuşmazlık Avrupa İnsan Hakları Mahkemesine gitmeden ülkemizde çözüme kavuşturulmuştur. Türkiye'de her geçen gün bireysel başvuru sürecinin işleyişi ve önemi insan haklarının niteliği kapsamında artmaktadır.

Bireysel başvuruda ülkemizdeki yüce divan sıfatı olan mahkememiz hem de Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi usul ve çalışma prensibi sebebiyle ortak ve farklı yönleri görülmektedir. Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi bireysel başvuruda her gerçek kişi başvuru yapabilir. Reşit haline bakılmaksızın gerçek kişi başvuru yapabilir. Aynı zamanda tüzel kişiliği olsun veya olmasın kişi grupları yani dernek sendika ve vakıf gibi tüzel kişilerde başvuru yapabilir. Anayasa Mahkemesinde ise kamu tüzel kişiliğin bireysel başvuru hakkı yoktur. Özel hukuk tüzel kişileri sadece tüzel kişiliğe ait hakların ihlal edildiği gerekçesiyle bireysel başvuru yapabilir. Türkiye'de bireysel başvuruda önemli bir nitelik ise yalnızca Türk vatandaşlarına tanınan haklarla ilgili olarak yabancılar bireysel başvuru yapamaz. Avrupa İnsan Haklar Mahkemesi mağdur olma sınıfına göre bireysel başvuru yolunu nitelendirmiştir. Bunlar: *''Doğrudan Mağdur Olma'', ''Potansiyel Mağdur Olma'', ''Dolaylı Mağdur Olma''* gibi çeşitleri vardır. Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi ile Anayasa Mahkemesinin bireysel

başvuruda en belirgin ortak özelliği iç hukuk yolları olan idari ve yargısal yolları tüketme şartı aranmaktadır.

Bu çalışmada hak ve özgürlüklerin en temel yapıtaşına ulaştığınızda tek bir amaç olan insanın ortaya çıktığını bu bütün kanunların ve anayasal tutumların tüm dünyada insan odaklı olduğu ortaya çıkmaktadır. İnsanlık tarihi boyunca insan onurunu her daim korumak için çaba gösterilmiştir. Hedef her zaman insan onurunu korumak olmuştur. Tüm dünyada insan haklarını ihlal edilen durumlarda Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi ve Türk Hukuk Sisteminin vazgeçilmez bir parçası olan Anayasa Mahkemesi insan haklarını korumak için tıpkı bir güvercinin yavrusunu kanatlarının altına aldığı gibi tüm insanlarının haklarını hukuki yelpazede korumaktadır.

1.Türkiye'de Bireysel Başvuru Sisteminin İşleyişi ve Etkinliği

Bireysel başvuru (anayasa şikâyeti), 1982 Anayasası'nın 148. maddesinde 2010 halkoylaması ile yapılan değişiklikle hukukumuza girmiş ve 23 Eylül 2012 tarihinden itibaren fiilen uygulamaya başlamıştır. Nitekim Anayasa'nın 148. maddesinin üçüncü fıkrası, "Herkes, Anayasa'da güvence altına alınmış temel hak ve özgürlüklerinden, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi kapsamındaki herhangi birinin kamu gücü tarafından ihlal edildiği iddiasıyla, kanunda belirtilen usullere göre Anayasa Mahkemesi'ne başvurabilir" hükmünü içermektedir (İbrahim, 2024, s.48). Bu doğrultuda 30 Mart 2011 tarih ve 6216 sayılı Kanun ile bireysel başvurunun usul ve esasları düzenlenmiş; 12 Temmuz 2012 tarihli Anayasa Mahkemesi İçtüzüğü ile başvuru ve inceleme yöntemleri belirlenmiştir (Güzel, 2022, s.494). Kanunda öngörüldüğü üzere bireysel başvuru, ancak olağan kanun yollarının tüketilmesinden ve kesinleşmiş nihai işlem veya kararın öğrenilmesinden itibaren 30 gün içinde yapılabilen, ikincil nitelikte bir olağanüstü kanun yoludur (Göztepe, 2011, s.34-35). Bu yönüyle bireysel başvuru, adli/idari yargı düzenlerinde kesinleşen kararlar sonrasında devreye giren ve doğrudan doğruya temel hak ihlaline odaklanan bir denetim imkânı sunmaktadır.

İşleyiş bakımından, Anayasa Mahkemesi bireysel başvuruları üç aşamalı bir süreçle incelemektedir: ön inceleme, kabul edilebilirlik incelemesi ve esas (esasa ilişkin) inceleme (Güzel, 2022, s.493). Başvuru yapıldıktan sonra, önce form eksikliği gibi nedenlerle idari ret kararları verilebilir. Uygun bulunan başvurular, kabul edilebilirlik aşamasına alınır. Bu aşamada Mahkeme, başvurunun kişi ve konu bakımından kendi yetkisine girip girmediğini, süre ve tüketilmiş olma şartlarını taşıyıp taşımadığını değerlendirir. Kabul edilebilir bulunan başvurular esasa geçirilir ve esas incelemesi neticesinde ihlal kararı veya ihlal olmadığına dair ret kararı verilir. Ayrıca belirli koşullarda kabul edilemezlik kararı ya da düşme kararı da verilebilmektedir. Mahkeme, yapısal bir sorundan kaynaklanan ve çok sayıda başvuruya yol

açan durumlarda pilot karar usulü uygulayarak, benzer başvuruları bekletip pilot davada tespit edilen sorunun çözümüne yönelik genel önlemlerin alınmasını devlet organlarına tavsiye etmektedir (Güzel, 2022, s.506-507). Böylece hem başvurucunun somut davasında ihlal giderilmekte hem de benzer ihlallerin önlenmesi amacıyla sistemik çözümler geliştirilmesi sağlanmaktadır.

Bireysel başvuru hakkına sahip olanlar bakımından, Anayasa ve ilgili kanun "herkes" ifadesini kullanmıştır. Bu kapsamda Türkiye'nin yargı yetkisi altında bulunan tüm gerçek kişiler (vatandaş veya yabancı ayrımı olmaksızın) bu haktan yararlanabilir. Örneğin reşit olmayanlar, kısıtlılar, tutuklu/hükümlü kişiler hatta akıl hastaları bile gerektiğinde yasal temsilcileri aracılığıyla bireysel başvuruda bulunabilir (Baysal, 2015, s.196). Özel hukuk tüzel kişileri de, tüzel kişiliklerine ilişkin veya faaliyet alanlarına uygun temel hakları ihlal edildiğinde kendi adlarına başvurabilirler. Anayasa Mahkemesi, özel hukuk tüzel kişilerinin mülkiyet hakkı, adil yargılanma hakkı, eşitlik gibi haklara ilişkin ihlal iddialarıyla başvuru yapabileceğini kabul etmiştir (Güzel, 2022, s.497-498). Örneğin bir şirket, doğrudan kendisine ait malvarlığına el konulması durumunda mülkiyet hakkının ihlalini ileri sürebilir veya taraf olduğu bir yargılamada adil yargılanma hakkının ihlal edildiğini iddia edebilir (Baysal, 2015, s.202). Buna karşılık kamu tüzel kişileri (devlet kurumları, belediyeler vb.) bireysel başvuru yapamaz; zira kamu tüzel kişisinin kendi işlemi için Anayasa Mahkemesi'ne başvurması düşünülemez. Nitekim 6216 sayılı Kanun, Anayasa'daki "herkes" ifadesine rağmen, kamu tüzel kişilerinin bireysel başvuru yoluna gidemeyeceğini özel olarak belirtmiştir (Güzel, 2022, s.499). Bu ayrım, bireysel başvurunun "bireyler" lehine kamu gücüne karşı tanınmış bir hak yolu olması niteliğine uygundur.

Bireysel başvurunun etkinliği, Mahkemenin ortaya koyduğu çözümün ihlali gidermedeki başarısı ve bu kararların uygulanma düzeyi ile ölçülmektedir. Anayasa Mahkemesi, bir ihlal tespit ettiğinde ihlalin ve sonuçlarının ortadan kaldırılması için yapılması gerekenlere de hükmedebilmektedir (6216 sayılı Kanun, m.50). Genellikle Mahkeme, ihlalin niteliğine göre başvurucuya tazminat ödenmesine veya yeniden yargılama yapılmasına karar vermektedir. Örneğin adil yargılanma hakkı ihlali bulunursa yargılamanın yenilenmesi, mülkiyet hakkı ihlalinde uygun tazminat ödenmesi gibi çareler öngörülmektedir. Bu açıdan Mahkeme kararları bağlayıcıdır ve ilgili yargı mercileri ile idare, ihlal kararlarının gereğini yerine getirmekle yükümlüdür (Kahraman ve Şahin, 2019, s.40-42). Nitekim Anayasa'nın 153. maddesi ve 6216 sayılı Kanun'un 50. maddesi gereği, bireysel başvuru sonucu verilen ihlal kararları kesin olup herkesi ve özellikle kamu otoritelerini bağlar.

Türk hukukunda bireysel başvuru kurumu, ilk on yıllık uygulamasında hem önemli başarılar elde etmiş hem de çeşitli zorluklarla karşılaşmıştır. Olumlu olarak, bu mekanizma pek çok kişinin ihlal iddiasının ulusal düzeyde giderilmesini sağladı ve AİHM'e giden dosya sayısını azaltıcı bir rol oynadı. (İbrahim, 2022, s.43-44) Gerçekten de bireysel başvurunun kabulüyle Türkiye aleyhine AİHM'ye yapılan başvurularda gözle görülür bir düşüş yaşandığı belirtilmektedir. Örneğin AİHM, bireysel başvurunun yürürlüğe girdiği 2012 sonrasında, başvuru sahiplerinden ulusal yolu tüketmeleri gerektiği gerekçesiyle birçok dosyayı kabul edilemez bulmuş ve iç hukuka yönlendirmiştir (Güzel, 2022, s.492-493). Bu sayede, daha önce doğrudan AİHM gündemine taşınan kimi meseleler Anayasa Mahkemesi tarafından çözülme imkânı bulmuştur. Diğer yandan, Anayasa Mahkemesi'nin artan iş yükü önemli bir mesele olarak ortaya çıkmıştır. İlk başvurunun alındığı Eylül 2012'den itibaren Mahkeme'ye yüz binlerce bireysel başvuru yapılmıştır. Özellikle adil yargılanma hakkı (makul sürede yargılanma) ve mülkiyet hakkı konularındaki başvuruların yoğunluğu nedeniyle kararların gecikmesi, birikmiş dosyalar sorunu yaratmıştır. Bu durum, bireysel başvurunun getirdiği korumanın zamanında gerçekleşmesini güçleştirmekte ve mekanizmanın etkinliğine gölge düşürebilmektedir. Nitekim bazı durumlarda Mahkeme'nin ihlal kararları vermesine rağmen idarenin bu kararları uygulamakta geciktiği veya tam olarak uygulamadığı görülmüştür (Baymuş ve Acar, 2023, s.120). Örneğin, idare tarafından yapılması gereken düzeltici işlemlerin sürüncemede kalması ya da yeniden yargılama kararı üzerine alt mahkemelerin direnç göstermesi gibi sorunlar yaşanmıştır. Bu tür aksaklıklar, bireysel başvurunun tam anlamıyla amacına ulaşabilmesi için kurumsal önlemlerin ve farkındalığın artırılması gereğine işaret etmektedir (Göztepe, 2016, s.113-115).

Sonuç olarak Türkiye'de bireysel başvuru sistemi, tüm eksiklerine rağmen, insan haklarının korunması bakımından önemli bir kazanım olarak değerlendirilmektedir. Anayasa Mahkemesi, bireysel başvuru yoluyla "ilk ve son mercii" sıfatıyla ihlal iddialarını inceleyerek, Anayasa'nın üstünlüğünü somut olaylar nezdinde hayata geçirmektedir (Gözler, 2019, s.1182-1183). Böylece Türk hukuk düzeni içinde temel hakların korunmasında ek bir güvence katmanı oluşmuştur.

2.Anayasa Mahkemesi ve Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi Bireysel Başvurularının Karşılaştırılması

Bireysel başvuru kurumu, Türkiye'de Anayasa Mahkemesi önünde işletilen ulusal bir hak arama yolu iken, Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'ne (AİHM) bireysel başvuru uluslararası düzeyde işleyen bir yargısal denetim mekanizmasıdır. Her iki başvuru yolu da bireylerin temel

hak ihlallerine karşı yargısal koruma sağlamakla birlikte, hukuki statü, usul ve etki bakımından önemli farklılıklar ve benzerlikler taşımaktadır.

Öncelikle, dayanak ve kapsam açısından bir karşılaştırma yapmak gerekirse: Anayasa Mahkemesi'ne bireysel başvuru, 1982 Anayasası ve 6216 sayılı Kanun hükümlerine dayanır ve yalnızca Anayasa'da güvence altına alınmış ve aynı zamanda AİHS kapsamındaki hakların ihlal iddialarını konu edinebilir. Bu sınırlama, bireysel başvurunun kapsamını AİHM'in yetkisi dahilindeki haklarla eş tutmayı amaçlamıştır. Nitekim Türkiye'nin taraf olmadığı AİHS ek protokollerindeki haklar (örneğin, 1 No'lu Protokol dışındaki protokollerdeki bazı sosyal haklar) Anayasa'da bulunsa bile bireysel başvuruya konu olamamaktadır (Güzel, 2022, s.500). Buna karşılık AİHM'e bireysel başvuru, doğrudan doğruya Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi (AİHS) ve protokollerinde tanınan hakların ihlaline ilişkin olup, kapsamı Türkiye dâhil 46 üye ülkenin taraf olduğu uluslararası bir sözleşmeye dayalıdır. AİHM'e başvurularda, ihlal iddiasının Sözleşme ve ek protokollerine ilişkin olması şarttır; ulusal Anayasa hükümleri tek başına ileri sürülemez. Bu itibarla, AİHM'e yapılacak başvurular *ius gentium* (milletlerarası hukuk) kaynaklı haklarla sınırlıdır.

Başvuru yollarının işleyişi ve usul farkları da önemlidir. Her iki mekanizma da ikincillik (subsidiarite) ilkesine dayalıdır; yani ancak ulusal düzeyde tüm etkili yollar tüketildikten sonra devreye girer. Türkiye bakımından 23 Eylül 2012'den sonra kesinleşen işlemler için AİHM öncesinde Anayasa Mahkemesi'ne başvuru zorunlu bir iç yol haline gelmiştir. Bu nedenle AİHM, Türkiye aleyhine yapılan başvurularda, eğer başvurucu Anayasa Mahkemesi'ne gitmemişse başvuruyu "iç hukuk yollarının tüketilmemesi" nedeniyle reddetmektedir (Güzel, 2022, s.492-493). Süre açısından, Anayasa Mahkemesi'ne başvuru kararın kesinleşmesinden itibaren 30 gün iken, AİHM'e başvuru normalde ulusal nihai kararın tebliğinden itibaren 6 ay içinde yapılmalıdır (AİHS m.35). 2021 yılında yürürlüğe giren 15 No'lu Protokol ile bu süre 4 aya indirilmiştir. Bu gösteriyor ki AİHM başvuru süresi, Anayasa Mahkemesi'ne kıyasla daha uzun olsa da (yakın dönemde dört ay), yine de sınırlı bir başvuru penceresi sunmaktadır.

Başvuran sıfatı yönünden, her iki yolda da başvuranın bir "mağdur" (victim) olması şartı bulunmaktadır. Anayasa Mahkemesi, başvurucunun temel hak ihlalinden doğrudan etkilenen kişi olmasını arar; başkasının hakkı için veya genel bir çıkar adına başvuru yapılamaz. AİHM de benzer şekilde, Sözleşme ihlalinden mağdur olduğunu iddia eden "her gerçek kişi, hükümet dışı kuruluş veya kişi grubu"nun başvurusunu kabul eder (AİHS m.34). Devlet kurumları veya kamu gücünü temsil eden merciler AİHM'e bireysel başvuru yapamazlar. Bu bakımdan her iki sistem de actio popularis niteliğinde soyut şikâyetleri reddeder ve somut bir hak ihlali iddiasına dayanılmasını şart koşar. Öte yandan, AİHM'nin mağdur tanımı ulusal hukuk yorumlarından

bağımsız, özerk (otonom) bir kavram olarak geliştirilmiştir. Yani bir başvurucunun "mağdur" olup olmadığına, ilgili devletin kendi hukuki tanımları değil, AİHM'in içtihadı yön verir (Baysal, 2015, s.197-198). Bu nedenle, ulusal makamların ihlali kabul etmesi ve giderim sağlaması halinde kişi artık mağdur sayılmayabilir; bu husus Bölüm V'te ayrıntılı ele alınacaktır.

İnceleme yetkisinin sınırları bakımından, Anayasa Mahkemesi de AİHM de kendilerini bir temyiz mercii gibi görmemektedir. Anayasa Mahkemesi, bireysel başvuruda olay ve delil değerlendirmesini kural olarak ilk derece mahkemesi ve temyiz mercilerinin takdirine bırakmakta, yalnızca bu süreçte açık bir temel hak ihlali olup olmadığını denetlemektedir. Benzer şekilde AİHM yerleşik içtihatlarında, kendisinin "dördüncü dereceden bir mahkeme" olmadığını, ulusal mahkemelerin delil takdiri veya hukuk uygulamasına kural olarak müdahale etmeyeceğini vurgulamıştır (Güzel, 2022, s.505). Mahkeme, ancak ulusal yargılamada bariz bir keyfilik, açık bir hukuka aykırılık veya Sözleşme güvencelerine aykırı bir tutum saptarsa ihlal kararı vermektedir. Aksi halde, ulusal hukuk hatalarını düzelten sıradan bir üst mahkeme gibi davranmaktan kaçınır. Bu yaklaşım hem AİHM'in hem de Anayasa Mahkemesi'nin bireysel başvurularda "açıkça dayanaktan yoksun" (manifestly ill-founded) şikâyetleri kabul edilemez bulmasıyla da kendini gösterir. Örneğin AİHM, belirgin bir hak ihlali ortaya konulamayan, delille desteklenmemiş veya önemsiz düzeydeki (de minimis) iddiaları ciddi şekilde incelemeye almamaktadır (Baysal, 2015, s.210).

Verilecek kararların niteliği ve etkileri açısından da iki mekanizma karşılaştırılabilir. Anayasa Mahkemesi, bireysel başvuru sonucunda tespit ettiği ihlali ve sonuçlarını gidermek üzere yargılamanın yenilenmesi, işlemin sonuçlarının ortadan kaldırılması veya tazminat ödenmesi gibi yollara hükmeder (6216 sayılı Kanun, m.50). Mahkeme, gerekli görürse ilgili dosyayı yeniden görülmek üzere ilk derece mahkemesine gönderir veya uygun bir tazminat miktarı belirler. Bu kararlar, yalnızca somut başvurunun taraflarını bağlar nitelikte olsa da içerdiği ilkeler bakımından tüm yargı mercileri için bir yol gösterici, içtihat kaynağı işlevi de görmektedir (Kahraman ve Şahin, 2019, s.47). AİHM ise bir ihlal saptadığında, karar metninde ihlali tespit etmekle birlikte genellikle başvurucunun maruz kaldığı manevi veya maddi zarar için uygun gördüğü bir tazminata (adil tatmine) hükmeder (AİHS m.41). AİHM kararları da ilgili devleti bağlar ve devletin bu ihlali gidermek için gerekli genel veya özel önlemleri alması gerekir (AİHS m.46). Ancak AİHM, ulusal mahkeme gibi yargılamayı yenileme talimatı vermez; bu, devletin takdirine bırakılır. Uygulamada, AİHM kararlarının icrası Avrupa Konseyi Bakanlar Komitesi tarafından denetlenir ve devletler, ihlale yol açan mevzuatı değiştirmek, mahkeme kararını uygulamak, tekrar yargılama yapmak gibi yükümlülükler altına girerler

(Güzel, 2022, s.504). Anayasa Mahkemesi kararlarında ise böyle bir uluslararası denetim mekanizması bulunmamakla birlikte, ulusal hukuk gereği tüm idari ve yargısal makamlar AYM'nin bireysel başvuru kararlarına uymak zorundadır (Anayasa m.138, 6216 sayılı Kanun m.50).

Diğer bir farklılık, yargı yetkisinin coğrafi ve sayısal boyutu ile ilgilidir. Anayasa Mahkemesi, sadece Türkiye sınırları içinde gerçekleşen kamu gücü işlemleriyle sınırlı tek ülkeye ait ihlalleri denetlerken, AİHM Avrupa Konseyi'ne üye 46 ülkenin tamamından gelen başvuruları incelemektedir. Bu nedenle AİHM'in iş yükü oldukça fazladır ve kararlarının gecikmesine yol açabilmektedir. Anayasa Mahkemesi'nin de özellikle ilk yıllarda çok yüksek sayıda başvuru alması benzer bir duruma yol açmışsa da Mahkeme çeşitli önlemler alarak (komisyonlar kurma, idari ret mekanizması, pilot karar uygulaması vb.) bu yükü hafifletmeye çalışmaktadır. AİHM de 2010'larda Protokol 14 ile tek yargıçlı kabul edilemezlik kararları ve kabul edilebilirlik kriterlerine "önemli zarar yokluğu" eklenmesi gibi reformlarla iş yükünü yönetmeye yönelmiştir. Her iki mahkeme de yapısal veya toplu ihlal durumlarında pilot kararlar yoluyla ilgili devleti genel önlemler almaya teşvik etmektedir (Güzel, 2022, s.510). Örneğin AİHM, Türkiye'de uzun yargılama süreleri konusunda pilot karar (Ümmühan Kaplan/Türkiye davası) vererek hükümeti tazmin komisyonu kurmaya yöneltmiş; Anayasa Mahkemesi de cezaevlerindeki kötü koşullar hakkında pilot karar alarak benzer başvuruları bekletip sorunun giderilmesini istemiştir.

Son olarak, kararların sonuçları bakımından AİHM kararları uluslararası hukuk düzleminde bağlayıcı olup, uyulmaması halinde devletin Avrupa Konseyi organları nezdinde sorumluluğu doğar. Anayasa Mahkemesi kararlarına uyulmaması ise ulusal hukukta Anayasa'yı ihlal anlamına gelir; örneğin yerel mahkemelerin AYM'nin ihlal kararına direnmesi hukuken mümkün değildir. Nitekim Anayasa Mahkemesi'nin Twitter yasağına ilişkin kararı (2014) sonrası idarenin erişim engelini kaldırması, AYM kararlarının pratik sonucu açısından bir örnektir. Her ne kadar bir alt mahkemenin 2018'de AYM'nin gazetecilerle ilgili tahliye kararını uygulamama girişimi görülmüşse de bu tutum hukuka aykırı bulunmuş ve kısa sürede düzeltilmiştir. Bu yaşananlar, Anayasa Mahkemesi bireysel başvuru kararlarının hukuk düzenindeki yerinin pekişmekte olduğunu, ancak uygulayıcı organların da bu sürece uyum sağlaması gerektiğini göstermektedir (Kahraman ve Şahin, 2019, s.53-55).

Özetle, Anayasa Mahkemesi ve AİHM nezdindeki bireysel başvuru mekanizmaları ortak bir amaç olan temel hakların yargısal korunması amacına hizmet etse de yöntemsel ve yapısal açıdan farklılıklar içerir. Anayasa Mahkemesi bireysel başvurusu, ulusal düzeyde hızlı ve doğrudan bir çare sunarak ihlalleri mümkün olduğunca içeride çözmeyi hedeflerken; AİHM

başvurusu, uluslararası son çare mekanizması olarak devletlerin denetimine ve standartların yükseltilmesine katkıda bulunmaktadır. Türkiye özelinde, AYM'nin bireysel başvurusu ile AİHM mekanizması birbirini tamamlar niteliktedir. Biri iç hukukta, diğeri uluslararası planda olmak üzere iki kademeli bir koruma sistemi mevcuttur. Bu sistem, doğru işletildiğinde, bireylerin hak arayışında güçlü bir güvence ağı oluşturmaktadır.

3.Bireysel Başvuruların İnsan Hakları Bilincine Katkısı ve Hukuki Reformlara Etkisi

Bireysel başvuru yolunun devreye girmesi, Türkiye'de hem yargı pratiğinde hem de toplumsal düzeyde önemli etkilere yol açmıştır. Öncelikle yargı organlarında insan hakları bilinci ve kültürü güçlenmeye başlamıştır. Anayasa Mahkemesi'nin ihlal kararları, alt derece mahkemelerini de dolaylı olarak etkilemekte; hakim ve savcılar, kararlarının Anayasa Mahkemesi denetimine tabi olacağı bilinciyle, Anayasa ve AİHM içtihadına daha duyarlı hale gelmektedir. Nitekim bireysel başvuru mekanizmasının uygulamaya başlamasıyla, yıllardır süregelen bazı yargısal uygulamalarda değişim gözlenmiştir. Osman Sarıaslan'ın ifade ettiği üzere, "2010 Anayasa reformuyla yargılamanın sonuna eklemlenen bu yeni aşama, Türk yargısında bir dönüşüm süreci başlatmıştır. Nitekim bazı konularda yıllardır uygulanan yargılama pratikleri terk edilmekte, istikrar kazanmış içtihatlardan dönülmeye başlanmaktadır". Bu değişimin merkezinde adil yargılanma hakkı gibi usule ilişkin güvenceler bulunmaktadır. Artık mahkemeler, yalnızca maddi hukuku uygulamakla kalmamakta, yargı sürecinin adilliğini de gözetmek zorunda olduklarının farkına varmaktadır. Özellikle idari yargıda geleneksel olarak güçlü olan "re'sen araştırma" ilkesi bile, bireysel başvuru kararlarının etkisiyle, tarafların hakkaniyetine ve silahların eşitliği ilkesine uygun şekilde yeniden yorumlanmaya başlanmıştır (Sarıaslan, 2018, s.299-307). Bu gelişmeler, bireysel başvurunun yargısal paradigmada yarattığı dönüşümün göstergeleridir.

Bireysel başvuru mekanizmasının ortaya koyduğu ihlal tespitleri, yasama ve yürütme organlarını da etkilemiş ve bazı hukuki reformlara yol açmıştır. Anayasa Mahkemesi kararları, ihlallerin yapısal kaynaklarını işaret ederek yasa koyucuyu harekete geçmeye teşvik etmektedir. Örneğin Mahkeme, uzun yargılama süreleri nedeniyle adil yargılanma hakkının ihlal edildiğine dair çok sayıda karar verdikten sonra, bu soruna genel bir çözüm getirilmesi gündeme gelmiştir. Bunun sonucunda, yargılamaların makul sürede tamamlanmasını sağlamak üzere 2014 yılında 6545 sayılı Kanun'la tazminat komisyonu sistemi kurulmuş ve uzun yargılama şikayetleri için idari başvuru yolu ihdas edilmiştir. Bu düzenleme, temelde AİHM'in pilot kararı sonrası gelişmiş olsa da AYM'nin de benzer ihlal kararlarıyla iç hukukta bu reformun gerekliliğini ortaya koyduğu söylenebilir. Yine mülkiyet hakkı alanında, özellikle kadastro ve tapu uygulamalarından kaynaklı ihlaller tespit eden Anayasa Mahkemesi kararları sonrasında ilgili

mevzuatta değişiklikler yapılarak vatandaşların mağduriyetini giderecek hükümler eklenmiştir (örneğin, Hazine'ye ait araziler üzerinde yıllardır evleri bulunan kişilere satın alma hakkı tanınması gibi). İfade ve basın özgürlüğü konusunda AYM'nin ihlal kararları, uygulamada sıklıkla kullanılan bazı kısıtlayıcı tedbirlerin (erişim engelleri, yayın yasakları vb.) daha dikkatli uygulanmasını sağlamış; 5651 sayılı İnternet Kanunu'nda bir dizi değişiklik yapılmasına zemin hazırlamıştır. Keza kişilik hakları ve özel hayatın korunması konusunda Mahkeme'nin 2016 tarihli kararında vurguladığı "unutulma hakkı", bu kavramın Türk hukukunda tartışılmasını sağlamış ve Kişisel Verileri Koruma Kanunu'nun uygulanmasında yol gösterici olmuştur. Bu örnekler, bireysel başvuruların hukuk politikalarını etkileme gücünü göstermektedir. Mahkeme kararları bazen kanun koyucuya yol haritası çizmekte, eksik düzenlemeleri işaret etmektedir (Göztepe, 2016, s.110-112). Bu sayede Türkiye'de uluslararası insan hakları standartlarına uyum yönünde reform adımları hız kazanabilmektedir.

Bireysel başvurunun sağladığı bir diğer dolaylı katkı, genel mahkemelerin insan hakları konusundaki rolünün artmasıdır. Anayasa Mahkemesi, bireysel başvurularda genellikle ilgili ilk derece mahkemesi kararını değerlendirirken, ulusal kanunların uluslararası sözleşmeler ışığında yorumlanıp yorumlanmadığını da dikkate almaktadır. Eğer alt mahkeme, Anayasa'nın 90/5 maddesi gereği uygulanması gereken bir AİHS kuralını ihmal etmişse veya AİHM içtihadını göz ardı etmişse, AYM ihlal kararı vermektedir. Bu durum, genel yargı mercilerini baştan insan hakları odaklı bir inceleme yapmaya sevk etmektedir. Böylece Anayasa'nın 90. maddesinin 5. fıkrası (insan haklarına ilişkin milletlerarası andlaşmaların kanun hükmünde ve çatışmada üstün olduğu kuralı) pratikte daha etkin uygulanmaya başlamıştır (Dursun, 2017, s.130-135). Sonuç olarak bireysel başvuru, sadece Anayasa Mahkemesi'nin değil tüm yargı sisteminin insan hakları duyarlılığını yükselten bir mekanizma haline gelmiştir.

Toplumda insan hakları bilincinin gelişmesi bakımından, bireysel başvurunun varlığı önemli bir eğitim işlevi de görür. İhlal kararlarının gerekçeleri, medyada ve akademik çevrelerde tartışılmakta; bu sayede geniş kesimler belli hak kategorileri hakkında bilgi sahibi olmaktadır. Örneğin AYM'nin *Mustafa Balbay* kararı ile uzun tutukluluk sorunu; *Özgür Gündem* kararı ile basın hürriyeti; *Akdeniz (Twitter)* kararı ile dijital haklar kamuoyunun gündemine taşınmıştır. Bu kararlar, insan hakları ihlallerinin sadece soyut kavramlar olmadığını, somut olaylar üzerinden herkesin başına gelebilecek durumlar olduğunu göstererek toplumsal farkındalık yaratmıştır. Ayrıca bu süreç, hukuk eğitiminde ve meslek içi eğitimlerde bireysel başvuru ve AİHM standartlarının daha fazla yer almasına yol açmıştır. Hukuk fakültelerinde Anayasa yargısı derslerinde bireysel başvuru örnekleri incelenmekte, hâkim-savcı eğitimlerinde AYM

ve AİHM içtihatları aktarılmaktadır (Beyoğlu, 2021, s.994-995). Bu da uzun vadede insan haklarına saygıyı kurumsallaştıran bir etki doğurmaktadır.

Sonuç olarak, bireysel başvuru kurumu, Türkiye'de insan hakları bilincinin artmasına ve hukuk düzeninin hak eksenli bir anlayışla dönüşmesine ciddi katkılar yapmıştır. Temel hak ihlallerinin tanınması ve giderilmesi sürecini içselleştirmeye başlamış olan yargı sistemi, bir anlamda "hakem" konumundaki Anayasa Mahkemesi sayesinde kendini gözden geçirme ve geliştirme imkânı bulmuştur (Fendoğlu, 2013, s.40-42). Bu mekanizma, aynı zamanda yasama ve yürütme üzerinde de denge-denetim işlevi görerek daha özgürlükçü politikaların teşvik edilmesine vesile olmaktadır. Her ne kadar uygulamada bazı sorunlar devam etse de (örneğin kararların tam uygulanmaması, iş yükü vs.), bireysel başvuru hakkının Türkiye'nin hukuk reformları serüvenindeki en köklü değişimlerden biri olduğu söylenebilir (Arslan, 2021, s.5).

4.Avrupa İnsan Hakları Mahkemesine İnsan Hakları İhlali Kapsamında Bireysel Başvuru Hakkı Sahipleri

Avrupa İnsan Hakları Mahkemesi'ne (AİHM) bireysel başvuru hakkı, Avrupa İnsan Hakları Sözleşmesi'nin 34. maddesinde tanımlanmıştır. Buna göre, "Bu Sözleşme veya protokollerinde tanınan haklarının Yüksek Sözleşmeci Taraflardan biri tarafından ihlal edilmesinden dolayı mağdur olduğunu öne süren her gerçek kişi, hükümet dışı kuruluş veya kişi grupları Mahkeme'ye başvurabilir." Dolayısıyla AİHM önünde davacı olabilecekler üç kategoriye ayrılmıştır: (1) Gerçek kişiler, (2) Hükümet dışı kuruluşlar (non-governmental organizations), (3) Kişi grupları (belirli bir tüzel kişilik oluşturmayan topluluklar).

5.Avrupa İnsan Hakları Mahkemesinde Bireysel Başvuru Hakkı Usulünde Mağduriyet Prensibi

AİHM'e bireysel başvurunun temel şartlarından biri, yukarıda da belirtildiği gibi başvurucunun "mağdur" olduğunu ortaya koyabilmesidir. Bu gereklilik, AİHS'nin 34. maddesinde açıkça ifade edilmiştir. Mağduriyet prensibi, kimlerin ve hangi koşullarda AİHM'e başvurabileceğini belirleyen kilit kavramdır. Bu prensibin içeriği, AİHM'in zengin içtihadıyla şekillenmiş ve zaman içinde detaylandırılmıştır.

AİHS'nin 34. maddesindeki mağdur kavramı, Sözleşme metninde tanımlanmasa da AİHM tarafından otonom (bağımsız) bir şekilde yorumlanmıştır. Bu demektir ki "mağdur" terimi, ulusal hukukta nasıl tanımlandığından bağımsız olarak, Sözleşme'nin amaç ve ruhuna göre Mahkeme tarafından anlamlandırılır. Mahkeme, bir başvurucunun mağdur sıfatını taşıyıp taşımadığını değerlendirirken, başvurucunun iddia edilen ihlalden kişisel olarak etkilendiğini arar. Mağdur, genel anlamda "bir idari işlem, eylem veya ihmâlden doğrudan etkilenen kişi" olarak tanımlanabilir (Baysal, 2015, s.198-210). Bu tanım gereği, herhangi bir hakkı doğrudan

etkilenmeyen kişinin mağdur olarak dava ehliyeti yoktur. Örneğin, kanunla getirilen bir yükümlülük henüz kendisine uygulanmamış bir kişi, sırf o kanunun varlığından rahatsız olduğu için AİHM'e başvuramaz; çünkü henüz mağdur sıfatını kazanmamıştır.

Sonuç itibariyle, mağduriyet prensibi AİHM'e bireysel başvurunun kimlerce ve hangi şartlarda yapılabileceğinin temel belirleyicisidir. Mahkeme, mağdur kavramını dinamik ve gerçekçi bir şekilde yorumlayarak, gerektiğinde potansiyel veya dolaylı mağdurları da koruma alanına dahil etmiş; ancak bunun suistimal edilmemesi için her başvuruda titiz bir inceleme yürütmüştür. Bu prensip, aynı zamanda AİHM'in bir insan hakları mahkemesi olarak işlevini ortaya koyar: Mahkeme, önüne gelen başvuruya bir "uyuşmazlık" değil, bir "ihlal iddiası" penceresinden bakar ve gerçekten hakları ihlal edilenleri tespit etmeye çalışır. Böylece Sözleşme sistemi, soyut denetimlerden kaçınıp somut mağduriyetlerin giderilmesine odaklanır. Türkiye'de Anayasa Mahkemesi'nin bireysel başvuru yolunda da benzer bir mağduriyet anlayışı benimsendiği söylenebilir: Mahkeme, başvurucunun temel hakkının güncel ve kişisel bir ihlale uğramış olmasını şart koşmaktadır. Aksi takdirde, "konu bakımından yetkisizlik" veya "kişi bakımından yetkisizlik" gerekçeleriyle başvuru reddedilmektedir (Güzel, 2022, s.498-500).

6.İnsan Hakları Koruması Işığında Anayasa Mahkemesi Bireysel Başvurularının Kazandırdıkları

Anayasa Mahkemesi'ne bireysel başvuru yolu, Türkiye'de insan haklarının korunması alanında çığır açan gelişmelerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu mekanizmanın uygulamaya başlamasından bu yana geçen on yılı aşkın sürede, Türk hukuk düzenine bir dizi önemli kazanım sağlanmıştır.

1. Etkili Bir İç Hukuk Yolu ve Uyuşmazlık Çözümünde Hızlanma: Bireysel başvuru, AİHM tarafından da "etkili bir iç hukuk yolu" olarak tanınmıştır. Bu, Türkiye'de ortaya çıkan insan hakları ihlallerinin öncelikle ulusal düzeyde giderilebilmesi anlamına gelir. Gerçekten de AYM, bugüne dek binlerce ihlal kararı vererek başvuruculların mağduriyetini gidermiştir. Örneğin uzun tutukluluk, makul sürede yargılanmama, ifade özgürlüğünün kısıtlanması, adil yargılanma hakkının ihlali, mülkiyet hakkının ihlali gibi pek çok konuda AYM etkin çözümler üretmiştir. Bu sayede, eskiden AİHM önünde yıllarca süren davalar yerine, pek çok mesele Türkiye'de birkaç yıl içinde sonuçlanmış; başvurucular daha hızlı adalet imkânına kavuşmuştur. Bireysel başvurunun getirdiği iç hukukta doyum sağlama özelliği, AİHM'in iş yükünü de azaltmıştır. Mahkemenin istatistiklerine göre, AYM'nin kurulmasından sonra Türkiye aleyhine yapılan başvurularda belirgin bir düşüş görülmüş, özellikle makul süre ve adil yargılanma şikayetlerinin büyük kısmı içeride çözülmüştür (Güzel, 2022, s.492-493). Bu

durum, hem başvuruculların haklarına daha erken kavuşması hem de Türkiye'nin AİHM önünde mahkumiyetlerinin azalması anlamına gelir.

2. Ulusal İnsan Hakları Standartlarının Yükselmesi: Bireysel başvuru mekanizması, Anayasa'da güvence altındaki hak ve özgürlüklerin somut olaylar temelinde yorumlanıp geliştirilmesine olanak tanımıştır. AYM, kararlarında sık sık AİHM içtihadına atıf yaparak uluslararası standartları ulusal hukuka içselleştirmiştir. Örneğin ifade özgürlüğü konusunda, AYM kararları AİHM'in benimsediği ölçütleri (ifadenin değeri, nefret söylemi ayrımı, kamusal ilgi ölçütü vb.) dikkate alarak, Türkiye'de daha önce içtihatla sınırlı kalmış alanları netleştirmiştir. Bu sayede Türk hukukundaki temel hak standartları, Avrupa ortalamasına yakınsayan bir çizgi izlemektedir (Güzel, 2022, s.492). Dahası, AYM bazı alanlarda yenilikçi yorumlar ile hak korumasını genişletmiştir. Örneğin, AYM'nin bireysel başvuru kararı ile Türkiye'de ilk kez *unutulma hakkı* yargısal kabul görmüştür (2016 tarihli N.B.B. kararı). Keza AYM, özel hayatın gizliliği konusunda dijital verilerin korunması ve çevrimiçi mahremiyet gibi çağdaş meselelerde içtihat oluşturarak, yasaların yorumlanmasına yön vermiştir. Bu tür kararlar, Türkiye'de insan haklarının korunmasına dair iç hukukun kalitesini artırıcı etki yaratmıştır. Anayasa Mahkemesi Başkanının ifadeleriyle, "bireysel başvuruda verilen hak eksenli kararlar, son tahlilde, ülkenin temel haklar ve özgürlükler standardının yükseltilmesine çok ciddi katkı yapmaktadır" (Arslan, 2021, s.3).

3. Hak İhlallerinin Önlenmesinde Caydırıcılık: Anayasa Mahkemesi'nin ihlal kararları, sadece somut başvurucunun değil, aynı zamanda benzer durumda olan herkesin yararınadır. Zira AYM, bir ihlal bulduğunda bu ihlalin sistemik sebeplerini de ortaya koymakta ve ilgili kurumlara mesaj vermektedir. Bu da idare ve yargı organlarında bir caydırıcı etki oluşturur. Örneğin AYM, polisin orantısız güç kullanımıyla ilgili bir davada işkence yasağı ihlali tespit ettiğinde, emsal niteliğinde ilkeler ortaya koyar. Bu ilkeler, emniyet teşkilatına yönelik düzenlemelerde ve eğitimlerde dikkate alınarak benzer ihlallerin tekrarlanmaması için önlem alınmasını sağlar (Özçelik, 2019, s.75).

4. Hukuk Devletine ve Yargıya Güvenin Artması: Bireysel başvuru kararları, adaletin geç de olsa tecelli edebileceğine dair topluma güçlü bir mesaj vermiştir (İbrahim, 2021, s.342) Özellikle geçmişte sonuç alınamadığı düşünülen bazı hak ihlallerinin (örneğin uzun tutukluluk, yargı süreçlerindeki hatalar, ifade hürriyetinin kısıtlanması) AYM önünde giderilebildiğinin görülmesi, vatandaşların yargıya ve hukuk devletine güvenini artırmıştır (Baymuş ve Acar, 2023, s.120-121).

7.Türkiye'de İnsan Haklarını Koruma Mekanizması Olan Bağımsız Kurumlar

Türkiye'de, Anayasa Mahkemesi ve yargı organları dışında, insan haklarını koruma amacıyla kurulmuş çeşitli bağımsız kurumlar bulunmaktadır. Bu kurumlar, idarenin eylem ve işlemlerini denetleyerek veya insan hakları ihlallerini izleyip önleyerek, yargısal yolları tamamlayıcı bir rol üstlenirler (İbrahim, 2022, s.23)

Kamu Denetçiliği Kurumu (KDK): 2010'daki Anayasa değişikliği sonrası yasal dayanağı oluşturulan ve 2012 yılında 6328 sayılı Kanun ile kurulan Kamu Denetçiliği Kurumu, Türkiye Büyük Millet Meclisi'ne bağlı, kamu tüzel kişiliğine haiz, idareden bağımsız bir denetim mekanizmasıdır (Beyoğlu, 2021, s.996). KDK, klasik anlamda ombudsmanlık kurumunun Türkiye'deki karşılığıdır. Görevi, idarenin her türlü eylem, işlem, tutum ve davranışlarını hukuka ve insan haklarına uygunluk, hakkaniyet ilkelerine göre incelemek ve önerilerde bulunmaktır (6328 sayılı Kanun, m.5). KDK'ya gerçek ve tüzel kişiler, kamu kurumlarının faaliyetleri hakkında şikâyet başvurusunda bulunabilirler. Kurum, yapılan şikâyetleri alır, ilgili idareden bilgi ve belge ister, gerekirse yerinde inceleme yapar ve sonunda bir tavsiye kararı niteliğinde görüş bildirir. Bu kararlar bağlayıcı olmamakla birlikte, idareler üzerinde ahlaki ve siyasi bir baskı oluşturur; çoğu durumda idareler ombudsmanın önerilerine uymaktadır. KDK'nın sunduğu avantaj, mahkemeye gitmeden, masrafsız ve hızlı bir şekilde idari sorunlar için çözüm arayabilmektir. Özellikle bireysel başvuruya konu olabilecek pek çok uyuşmazlık, mahkemeye intikal etmeden KDK'da dostane çözüme kavuşabilmektedir. KDK, bir anlamda idare ile vatandaş arasında arabulucu rolü oynar ve idareye kendini düzeltme imkânı sunar (Beyoğlu, 2021, s.995-999). Örneğin emekli maaşında yapılan bir hata, KDK başvurusu üzerine kurum tarafından düzeltilip vatandaşın mağduriyeti giderilebilmektedir. Ombudsmanlık kurumunun bir diğer önemi, kararlarında idareye *iyi yönetim ilkelerini* hatırlatarak, şeffaflık, hesap verebilirlik ve insan haklarına saygı kültürünü teşvik etmesidir (Kahraman, 2011, s.370-371). KDK'nın etkin işleyebilmesi için, halkın kurumu tanıması ve başvuru yollarını bilmesi önem taşır. Nitekim KDK, raporlarında her yıl binlerce başvuru aldığını ve önemli bir oranını dostane çözüme ulaştırdığını belirtmektedir (Kamu Denetçiliği Kurumu 2020 Yıllık Raporu, s.71-72). Ombudsmanlık müessesesi, idarenin kendi içinde denetlenmesi ve yargıya alternatif barışçıl çözüm sunması bakımından, insan haklarını koruma mekanizmaları arasında temel bir yere sahiptir.

Türkiye İnsan Hakları ve Eşitlik Kurumu (TİHEK): TİHEK, 2016 yılında 6701 sayılı Kanun'la kurulmuş bir ulusal insan hakları ve eşitlik kurumudur. Esasen 2012'de kurulan Türkiye İnsan Hakları Kurumu'nun yerine, görev ve yetkileri genişletilerek ihdas edilmiştir (Odyakmaz, Keskin ve Deniz, 2016, s.723). TİHEK'in kuruluş amacı, insan onurunu temel

alarak insan haklarının korunup geliştirilmesi, ayrımcılıkla mücadele edilmesi ve işkence ile kötü muamelenin önlenmesidir (6701 sayılı Kanun, m.1). Bu doğrultuda TİHEK, bir yandan Ulusal İnsan Hakları Kurumu işlevi görürken diğer yandan Ayrımcılıkla Mücadele ve Eşitlik Kurumu olarak faaliyet yürütür ve ayrıca Ulusal Önleme Mekanizması görevini üstlenir (Beyoğlu, 2021, s.1002-1004). TİHEK, dokuz üyeden oluşan ve üyeleri Cumhurbaşkanı ve Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından seçilen bir yapıya sahiptir; görev süreleri boyunca üyelerin bağımsızlığı güvence altına alınmıştır (6701 sayılı Kanun, m.10). Kurumun başlıca görevleri arasında, insan hakları ihlallerini resen veya başvuru üzerine incelemek, kamu kurumlarına ve özel sektöre ayrımcılık yasağı konusunda denetim yapmak, ihlal tespit ettiğinde yaptırım uygulamak, insan hakları eğitimi ve bilincini geliştirmek bulunmaktadır (6701 sayılı Kanun, m.9). Özellikle ayrımcılık yasağının ihlali iddialarında, TİHEK'e doğrudan başvuru yapılabilir ve TİHEK bu başvuruları soruşturma yetkisine sahiptir. Kanun, ayrımcılık fiilleri için TİHEK'e idari yaptırım uygulama yetkisi tanımıştır. TİHEK, bir kişinin dil, din, etnik köken, cinsiyet, engellilik vb. sebeplerle ayrımcılığa uğradığını tespit ederse, sorumlu kişi veya kuruma idari para cezası verebilir (6701 sayılı Kanun, m.25). Verilecek cezanın miktarı, ihlalin ağırlığı ve failin ekonomik durumu gibi ölçütlere göre belirlenir (Odyakmaz, Keskin ve Deniz, 2016, s.752). Bu bakımdan TİHEK, ombudsmanlıktan farklı olarak, ihlallere karşı yaptırım gücü de olan bir kuruluştur. Ayrıca TİHEK, cezaevi, karakol, geri gönderme merkezi gibi özgürlüğünden mahrum bırakılan kişilerin bulunduğu yerlere önceden haberli veya habersiz ziyaretler yaparak inceleme gerçekleştirme yetkisine sahiptir (Beyoğlu, 2021, s.1003; 6701 sayılı Kanun, m.18).

Sonuç olarak, Türkiye'de insan haklarını koruma mekanizması olan bağımsız kurumlar manzumesi, yargısal yollarla birlikte bütüncül bir koruma ağı teşkil etmektedir. Ombudsmanlık kurumu ve TİHEK, bireylerin idare karşısındaki haklarını aramada alternatif ve etkili kanallar sunmaktadır. Bu kurumların güçlendirilmesi, kararlarına gereken önemin verilmesi ve kamuoyu tarafından bilinirliliğinin artması, insan haklarının korunmasında ülkemize önemli yararlar sağlayacaktır.

Sonuç

Türkiye'de bireysel başvuru hakkının tanınması ve Anayasa Mahkemesi'nin bu kapsamda temel hak ihlallerini denetlemeye başlaması, hukuk sistemimizde köklü bir dönüşüm yaratmıştır. Bireysel başvuru, başta anayasal hakların korunması olmak üzere, yargı kültürü ve idare anlayışı üzerinde derin etkiler bırakmıştır. On yılı aşkın uygulama deneyimi göstermektedir ki, bu mekanizma bir yandan bireylerin hak arama yollarını genişletmiş, diğer yandan devletin insan hakları alanındaki sorumluluğunu pekiştirmiştir.

Makalenin ilk bölümlerinde ortaya konulduğu üzere, bireysel başvuru sistemi Türkiye'de artık yerleşik bir uygulama haline gelmiştir. Anayasa Mahkemesi, yerleşik içtihatlarıyla kimlerin hangi şartlarda başvuru yapabileceğini, başvuruların nasıl inceleneceğini ve ihlallerin nasıl giderileceğini ayrıntılarıyla belirlemiştir. Bu sayede bireysel başvuru, etkili bir iç hukuk yolu olarak kurumsallaşmıştır. Her ne kadar iş yükü ve kararların tam uygulanması gibi sorunlar bulunsa da, mekanizmanın genel itibariyle başarıyla işlediği ve AİHM tarafından da etkin kabul edildiği açıktır. Anayasa Mahkemesi'nin özverili çabası, Türk hukukunu Avrupa insan hakları standartlarına yakınlaştırmış, pek çok vatandaşın mağduriyetini ulusal düzeyde çözmüştür.

AİHM ve AYM bireysel başvurularının karşılaştırılması bize göstermiştir ki, ulusal ve uluslararası koruma mekanizmaları birbirini tamamlar niteliktedir. AYM'nin varlığı, AİHM'in yükünü hafifletmekte; AİHM'in denetimi ise AYM kararlarının ve ulusal mekanizmanın çıtasını yüksek tutmaktadır. Türkiye, 2012 sonrası dönemde AİHM önünde daha az mahkumiyet alıyor ve pek çok mesele Strasbourg'a varmadan Ankara'da halledilyorsa, bu bireysel başvuru yolunun bir kazanımıdır. Bunun devamlılığı için, AYM'nin bağımsızlığı ve tarafsızlığının korunması, içtihatlarının tutarlılıkla sürdürülmesi büyük önem arz eder.

Bireysel başvurunun toplumsal ve hukuki etkileri de son derece olumludur. Bireylerin hak bilinci güçlenmiş, insan hakları kavramı soyut teoriden somut günlük hayatın parçası haline gelmiştir. Yargı organları içtihatlarını gözden geçirmiş, adil yargılanma ve ifade özgürlüğü gibi alanlarda eski alışkanlıklar terk edilmeye başlamıştır. Yasama organı, AYM kararlarını dikkate alarak kanunlarını revize etmektedir. İdare, hem ombudsman hem AYM kararlarıyla hatalarını düzeltmekte, keyfi uygulamaların karşılıksız kalmadığını görmektedir. Bu gelişmeler, nihayetinde Türkiye'de hukuk devletinin güçlenmesine hizmet etmektedir. Bireysel başvuru, hukukun üstünlüğünü somutlaştıran bir araç olarak, devletin tüm erklerine Anayasa'nın bağlayıcılığını hatırlatmıştır.

Elbette ki insan haklarının korunması sadece mahkemelerle sınırlı değildir. Makalede ele alınan bağımsız insan hakları kurumları (KDK, TİHEK gibi) da bu koruma mekanizmasının vazgeçilmez unsurlarıdır. Türkiye'de insan hakları altyapısının kurumsallaşması yönünde son yıllarda atılan adımlar, ulusal raporlama ve denetim kapasitesini artırmıştır. Ombudsmanlık kurumu ve TİHEK, idari alanda vatandaşların haklarını savunmakta, dostane çözüm ve yaptırım araçlarıyla hak ihlallerine karşı mücadele etmektedir. Bu kurumların etkinliği, bireysel başvuru yolunu da desteklemekte; zira bir ihlal, yargıya intikal etmeden çözülürse hem birey için hızlı bir tatmin sağlanır hem de AYM'nin iş yükü azalır.

Sonuç olarak, bireysel başvuru hakkı ve onu çevreleyen kurumsal yapı (Anayasa Mahkemesi'nin aktif rolü, ombudsmanlık ve insan hakları kurumu gibi destek mekanizmalar)

Türkiye'de insan haklarına dayalı bir hukuk düzeni tesis etme hedefine hizmet etmektedir. Bu mekanizmanın sürdürülebilirliği ve başarısı, hukuk kültürünün tüm aktörlerince benimsenmesine bağlıdır. Vatandaşlar hak arama cesaretini koruduğu, yargı organları insan hakları hassasiyetini benimsediği ve idare hesap verebilirliği içselleştirdiği müddetçe, bireysel başvuru kurumu ülkemizde adaletin son kapısı olmaya devam edecektir. Böylece Türkiye, hem ulusal planda kendi yurttaşlarının haklarını daha güçlü teminat altına alacak hem de uluslararası arenada insan haklarına saygılı bir hukuk devleti olarak konumunu sağlamlaştıracaktır.

KAYNAKÇA

Arslan, Z. (2021). Yargı Reformu Stratejisi Toplantısı Açış Konuşması. (Erişim: Adalet Bakanlığı Basın, 5 Şubat 2021).

Baymuş, T., Acar, E. (2023). Anayasa Mahkemesi Bireysel Başvuru Kararlarının Bağlayıcılığı Üzerine Bir Değerlendirme. DPÜ Hukuk ve İdarî Bilimler Dergisi, 2(1), 119-136.

Baysal, M. (2015). Avrupa İnsan Hakları Mahkemesine Bireysel Başvuruda Mağdur Kavramı. Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, 1(5), 193-233.

Beyoğlu, A. (2021). T.C. Kamu Denetçiliği Kurumu ile Türkiye İnsan Hakları ve Eşitlik Kurumu'nun Kurumsal Yapı, İşleyiş ve Etkinlikleri Açısından Bir Karşılaştırma. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 23(3), 992-1013.

Dursun, H. İ. (2017). Bireysel Başvurunun Etkili İşleyebilmesi için Genel Mahkemelerin Rolü ve Anayasa'nın 90/5 Maddesi. Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, 8(32), 125-144.

Fendoğlu, H. T. (2013). Kamu Denetçiliği (Ombudsman) ve Anayasa Mahkemesi'ne Bireysel Başvuru Hakkı. Ankara Barosu Dergisi, 71(4), 21-49.

Gözler, K. (2019). Türk Anayasa Hukuku (3. bası). Bursa: Ekin.

Göztepe Çelebi, E. (2011). Türkiye'de Anayasa Mahkemesi'ne Bireysel Başvuru Hakkının (Anayasa Şikayeti) 6216 Sayılı Kanun Kapsamında Değerlendirilmesi. Türkiye Barolar Birliği Dergisi, (95), 13-40.

Göztepe Çelebi, E. (2016). Bireysel Başvuru Kararlarının Bağlayıcılığı ve İcrası Sorunu ile Kurumsallaşma İhtiyacı. Anayasa Yargısı, 32(1), 93-118.

Güzel, M. N. (2022). Anayasa Mahkemesine Bireysel Başvuru ve Mahkemenin Verdiği Kararlara Genel Bir Bakış. Dicle Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 27(47), 491-531.

İbrahim, A. (2021). Modern Toplumda Hukuk Devleti: Siyasal Meşrulaştırma Aracı. Dokuz Eylül Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, 23(1), 233-256.

İbrahim, A. (2022). Hak ve Hürriyetler Bakımından Osmanlı Anayasal Belgelerinin Irak 1925 Kanun-i Esasiye Tesiri, Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 6(1), 39-56.

İbrahim, A. (2022). İnsan Hakları Teorisi Uyarınca Eski ve Yeni Ahitte Düzenlenen Ortak Haklar. Ankara: Adalet Yayınevi.

İbrahim, A. (2024). "Türkiye'de Anayasal Reformlar ve Başkanlık Sistemine Geçiş Politikası" Turkey's Constitutional Reforms and The Transition to A Presidential System Policy". International Yeditepe Scientific Research Congress 7-8 September İstanbul, 45-59.

Kahraman, M. (2011). Hukuk Devletine Katkıları Bakımından Kamu Denetçiliği. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(16), 355-373.

Kahraman, M., Şahin, M. (2019). Anayasa Mahkemesi Bireysel Başvuru Kararlarının Yerine

Getirilmesi. Anayasa Yargısı, 36(2), 37-61.

Odyakmaz, Z., Keskin, B., Deniz, Y. (2016). 6701 Sayılı Türkiye İnsan Hakları ve Eşitlik Kurumu Kanunu Üzerine Bir Değerlendirme – I. Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, (7), 721-761.

Özçelik, S. (2019). Anayasa Mahkemesi Kararları Işığında Etkin Soruşturma Yükümlülüğü. Yıldırım Beyazıt Hukuk Dergisi, 5(2), 169-188.

Sağlam, F. (2012). Anayasa Şikayeti: Anlam, Kapsam ve Türkiye Uygulamasında Olası Sorunlar. E. Göztepe, A. Çelebi (Ed.), Demokratik Anayasa: Görüşler ve Öneriler içinde (s.418-466). İstanbul: Metis.

Sarıaslan, O. (2018). Bireysel Başvuru Süreciyle Değişen Yargısal Paradigma ve Adil Yargılanma Hakkı Ekseninde İdarî Yargıda Re'sen Araştırma İlkesi. Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, (12), 297-314.

ABD'NİN AFGANİSTAN'DAN AYRILMASININ NEDENLERİ

Babur HAYA
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı, Kırşehir
ORCID: 0009- 0004- 4440- 9294

ÖZET

Bu çalışma, kısaca Sovyetler Birliği'nin Afganistan'ı işgali döneminden başlayarak, 11 Eylül 2001 terör saldırıları sonrasında ABD'nin bu ülkeye müdahalesi konularına değindikten sonra 2021'deki çekilme nedenleri ve çekilme sürecini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Bu çerçevede, büyük güçlerin Afganistan üzerindeki stratejik rekabeti ve bu rekabetin ülkenin siyasi, toplumsal ve güvenlik altyapısı üzerindeki etkileri analiz edilecek, Bonn (2001) ve Doha (2020) Anlaşmaları üzerinden barış inşası ve devlet kurma çabaları değerlendirilecek, nihayetinde ABD'nin çekilme kararını doğuran etkenler ortaya konmaya çalışılacaktır. Çalışmada, önce Afganistan'ın Sovyet işgalinden itibaren yaşadığı dönüşümlere değinilmekte, ardından 11 Eylül sonrasında "terörle mücadele" söylemiyle başlatılan Amerikan müdahalesinin, yerel etnik-kabile dengeleri, yolsuzluk, yetersiz kurumsallaşma ve Afgan toplumunun karmaşık yapısıyla nasıl uyumsuzluk yaşadığı ele alınmaktadır. Bonn Anlaşması'nın içerdiği devlet inşa girişimleri ve Taliban'ın dışlanmasıyla oluşan kapsayıcılık sorunu, yirmi yıl boyunca uluslararası yardımlara rağmen beklenen istikrarın sağlanamaması gibi konulara yer verilmektedir. Bu süreçte Afganistan'da güvenlik açıklarının derinleşmesi, yabancı askeri harcamalar ve Amerikan iç kamuoyunun "sonsuz savaş" tepkileri arttıkça, ABD'nin stratejik önceliklerini Asya-Pasifik bölgesine kaydırması üzerinde durulmuştur. Doha Anlaşmasını gereği olan çalışma takvimi netleştirmesine rağmen, buna tam uyulamaması üzerine oluşan sıkıntılardan bahsedilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Afganistan, Bonn Anlaşması, Doha Anlaşması, ABD'nin Çekilmesi, Bölgesel Rekabet.

THE REASONS FOR THE U.S. WITHDRAWAL FROM AFGHANISTAN

ABSTRACT

This study begins by briefly examining the period starting with the Soviet Union's invasion of Afghanistan, then addresses the U.S. intervention in the country following the terrorist attacks on September 11, 2001, and finally provides a comprehensive analysis of the reasons and process behind the U.S. withdrawal in 2021. Within this framework, the strategic competition among major powers over Afghanistan and its impact on the nation's political, social, and security infrastructures are analyzed. Furthermore, the study evaluates peace-building and state-building efforts through the Bonn (2001) and Doha (2020) Agreements, and ultimately seeks to identify the factors that led to the U.S. decision to withdraw. The study first discusses the transformations Afghanistan underwent starting from the Soviet occupation. It then examines how the American intervention—initiated after September 11 under the banner of "counterterrorism"—encountered misalignments with local ethnic-tribal dynamics, entrenched corruption, inadequate institutionalization, and the complex structure of Afghan society. Issues such as the inclusivity problem arising from the exclusion of the Taliban in the state-building efforts outlined in the Bonn Agreement, as well as the failure to achieve the anticipated stability despite two decades of international aid, are critically discussed. During this period, as security gaps deepened in Afghanistan, foreign military expenditures increased and American public opinion grew weary of an "endless war," the U.S. gradually shifted its strategic priorities towards the Asia-Pacific region. Additionally, the study addresses the challenges that emerged from the inability to fully adhere to the timeline mandated by the Doha Agreement.

Keywords: Afghanistan, Bonn Agreement, Doha Agreement, US Withdrawal, Regional Competition.

Bəbirova Sürəyya Həsən qızı
Azərbyacan Dövlət Pedagoji Universitetin baş muəllimi, Bakı, Azərbaycan

AKTUAL TİBBİ-SOSİAL PROBLEMLƏR. NARKOMANİYA

Narkomaniya- mütəmadi narkomanların istifadəsi zamanı inkişaf edən ağır keçən xəstəliklər qrupudur. Bu zaman narkotiklər baş beyinin mərkəzi şöbəsində mərkəzi sinir sisteminin funksional vəziyyətinə təsir edir. Narkomaniyanın əsas göstəricisi - hansısa narkotik maddəyə patoloji meyillikdir.

Psixoemosional fonun dəyişməsi məqsədi ilə narkotikin mütəmadi qəbulu və narkotik maddənin dozasının artırılması daha tez-tez həyati önəmli strukturların zədələnməsinə səbəb olur.

Narkotiklərdən əmələ gəlmiş asılılıq vəziyyətində onlardan imtina cəhdləri kəskin psixofizioloji dəyişikliklər ilə müşayyət edən vəziyyət yaranır. Bəzi narkotik maddələr hətta bir dəfə tətbiqindən sonra narkotik asılılıq yaradaraq, insanı narkoman etməyə qadirdir.

Xəstəliyin ilk mərhələlərində təzahür etməyən somatik (daxili orqanların zədələnməsi) dəyişikliklər fonunda xəstənin əxlaq-mənəvi-etik deqradasiyası baş verir. Narkomanın həyat maraqlaı itir, hafizəsi zəifləyir, intellektual fəaliyyətə praktiki qabiliyyəti olmur, bircə bir məqsədə-narkotik maddələrin əldə edilməsinə yönəlmiş hərəkətlər edir, narkotiksiz həyatın subyektiv mənası öz əhəmiyyətini itirir. Narkomaniyanın ilk mərhələsində sağalmış, normal həyata qayıtmış insanlar hər an o dövrü həyatının ən vahiməli dövrü kimi xatırlayır.

Son vaxtlarda narkotik maddələrin inyeksion formaları cavanlar arasında çox yayılaraq, onlarda bu, yaxud digər "zəhərə" meyillik yaradaraq, onların şpris vasitəsi ilə müxtəlif sağalmayan xəstəliklərlə yoluxmasına səbəb olur, məsələn QİÇS yaxud hepatit C; bundan əlavə immunitetin kəskin zəifləməsi şəraitində sepsisin (qanın zəhərlənməsi) qeydə alınır.

Narkomaniyanın müxtəlif növlərinə tutulmuş xəstələrin müalicəsi stasionar şəraitində aparılır. Narkomaniyanın müalicəsinin effektliyi xeyli dərəcədə xəstənin özünün narkotiklərdən asılılığını dərk edib, azad olma arzusundan asılıdır.

Acar sözlər: Narkotik asılılıq, Narkotik maddələr, Somatik dəyişikliklər, Psixofizioloji dəyişikliklər, Xəstələrin müalicəsi

Babirova Surayya Hasan qizi
Senior lecturer at Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

CURRENT MEDICAL AND SOCIAL PROBLEMS. DRUG ADDICTION

Drug addiction is a group of severe diseases that develop during regular drug use. In this case, drugs affect the functional state of the central nervous system in the central part of the brain. The main indicator of drug addiction is a pathological tendency to a certain drug.

Regular intake of drugs and increasing the dose of drugs with the aim of changing the psycho-emotional state often leads to damage to vital organs of the body.

In case of drug addiction, attempts to give them up are accompanied by severe psychophysiological changes. Some drugs are capable of creating drug dependence even after a single use, making a person a drug addict.

The patient's moral, spiritual and ethical degradation occurs in the early stages of the disease, against the background of somatic (damage to internal organs) changes that do not fully manifest themselves. The addict loses interest in life, his memory weakens, he loses practical ability for intellectual activity, his actions are aimed at one goal - obtaining narcotic substances and life without drugs loses its meaning. People who have recovered from the first stage of drug addiction and returned to normal life always remember that period as the most terrible period of their lives.

Recently, various types of injectable drugs have become widespread among young people, creating in them an addiction to this or that "poison", which leads to their infection with various incurable diseases through syringes, for example, AIDS or hepatitis C; in addition, sepsis (blood poisoning) is observed in relation to a sharp weakening of immunity.

Treatment of patients with various types of drug addiction is carried out in a hospital. The effectiveness of drug addiction treatment largely depends on the patient's own awareness of his addiction to drugs and his desire to get cured.

Keywords: Drug addiction, Drugs, Somatic changes, Psychophysiological changes, Treatment of patients

TRANSCAUCASIA: DEVELOPMENTS AND CHALLENGES

Süreyya Yiğit PhD
ORCID: 0000-0002-8025-5147
Professor of Politics and International Relations, School of Politics and Diplomacy,
New Vision University, Tbilisi, Georgia.

Abstract

Following the dissolution of the Soviet Union, the Transcaucasian nations—Georgia, Armenia, and Azerbaijan—encountered considerable challenges in establishing independent governance, stabilizing their economies, and addressing territorial disputes. Georgia faced significant difficulties due to separatist movements in Abkhazia and South Ossetia, resulting in enduring instability. Armenia, which emerged from Soviet control, became deeply involved in the Nagorno-Karabakh conflict, reshaping its political and diplomatic orientation. Azerbaijan, endowed with substantial oil resources, adeptly manoeuvred through the intricacies of energy diplomacy while grappling with internal unrest and regional tensions. The influence of power dynamics among Russia, Turkey, and Western alliances proved pivotal in shaping the region's post-Soviet trajectory, impacting security, economic development, and interstate relations. This paper explores the lasting legacies of Soviet administration, contested borders, and energy dependencies that persist in defining Transcaucasia's geopolitical landscape.

Keywords: Caucasus, Geopolitics, Regional Conflict, Russia, Regional Powers, Turkey

TRANSKAFKASYA: GELİŞMELER VE ZORLUKLAR

Özet

Sovyetler Birliği'nin dağılmasının ardından, Transkafkasya ülkeleri -Gürcistan, Ermenistan ve Azerbaycan- bağımsız yönetim kurma, ekonomilerini istikrara kavuşturma ve toprak anlaşmazlıklarını çözme konusunda önemli zorluklarla karşılaştı. Gürcistan, Abhazya ve Güney Osetya'daki ayrılıkçı hareketler nedeniyle önemli zorluklarla karşı karşıya kaldı ve bu da kalıcı istikrarsızlığa yol açtı. Sovyet kontrolünden çıkan Ermenistan, Dağlık Karabağ çatışmasına derinlemesine dahil oldu ve siyasi ve diplomatik yönelimini yeniden şekillendirdi. Önemli petrol kaynaklarına sahip olan Azerbaycan, iç huzursuzluk ve bölgesel gerginliklerle boğuşurken enerji diplomasisinin karmaşıklıkları arasında ustaca manevra yaptı. Rusya, Türkiye ve Batı ittifakları arasındaki güç dinamiklerinin etkisi, bölgenin Sovyet sonrası yörüngesini şekillendirmede, güvenliği, ekonomik kalkınmayı ve devletler arası ilişkileri etkilemede önemli rol oynadı. Bu makale, Transkafkasya'nın jeopolitik manzarasını

tanımlamada devam eden Sovyet yönetiminin kalıcı miraslarını, tartışmalı sınırları ve enerji bağımlılıklarını araştırıyor.

Anahtar Kelimeler: Kafkasya, Jeopolitika, Bölgesel Çatışma, Rusya, Bölgesel Güçler, Türkiye

PROGRAMLAMA EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKA DESTEKİ ÖĞRENMENİN ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Zafer KADIRHAN
Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Software Engineering, Golbasi, Ankara
ORCID: 0000-0002-7839-5319

ÖZET

Bu çalışma, yapay zeka (YZ) destekli öğrenmenin, programlama eğitimindeki öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal gelişimi üzerindeki etkilerini incelemektedir. Araştırma tasarımı olarak, ön test-son test kontrol grubu yapısına sahip yarı-deneysel bir yöntem kullanılmıştır. Örneklem, giriş seviyesindeki bir programlama dersine kayıtlı olan ve cinsiyet ve milliyet açısından dengeli bir dağılım sağlanarak rastgele deneysel veya kontrol grubuna atanan 82 lisans öğrencisinden oluşmuştur.

Deneysel gruba, ChatGPT, Copilot ve Gemini gibi YZ destekli kodlama asistanlarına erişim sağlanmış, kontrol grubu ise yalnızca geleneksel web tabanlı öğrenme kaynaklarına dayanmıştır. Müdahale 14 hafta sürmüş, bu süreçte tüm öğrenciler yapılandırılmış teorik derslere ve laboratuvar tabanlı programlama etkinliklerine katılmışlardır. Veriler, öğrencilerin YZ'ye yönelik tutumlarını, kabul seviyelerini ve YZ ile ilgili kaygılarını ölçen ön test ve son test anketleri aracılığıyla toplanmıştır. Ayrıca, akademik performans haftalık laboratuvar ödevleri, ara sınav ve final sınavları ile yapılandırılmış pratik değerlendirmeler yoluyla ölçülmüştür. Veri bütünlüğünü sağlamak amacıyla, mobil cihaz kısıtlamaları ve çalışma istasyonu kayıt yazılımları gibi sıkı denetim önlemleri uygulanmıştır.

İstatistiksel analizler, grup içi ve gruplar arası farkları incelemek için eşleştirilmiş ve bağımsız örneklem t-testleri kullanılmış, öğrencilerin performans iyileşmelerini belirlemek için ise çoklu regresyon analizi uygulanmıştır. Bulgular, YZ destekli öğrenme grubundaki öğrencilerin, kontrol grubundaki öğrencilerine kıyasla problem çözme becerilerinin ve katılım düzeylerinin anlamlı şekilde iyileştiğini göstermiştir ($p < 0.05$). Ancak, nitel geri bildirimler, YZ'ye aşırı bağımlılıkla ilgili endişeleri dile getirmiş ve programlama müfredatlarına YZ araçlarının entegrasyonunda yapılandırılmış rehberliğin gerekliliğini vurgulamıştır.

Bu bulgular, YZ destekli öğrenmenin pedagojik etkilerine dair ampirik kanıt sunarak, yükseköğretimde YZ tabanlı öğretim teknolojilerinin entegrasyonunu optimize etmek isteyen müfredat tasarımcıları ve eğitimcilere rehberlik edecek içgörüler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka destekli öğrenme, programlama eğitimi, yükseköğretim, duyuşsal ve bilişsel etkiler.

INVESTIGATING THE IMPACT OF AI-ENHANCED LEARNING IN PROGRAMMING EDUCATION

ABSTRACT

This study examines the effects of artificial intelligence (AI)-enhanced learning on students' cognitive and affective development in programming education. A quasi-experimental research design with a pretest-posttest control group structure was employed. The sample consisted of 82 undergraduate students enrolled in an introductory programming course, randomly assigned to either the experimental or control group, ensuring balanced distributions in gender and nationality.

The experimental group was provided access to AI-powered coding assistants such as ChatGPT, Copilot, and Gemini, while the control group relied exclusively on conventional web-based learning resources. The intervention spanned 14 weeks, during which all students attended structured theoretical sessions and laboratory-based programming activities. Data were collected through pre- and post-study surveys measuring students' attitudes toward AI, acceptance levels, and AI-related anxiety. Additionally, academic performance was assessed via weekly laboratory assignments, midterm and final examinations, and structured practical assessments. Strict supervision measures, including mobile device restrictions and workstation logging software, were implemented to ensure data integrity.

Statistical analyses included paired and independent-samples t-tests to examine within-group and between-group differences, while multiple regression analysis was employed to identify significant predictors of students' performance improvements. The findings revealed that students in the AI-assisted learning group exhibited significantly enhanced problem-solving abilities and engagement levels compared to their counterparts in the control group ($p < 0.05$). However, qualitative feedback indicated concerns regarding over-reliance on AI, emphasizing the necessity of structured guidance in integrating AI tools into programming curricula.

These findings contribute to the discourse on AI-enhanced learning by providing empirical evidence on its pedagogical implications, offering insights for curriculum designers and educators seeking to optimize the integration of AI-driven instructional technologies in higher education.

Keywords: AI-enhanced learning, programming education, higher education, affective and cognitive effects.

MASA TENİSİ SPORCULARINDA ANTROPOMETRİK EL ÖLÇÜMLERİ VE PERFORMANS ARASINDAKİ İLİŞKİNİN BELİRLENMESİ

Defne ÖCAL KAPLAN
Kastamonu University, Faculty of Sport Sciences, Department of Coaching Education, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0000-0002-5502-7011

ÖZET

Bu çalışma, masa tenisi sporcularında el ölçümleri ile performans arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır. Masa tenisi, hız, çeviklik ve kısa reaksiyon zamanı gerektiren bir spor dalı olup, sporcuların fiziksel özellikleri, performanslarını doğrudan etkilemektedir. Özellikle el ölçümleri, oyuncuların top kontrolü, vuruş hassasiyeti ve oyun stratejilerini geliştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, el alan ölçümleri, el antropometrik ölçümleri gibi fiziksel parametrelerin, masa tenisi performansıyla nasıl ilişkilendiği araştırılmaktadır. Çalışmada, 3. Ligde mücadele eden masa tenisi sporcuları arasında yapılan ölçümlerle el alanları, el uzunluğu, el genişliği, metacarpal genişlik ve parmak uzunlukları ile ligdeki puan durumları arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Çalışmaya spor yaşı ortalamaları 10,15 yıl olan; 30 kadın (yaş ortalaması 18 yıl) 20 erkek (yaş ortalaması 22 yıl) sporcu katılmıştır. Antropometrik el ölçümleri ISAK kurallarına uygun olarak alınmış, alan hesaplamaları için standartlara uygun olarak el tam abductiondayken çekilen fotoğraflar üzerinden yapılmıştır. Sporcuların müsabakalarda elde ettikleri puanlar Türkiye Masa Tenisi Federasyonu'nun resmi sitesinden elde edilmiştir. Verilerin normallik analizi SPSS 23 paket programı ile Skewness ve Kurtosis değerleri kullanılarak yapılmıştır. Normal dağılım gösteren verilerde Pearson Korelasyon Testi, normal dağılım göstermeyenlerde Spearman Korelasyon Testi ile veriler arasındaki ilişkinin gücü ve yönü hesaplanmıştır. 0,05'den daha düşük bir p değerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edilmiştir. Araştırmanın bulguları, el ölçümleri ile performans arasında pozitif bir ilişki olup olmadığını ortaya koymayı hedeflemektedir. El alan ölçümleriyle sporcunun puan durumu arasında; el antropometrik ölçümleri ile boy uzunluğu ve kulaç uzunluğu arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, el büyüklüğü ve antropometrik el uzunlukları gibi faktörlerin, doğru vuruş ve top kontrolü üzerindeki etkisi belirlenmiş ve bu parametrelerin oyun stratejileri üzerindeki rolüne dikkat çekilmiştir. Masa tenisinde performansı artırmak için sporcuların fiziksel özelliklerinin daha yakından incelenmesi ve antrenman programlarının buna göre şekillendirilmesi önerilmektedir. Çalışmanın sonuçları, masa tenisi sporcuları için yetenek kriteri belirlemek konusunda katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Masa tenisi, antropometrik el ölçümleri, performans

DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN ANTHROPOMETRIC HAND MEASUREMENTS AND PERFORMANCE IN TABLE TENNIS PLAYERS

ABSTRACT

This study aims to examine the relationship between hand measurements and performance in table tennis players. Table tennis is a sport that requires speed, agility, and quick reaction time, where athletes' physical characteristics directly affect their performance. Specifically, hand measurements play a significant role in players' ability to control the ball, their shot accuracy, and game strategies. In this context, the study investigates how physical parameters such as hand area measurements and anthropometric hand measurements are related to table tennis performance. The study involves 30 female (average age 18 years) and 20 male (average age 22 years) table tennis players from the 3rd league. The average sports age of the participants is 10.15 years. Anthropometric hand measurements were taken according to ISAK guidelines, and hand area calculations were made using photographs taken in full abduction, in line with standards. Players' scores from competitions were obtained from the official website of the Turkish Table Tennis Federation. Data normality analysis was conducted using the SPSS 23 software, and the Skewness and Kurtosis values were used for evaluation. In normally distributed data, the Pearson Correlation Test was used, while the Spearman Correlation Test was used for data that did not show normal distribution. A p-value less than 0.05 was considered statistically significant. The results of the study aim to determine whether there is a positive relationship between hand measurements and performance. The findings indicate that there is a significant relationship between hand area measurements and players' ranking, as well as between anthropometric hand measurements and height and wingspan. In conclusion, the impact of factors such as hand size and anthropometric hand lengths on shot accuracy and ball control has been identified. The role of these parameters in game strategies has also been highlighted. It is recommended that athletes' physical characteristics be closely examined to enhance performance, and training programs should be tailored accordingly. The findings of this study will contribute to establishing talent criteria for table tennis players.

Keywords: Table tennis, anthropometric hand measurements, performance.

1. GİRİŞ

Spor performansı, antropometrik, fizyolojik, psikolojik ve teknik birçok değişkenin etkileşimiyle şekillenen çok boyutlu bir durumdur (Guntoro ve ark., 2023). Antropometrik özellikler, bireyin vücut yapısı, boyutları ve oranlarını inceleyerek sporcunun yeteneği, başarılı olabileceği brans ve fiziksel uygunluk düzeyi hakkında önemli bilgiler sunar (Lima-Borges ve

ark., 2022). Spor dallarına özgü fiziksel yapı farklılıklarının, başarıya doğrudan etkilediği bilimsel araştırmalarla ortaya konmuştur (Miguel-Ortega e ark., 2023; Pedro ve ark., 2022). Bu bağlamda, el ve parmak uzunluk ve genişliği gibi spesifik antropometrik ölçümler, özellikle el becerilerinin ön planda olduğu spor branşlarında, performans düzeyini etkileyebilecek kritik faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir.

Masa tenisi, hızlı düşünme, çeviklik, reaksiyon süresi, el-göz koordinasyonu ve teknik becerilerin üst düzeyde kullanımını gerektiren bir spor dalıdır. Masa tenisi son yıllarda daha gösterişli bir spor haline gelmiş, oyun içi taleplerin yanı sıra hareketlerin yoğunluğu ve hızı da kural ve ekipman değişiklikleriyle artmış; sporcularda aranan vücut kompozisyonu ve peformans kriterleri bu durumdan etkilenmiştir (Pradas ve ark., 2021; Pradas ve ark., 2008). Oyuncunun raketle temas ettiği tek nokta olan el, topun yönünü, hızını ve dönüşünü belirleyen temel kontrol mekanizmasıdır. Dolayısıyla, elin anatomik özellikleri –örneğin el uzunluğu, avuç içi genişliği, parmak uzunlukları, başparmak pozisyonu ve kavrama kapasitesi gibi parametreler– sporcunun vuruş kalitesi ve teknik etkinliği üzerinde doğrudan veya dolaylı etkilere sahip olabilir.

Literatürde basketbol, hentbol, voleybol gibi sporlarda el antropometrisi ile performans ilişkisini inceleyen çalışmalar bulunmakla birlikte, masa tenisi gibi teknik ve ince motor becerilerin ön planda olduğu branşlarda bu ilişkiyi değerlendiren araştırmaların sayısı sınırlıdır. Ayrıca, bu alandaki mevcut çalışmaların çoğu genel vücut ölçüleri (boy, kilo, BMI vb.) üzerine yoğunlaşmakta, daha spesifik ekstremite ölçümleri detaylı olarak ele alınmamaktadır. Bu durum, masa tenisi branşında performansı etkileyebilecek fiziksel faktörlerin daha derinlemesine incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, masa tenisi sporcularının el antropometrik ölçümleri ile sportif performansları arasındaki ilişkinin belirlenmesidir. Elde edilecek bulguların, özellikle sporcu seçme ve branşa yönlendirme süreçlerinde, performansın öngörülmesinde ve bireyselleştirilmiş antrenman programlarının hazırlanmasında bilimsel bir temel oluşturması hedeflenmektedir. Ayrıca, çalışmanın sonuçları sayesinde antrenörlerin, spor bilimcilerin ve ilgili uzmanların, masa tenisi sporcularının fiziksel uygunluklarını daha objektif kriterlere göre değerlendirmeleri mümkün olacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Araştırma deseni; çalışma nicel araştırma modellerinden kesitsel ve korelasyonel araştırma niteliğinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırma grubu: Çalışmaya spor yaşı ortalamaları 10,15 yıl olan; 30 kadın (yaş ortalaması 18 yıl) 20 erkek (yaş ortalaması 22 yıl) sporcu katılmıştır.

2.2. Alınan ölçümler:

Boy uzunluğu, Antropometre ile alınan bu ölçüm, birey antropometri tahtası üzerindeyken, birinin deneği zygomatik ve mostoitlerinden yumuşakça yukarı çekerek deneğin en uzun boyunu kazanmasını sağladığı sırada baş Frankfurt düzleminde, omuzlar serbest, sırt düz ve yukarı doğru gergin pozisyondayken yapılır. Topuklar bitişik ve ayak parmakları arasında yaklaşık 60°'lik açı bulunmalıdır. Denek bu pozisyondayken ölçüme yardımcı olan ikinci kişi antropometrinin hareketli kolunu kafanın tam ortasında verteks noktası denilen yere değdirerek değeri milimetrik olarak kaydedilmiştir**.**

Vücut ağırlığı, 100 gr'a duyarlı dijital tartı aleti yardımıyla, birey üzerinde minimum giysi varken ölçüm alınmıştır. Ölçüm esnasında denek, tartı aletinin üzerine ayakkabısız, baş dik ve eller yanda olacak şekilde dengeli ve herhangi bir yerden destek almayacak şekilde durmalıdır. El uzunluğu ve genişliği ölçümlerinde katılımcılar, eli düz ve avuç içi yukarıda olacak şekilde ön kolunu yatay pozisyonda tuttu. El uzunluğu stiloid çıkıntılar arasına çizilen çizgiden orta parmağın ucuna uzanan dik mesafe olarak ölçüldü. Avuç içi genişliği II. (işaret parmağı) ve V. (küçük parmak) parmaklarının metakarpofalangeal eklemleri hizasında parmaklar adduksiyon pozisyonunda ölçüldü. Avuç içi uzunluğu, bilek kıvrımından III. parmak (orta parmak) metakarpofalangeal eklemine kadar ölçüldü. El spamı küçük parmağın ucunun dış sınırından başparmağın dış kenar ucuna kadar olan mesafe olarak ölçüldü. Parmaklar ve başparmak, kişinin rahat olduğu ve yapabildiği kadar geniş bir şekilde gerildi.

El alanları: Deneklerin her iki eli maksimum şekilde açılmış halde fotoğraflanmış ve referans noktaları işaretlenerek yazılım aracılığıyla hesaplamalar yapılmıştır. Uygulamada, ölçeklendirilecek fotoğrafın sol üst köşesi, iki boyutlu düzlemde (xy koordinat sistemi) başlangıç noktası (0,0) olarak kabul edilmiştir. Herhangi iki nokta arasındaki piksel cinsinden mesafenin, bu iki nokta arasındaki santimetre cinsinden gerçek mesafeye oranı bulunarak, bu oran yardımıyla aynı fotoğraf üzerinde istenilen herhangi iki nokta arasındaki gerçek mesafe ya da çokgenlerin alanı hesaplanabilmektedir.

Uygulama, Microsoft .NET Framework 4.5, Windows Presentation Foundation (WPF) teknolojileri ve C# programlama dili kullanılarak geliştirilmiştir. Daha sonra, görüntü yazılımda açıldıktan sonra, elin yanındaki cetvel kullanılarak birim uzunluk başına piksel sayısı tanımlanmış, ardından istenilen noktalar arasında çizgi çizilerek bu noktalar arasındaki mesafeler elde edilmiştir. Elde edilen ölçülerin yer aldığı tablo, Microsoft Office Excel ile uyumlu hale getirilmiştir.

Şu parmak açıklığı (span) parametreleri ölçülmüştür.

Başparmak (T) ucundan işaret parmağı (I) ucuna kadar olan mesafe (parmak açıklığı 1 - FS1),

Başparmak (T) ucundan orta parmak (M) ucuna kadar olan mesafe (parmak açıklığı 2 - FS2),
Başparmak (T) ucundan yüzük parmağı (R) ucuna kadar olan mesafe (parmak açıklığı 3 - FS3),
Başparmak (T) ucundan serçe parmak (L) ucuna kadar olan mesafe (parmak açıklığı 4 - FS4),
Başparmak (T) ucundan tüm parmak uçlarına kadar olan mesafe (parmak açıklığı 5 - FS5).
Diğer ölçümler:
WTIW: Bilek ekleminden (W) başparmak (T) ucuna, oradan işaret parmağı (I) ucuna ve tekrar bilek eklemine kadar olan mesafe.
WTMW: Bilek ekleminden başparmak (T) ucuna, oradan orta parmak (M) ucuna ve tekrar bileğe kadar olan mesafe.
WIMW: Bilekten işaret parmağı (I) ucuna, oradan orta parmak (M) ucuna ve tekrar bileğe kadar olan mesafe.
WMRLW: Bilekten orta parmak (M) ucuna, oradan yüzük parmağı (R) ve serçe parmak (L) ucuna ve tekrar bileğe kadar olan mesafe.

Sporcuların Puan Durumları: Sporcuların katıldıkları masa tenisi müsabakaları sonrasında toplamda elde ettikleri puanlar Türkiye Masa Tenisi Federasyonu'nun resmi sitesinden elde edilmiştir.

WTIMRLW: Bilek ekleminden tüm parmak uçlarına ve tekrar bileğe kadar olan mesafe.

2.3. Verilerin Analizi: Örneklem sayısı belirlenirken G*Power güç analizi kullanılmıştır. Veriler SPSS 26 paket programı ile Skewness ve Kurtosis değerleri kullanılarak normallik analizi yapılmıştır. Normal dağılım gösteren verilerde Pearson Korelasyon Testi, normal dağılım göstermeyenlerde Spearman Korelasyon Testi kullanılarak veriler arasındaki ilişkinin gücü ve yönü hesaplanmıştır. 0,05'den daha düşük bir p değerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu şeklinde tanımlanmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 1. Kadın ve erkek masa tenisçilerin demografik verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

		Ortalama ± ss	Min	Max
Yaş (yıl)	Kadın (N=30)	18.20±2.5	15	22
	Erkek (N=20)	22.20±3.7	15	28
Spor yaşı (yıl)	Kadın (N=30)	8.10±3.7	6	15
	Erkek (N=20)	11.10±3.7	5	20
Boy Uzunluğu	Kadın (N=30)	158.81±4.6	148.0	179.0
	Erkek (N=20)	176.78±3.0	165.1	184.0
Vücut Ağırlığı	Kadın (N=30)	50.97±6.2	33.8	78.4
	Erkek (N=20)	64.18±5.8	55,3	94.5

Tablo 2. Erkek masa tenisçilerin dominant ve non dominant el alan ve parmak uzunluk değerlerinin karşılaştırılması

	Ortalama ± ss				
	Dominant el (N=14)	**Non-dominant el (N=14)**	**U**	**z**	**Sig. (2-tailed)**
P1 (cm^2)	74.99±7.5	70.07±5.9	51.00	-2.161	**0.031***
P2 (cm^2)	96.49±8.9	94.78±9.9	71.00	-1.241	**0.015***
P3 (cm^2)	47.45±10	44.66±7.0	96.00	-0.092	0.927
P4 (cm^2)	77.89±8.2	75.84±6.4	73.50	-1.129	**0.029***
P5 (cm^2)	193.35±5.2	192.56±5.1	53.50	-1.364	0.223
FS1 (cm)	11.24±1.3	11.85±0.4	92.00	-0.276	0.782
FS2 (cm)	15.71±1.4	16.04±2.2	87.00	-1.664	**0.006***
FS3 (cm)	17.94±1.6	18.15±1.1	62.50	-1.634	0.102
FS4 (cm)	19.45±1.3	19.56±1.7	95.00	-0.138	0.890
FS5 (cm)	26.97±2.4	27.2±2.9	93.00	-0.252	0.731
TL (cm)	12.67±0.9	12.09±1.0	89.00	-1.344	0.750
IFL (cm)	16.99±1,1	16.89±1.2	73.50	-0.502	0.501
MFL (cm)	17.68±1.1	17.69±1.6	97.00	-1.665	0.780
RFL (cm)	16.50±1.1	16.58±1.3	84.50	-1.127	0.925
LFL	14.12±0.9	14.2±1.1	78.00	-0.091	0.860

Tablo 3. Kadın masa tenisçilerin dominant ve non dominant el alan ve parmak uzunluk değerlerinin karşılaştırılması

	Ortalama ± ss				
	Dominant el (N=14)	**Non-dominant el (N=14)**	**U**	**z**	**Sig. (2-tailed)**
P1 (cm^2)	94.95±10.2	91.05±10.2	51.00	-2.178	**0.031***
P2 (cm^2)	123.25±9.2	121.90±8.9	61.00	-1.241	0.115
P3 (cm^2)	55.79±13.2	54.01±10.5	96.00	-0.092	0.927
P4 (cm^2)	88.96±10.2	90.24±9.8	73.50	-1.129	**0.029***
P5 (cm^2)	238.70±17.3	239.30±15.2	53.50	-1.364	0.223
FS1 (cm)	12.83±2.2	13.37±2.4	92.00	-0.276	0.782
FS2 (cm)	17.49±2.6	17.84±2.6	87.00	-1.664	0.006
FS3 (cm)	19.99±2.5	20.1±2.5	62.50	-1.634	0.102
FS4 (cm)	21.92±1.7	22.0±1.9	95.00	-0.138	0.890
FS5 (cm)	29.32±2.8	29.64±3.4	93.00	-0.252	0.731
TL (cm)	14.79±1.1	14.21±1.8	89.00	-1.344	0.750
IFL (cm)	19.21±1,3	19.11±1,6	73.50	-0.502	0.501
MFL (cm)	19.76±1.25	19.74±1.63	97.00	-1.665	0.780
RFL (cm)	18.51±1.2	18.67±1.5	84.50	-1.127	0.925
LFL (cm)	16.18±0.9	16.33±1.28	78.00	-0.091	0.860

Her ki cinsiyette de el alan ölçümleriyle sporcunun puan durumu arasında; el antropometrik ölçümleri ile boy uzunluğu arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak, el büyüklüğü ve antropometrik el uzunlukları gibi faktörlerin, doğru vuruş ve top kontrolü üzerindeki etkisi belirlenmiş ve bu parametrelerin oyun stratejileri üzerindeki rolüne dikkat çekilmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünya ve Avrupa'nın en iyi erkek masa tenisi oyuncularının antropometrik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada Uluslararası Masa Tenisi Federasyonu sıralamasında ilk 100 içinde yer alan erkek masa tenisi oyuncularının dominant olarak 73'ünün (%73) sağ, 27'sinin (%27) sol ellerini kullandıkları bulgulanmıştır (Djokić ve ark., 2017).

Parpucu ve ark. (2023), el antropometrisinin genç yetişkinler arasında kavrama kuvveti ve el becerisi ile ilişkili olduğu hipotezini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada el antropometrik karakteristikleri ile el kavrama kuvvetinin ve el becerisinin ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Kaya tırmanışçıları ile farklı branşlarda spor yapan ancak tırmanmayan sporcular arasında el kavrama/kütle oranı açısından önemli farklılıkların olduğu bulgulanmış ve yapılan sporun performansı konusunda antropometrik el ölçümlerinin önemi belirtilmiştir (Watts ve ark., 2003).

Topla oynanan takım sporları yapan sporcularla top kullanmadan diğer sporları yapan sporcuların üst ekstremite boyutları arasında, manuel lateraliteye bağlı asimetrileri saptamak amacıyla yapılan çalışmada, analiz edilen tüm antropometrik parametreler için, top sporları grubundaki sporcular, her iki üst ekstremite için diğer gruptakilere göre daha yüksek ortalama değerler kaydedilmiştir (Badau ve Badau, 2024).

Elde edilen bulguların, özellikle sporcu seçme ve branşa yönlendirme süreçlerinde, performansın öngörülmesinde ve bireyselleştirilmiş antrenman programlarının hazırlanmasında bilimsel bir temel oluşturması hedeflenmektedir. Ayrıca, çalışmanın sonuçları sayesinde antrenörlerin, spor bilimcilerin ve ilgili uzmanların, masa tenisi sporcularının fiziksel uygunluklarını daha objektif kriterlere göre değerlendirmeleri mümkün olacaktır.

Masa tenisinde performansı artırmak için sporcuların fiziksel özelliklerinin daha yakından incelenmesi ve antrenman programlarının buna göre şekillendirilmesi önerilmektedir. Çalışmanın sonuçları, masa tenisi sporcuları için yetenek kriteri belirlemek konusunda katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Badau, A., & Badau, D. (2024). Identifying the Differences in Symmetry of the Anthropometric Parameters of the Upper Limbs in Relation to Manual Laterality between Athletes Who Practice Sports with and without a Ball. Symmetry, 16(5), 558.

Djokić, Z., Munivrana, G., & Levajac, D. (2017). Anthropometric characteristics of top-class World and European male table tennis players. EUROPE, 44, 170-5.

Guntoro, T. S., Putra, M. F. P., Németh, Z., & Setiawan, E. (2023). The role of anthropometry, physical, psychological and personality for elite athletes in competitive sports. Pedagogy of Physical Culture and Sports, 27(4), 331-339.

Lima-Borges, D. S., Portilho, N. O., Araújo, D. S., Ravagnani, C. F. C., & Almeida, J. A. (2022). Anthropometry and physical performance in swimmers of different styles. Science & Sports, 37(7), 542-551.

Miguel-Ortega, Á., Calleja-González, J., & Mielgo-Ayuso, J. (2023). Comparison of sports performance and kinanthropometric profiles of elite female basketball and volleyball players over the course of a competitive season. Applied Sciences, 13(14), 8267.

Parpucu, T. İ., Keskin, T., Günal, A., Başkurt, F., & Başkurt, Z. (2023). Sağlıklı genç bireylerde elin antropometrik karakteristikleri ile kavrama kuvveti ve el becerisi arasındaki ilişki. Medical Journal of Süleyman Demirel University, 30(3), 552-560.

Pedro, Z. V., Rodrigo, V. V., & Jair, B. (2022). Anthropometric profile and physical fitness performance comparison by game position and connections with performance parameters in official matches of Chilean men rugby players. Journal of Physical Education and Sport, 22(10), 2454-2464.

Pradas, F., Martínez, E., Alcaraz, P. E., & Carrasco, L. (2008). Kinanthropometric profile, body composition, somatotype and grip strength dynamometry in young high level tennis, badminton and table tennis players. In Science and racket sports IV (pp. 105-112). Routledge.

Pradas, F., de la Torre, A., Carrasco, L., Munoz, D., Courel-Ibanez, J., & Gonzalez-Jurado, J. A. (2021). Anthropometric profiles in table tennis players: Analysis of sex, age, and ranking. Applied Sciences, 11(2), 876.

Watts, P. B., Joubert, L., Lish, A. K., Mast, J. D., & Wilkins, B. (2003). Anthropometry of young competitive sport rock climbers. British journal of sports medicine, 37(5), 420-424.

MATEMATİK OKURYAZARLIĞI ÖZ-YETERLİK ÖLÇEĞİ'NİN GÜVENİRLİK GENELLEME META-ANALİZİ

Ferhat ÖZDEMİR
Millî Eğitim Bakanlığı, Malatya
ORCID: 0000-0002-8913-531X

ÖZET

Matematik okuryazarlığı, matematiksel kavramları çeşitli bağlamlarda formüle etme, kullanma ve yorumlama becerisidir. Bu araştırmada, bireylerin matematik okuryazarlığı öz-yeterlik düzeylerini belirlemek amacıyla alanyazında sıklıkla tercih edilen Özgen ve Bindak (2008) tarafından geliştirilen "matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin (MOYÖYÖ)" kullanıldığı farklı çalışmalarda raporlanan bu ölçeğe ait güvenirlik verilerini kullanarak ortalama (birleştirilmiş) güvenirlik katsayısını tahmin etmek ve çalışmalarda raporlanan bu güvenirlik katsayılarının varyasyon kaynaklarını incelemek amaçlanmıştır. Meta-analiz yöntemlerinden biri olan güvenirlik genellemesinin kullanıldığı bu araştırma kapsamında 36 çalışmadan elde edilen 37 Cronbach alfa katsayısına ait verilerden Bonett dönüşümü kullanılarak elde edilen dönüştürülmüş katsayı değerleri rastgele etkiler modeli aracılığıyla birleştirilerek analizler yapılmıştır. Analiz sonucu ulaşılan bulgular tekrardan geri dönüşüme tabi tutulmuş ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeye göre MOYÖYÖ'nin ortalama Cronbach alfa değeri .909 (%95 GA: [.894 - .922]) olarak tahmin edilmiş ve istatistiki açıdan bu değer anlamlı görülmüştür ($p<.01$). Bunun yanı sıra araştırma kapsamına dahil edilen çalışmalardan elde edilen Cronbach alfa katsayıları arasında yüksek düzeyde heterojenliğin olduğu belirlenmiştir. Sonrasında yapılan moderatör analizlerinden elde edilen analiz bulguları Cronbach alfa tahminlerinin bu araştırmada ele alınan araştırma deseninden, yayın yılından ve katılımcıların erkek yüzdesine göre değişkenlik gösterdiği diğer bir ifadeyle heterojenliğin olası kaynakları olabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca mevcut araştırmada analiz sonuçları yayın yanlılığının olmadığına ilişkin bulgular sunmaktadır. Sonuç olarak yapılan bu araştırma, Özgen ve Bindak (2008) tarafından geliştirilen MOYÖYÖ'nin ortalama güvenirlik bakımından tutarlı bir ölçek olduğunu ve gelecekteki çalışmalarda araştırmacıların öğrencilerin matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algılarını ölçmek amacıyla bu ölçeği kullanma konusunda karar vermelerine yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Matematik eğitimi, Matematik okuryazarlığı öz-yeterliği, Güvenirlik genellemesi, Meta-analiz.

RELIABILITY GENERALIZATION META-ANALYSIS OF MATHEMATICS LITERACY SELF-EFFICACY SCALE

ABSTRACT

Mathematical literacy is the ability to formulate, use and interpret mathematical concepts in various contexts. In this study, it was aimed to estimate the average (combined) reliability coefficient by using the reliability data of this scale reported in different studies using the "mathematics literacy self-efficacy scale (MLLSES)" developed by Özgen and Bindak (2008), which is frequently preferred in the literature to determine the mathematics literacy self-efficacy levels of individuals, and to examine the sources of variation of these reliability coefficients reported in the studies. Within the scope of this study, in which reliability generalization, one of the meta-analysis methods, was used, the transformed coefficient values obtained by using Bonett transformation from the data of 37 Cronbach's alpha coefficients obtained from 36 studies were combined through the random effects model and analyzed. The findings obtained as a result of the analysis were recycled again and the data obtained were evaluated. According to the evaluation, the average Cronbach's alpha value of the MLSES was estimated as .909 (95% CI: [.894 - .922]) and this value was statistically significant ($p<.01$). In addition, it was determined that there was a high level of heterogeneity among the Cronbach's alpha coefficients obtained from the studies included in the research. The analysis findings obtained from the subsequent moderator analyses revealed that Cronbach's alpha estimates varied according to the research design, year of publication and the percentage of male participants, in other words, there may be possible sources of heterogeneity. In addition, the results of the analysis in the present study provide evidence that there is no publication bias. In conclusion, this study shows that the MLSES developed by Özgen and Bindak (2008) is a consistent scale in terms of mean reliability and can help researchers in future studies to make decisions about using this scale to measure students' mathematical literacy self-efficacy perceptions.

Keywords: Mathematics education, Mathematics literacy self-efficacy, Reliability generalization, Meta-analysis.

GİRİŞ

En sade şekilde okuma ve yazma yeteneği olarak ifade edilen (Cambridge, 2005'den akt. Sönmez, 2022) okuryazarlık kavramı öğrenenlerin matematik, fen ve okuma becerileri gibi temel alanlarda karşılaştıkları problemleri tanımlama, yorumlama ve çözümleme yaparken bilgi ve becerileri kullanabilme, analiz edebilme, mantıksal çıkarımlar yapabilme ve etkili iletişim kurabilme yeterlikleri olarak tanımlanmıştır (MEB, 2018). Birçok kavramda olduğu gibi okuryazarlık kavramı da süreç içinde özelleşmiş ve bu özelleşmelerden biri de matematik eğitiminin temel amaçları arasında olduğu düşünülen matematiksel okuryazarlık kavramı

(Özgen ve Bindak, 2008) alanyazında yerini almıştır (Sönmez, 2022).

Matematiği hayata uygulama becerisi olarak algılanan matematik okuryazarlık kavramı, çeşitli gerçek yaşam bağlamlarındaki problemleri çözmek için matematiksel kavramları formüle etme, uygulama ve yorumlama kapasitesini ifade etmektedir (OECD, 2023). Bu tanımdan hareketle matematik okuryazarlığın kavramının öğrenenin matematiksel bilgi ve becerileri teorik olarak öğrenmesinden ziyade bunları günlük yaşamda uygulaması ve yorumlaması olduğu söylenebilir (Kramarski ve Mizrachi, 2004). Bireyler matematik okuryazarlıkları sayesinde karşılaştıkları günlük yaşam problemlerinde tahminler yapabilir, verileri yorumlayabilir ve bu problemlerin üstesinden gelebilirler (Ojose, 2011).

Bilim ve teknolojiye öncelik veren günümüz çağına bakıldığında, matematik okuryazarlık becerilerinin her bir birey için önemli olduğu ve gerçek dünyada uygulanabilmesi için en iyi şekilde kullanılması gerektiği düşünülmektedir (Hidayat ve Mahmudi, 2025). Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından yayınlanan 2018 öğretim programında "Öğrenciler matematiksel okuryazarlık becerilerini geliştirebilecek ve etkin bir şekilde kullanabilecektir" şeklinde ifade edilerek bu duruma vurgu yapılmıştır. Her ne kadar matematik okuryazarlığın tanımında açıkça yer almasa da gelişimi için kritik bir ön koşul olarak kabul edilen (De Lange, 2006) matematik okuryazarlık kavramı ile bağlantılı kavramlardan biri olan Öz-yeterliktir (Nurhayati vd., 2025). Öz-yeterlik kavramı, bireylerin matematik okuryazarlığı becerilerini geliştirmek için gereken temel unsurlardan biri olup bireyin karşılaştığı yada karşılaşabileceği sorunların üstesinde gelme konusunda kendine olan güvenini ifade etmektedir (Alqusyairi vd. 2021). Bu kavram bireylerin sonuçlara ulaşılabileceğine dair kendinlerine ilişkin inancı olup özünde bireyin yetenek, beceri ve yeterliliklerine güvenmekle ilgili olan (Bandura, 1997; Usher, 2009) ve de birçok açıdan birey üzerinde etkileri bulunan duyuşsal bir kavramdır. Öz-yeterlik aynı zamanda Bandura'nın davranışlar üzerinde etkili olduğunu düşündüğü temel kavramlardan biridir (Özgen ve Bindak, 2008).

Matematik okuryazarlık ile öz-yeterlik, bireylerin matematik öğrenirken sahip olmaları gereken temel beceriler arasında sayılabilir. Bu temel beceriler bireylerin matematikteki başarılarını etkileyebildiğinden önemli bir role sahiptir. Öz-yeterlik kavramının özelleştirilmiş hallerinden biri de matematik okuryazarlığı öz-yeterlik kavramıdır. Bu önemli kavram Tekin ve Tekin (2004) tarafından; bireyin var olan bir durumu matematiksel duruma dönüştürme, matematiğe ilişkin dili kullanma, problem çözme, matematik temelli düşünme, bilimsel güncel olayların arasındaki ilişkileri matematik açısından görme ve kullanmaya yönelik inançların bütünü olarak tanımlanmaktadır. Bireylerin matematik okuryazarlığı öz-yeterlik inanç düzeylerini incelemek amacıyla ölçekler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu ölçeklerden biri de alan yazında sıklıkla tercih

edilen Özgen ve Bindak'a (2008) ait olan matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğidir (MOYÖYÖ). 25 maddeden oluşan bu ölçek 5'li likert tipinde oluşmaktadır. Ölçeğin geliştirilmesinin ilk aşamasında 35 maddeden oluşan ve "1. Hiçbir zaman, 2. Ara Sıra, 3. Kararsızım, 4. Çoğu Zaman, 5. Her zaman" şeklinde derecelendirilerek 2006-2007 Eğitim-Öğretim yılında 182 öğretmen adayına uygulanarak toplanan veriler üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki aşamada ise AFA sonucunda ölçekte bulunan 10 madde gerekli koşulları sağlamadığı için ölçekten çıkarılmıştır. Geri kalan 25 maddenin bir faktör altında toplandığı ve ölçeğin tek faktörlü yapısının %42.85 açıklanan varyans oranına sahip olduğu görülmüştür. Nihai ölçekte 4 olumsuz (6, 9, 18, 22), 21 de olumlu madde yer almıştır. Ölçeğin Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı .942 olarak hesaplanmış ve güvenirliğinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur.

Test Güvenirlik Genelleme Meta-Analizi

Güvenirlik esasında bir test ya da ölçek gibi veri toplama araçlarına ait puanların bir özelliğidir (Thompson ve Vacha-Haase, 2000). Dolayısıyla hazır veri toplama araçlarının kullanıldığı araştırmalarda araştırmacıların topladıkları ham verilerle ilgili bir güvenirlik tahmini sunması önem arz etmektedir. Önemli görülen bu durum bazen göz ardı edilmekte ve veri toplama aracının geliştirilme ile doğrulama aşamasında ulaşılan güvenirlik değerleri sunulmaktadır (Sandoval-Lentisco vd., 2023). Unutulmamalıdır ki veri toplama aracına ait güvenirlik katsayı değeri bu veri toplama aracının kendisi hakkında değil uygulandığı koşullara özgü bilgilerin güvenirliği hakkında bilgi vermesinden ötürü değişkenlik gösterebilir (Lee vd., 2023). Yani aynı veri toplama aracının kullanıldığı farklı çalışmalar arasında veri toplama aracının güvenirlik katsayı değerinde dalgalanmalar meydana gelebilir ve bu meydana gelen dalgalanmalar meta-analitik yöntemlerle inceleme için uygundur (Sandoval-Lentisco vd., 2023). Bu meta analitik yöntemlerden biri de aynı zamanda bir meta analiz türü olarak adlandırılan Güvenirlik genellemesi (Reliability Generalization (RG)) meta-analizidir (Vacha-Haase, 1998). Bu meta-analiz türü, bir ölçüme ait güvenilirlik katsayı değerinin çalışmalar, topluluklar ve bağlamlar arasındaki değişkenliğini değerlendiren ve katsayı değerleri arasında heterojenlik durumunu inceleyen, katsayı değerleri arasında heterojenlik olması durumunda nedenlerini belirlemeye çalışan istatistiksel bir yöntemdir (Henson ve Thompson, 2002; Sánchez-Meca vd., 2013).

Mevcut araştırmada, Özgen ve Bindak (2008) tarafından geliştirilen MOYÖYÖ için raporlanan güvenirlik katsayılarında görülen değişkenliklerden dolayı ortalama (genel) bir güvenirlik değeri ortaya koymak için güvenirlik genelleme yöntemi ile bir meta-analiz araştırmasına ihtiyaç olduğu ve de bu araştırmalarda kullanılan bu ölçüm aracının güvenirliğinin

genelleştirilmesinin önemli olacağı öngörülmektedir. Aynı zamanda, yapılacak bu araştırmadan elde edilecek sonuçların, MOYÖYÖ'ni bundan sonraki süreçte kendi araştırmalarında kullanacak araştırmacılara beklenebilecek güvenirlik tahminleri aralığı noktasında rehberlik edeceği öngörülmektedir.

Araştırmanın Amacı ve Alt Problemleri

Bu araştırmada, Özgen ve Bindak (2008) tarafından geliştirilen MOYÖYÖ'nin kullanıldığı farklı çalışmalarda raporlanan bu ölçeğe ait güvenirlik verilerini kullanarak ortalama (birleştirilmiş) güvenirlik katsayısını tahmin etmek ve çalışmalarda raporlanan bu güvenirlik katsayılarının varyasyon (değişim) kaynaklarını incelemek diğer bir deyişle çalışmalar arasında değişkenliğe neden olabilecek moderatör değişkenleri incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yanıt aranan araştırmanın alt problemleri şu şekildedir:

1. MOYÖYÖ'nin ortalama güvenirlik katsayısı kaçtır?
2. MOYÖYÖ'nin güvenirlik katsayısı değerleri moderatör değişkenlere (örneklem grubu, çalışmaların yayınlanma durumu, yapıldığı bölge, araştırma deseni, yayın yılı, örneklem büyüklüğü, ölçek puanı ve erkek yüzdesi) göre farklılık göstermekte midir?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Mevcut araştırmada asıl amaç ortalama güvenirlik katsayısını tahmin etmek olduğundan, RG meta-analiz yöntemi tercih edilmiştir. Araştırma PRISMA grubuna (2009) tarafından önerilen adımlara uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Veri Toplama Süreci

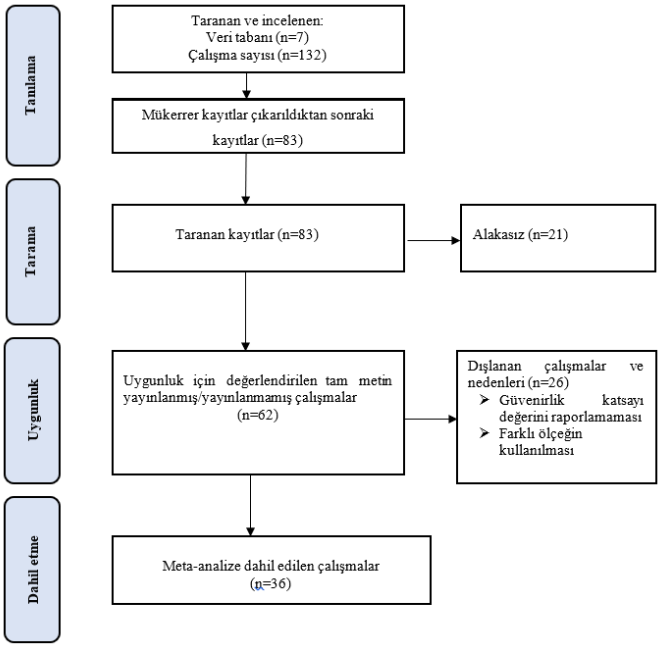
Araştırmanın amacı doğrultusunda dahil etme kriterleri ile hariç tutma kriterleri literatürde benzer çalışmalar incelendikten sonra oluşturulmuştur. Bu kriterler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Dahil etme ve hariç tutma kriterleri

Dahil etme	**Hariç tutma**
Veri toplama aracı olarak Özgen ve Bindak (2008) tarafından geliştirilen Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin kullanılması	Veri toplama aracı olarak bu ölçeğin kullanılmaması
Bu ölçek için Cronbach alfa katsayı gibi bir iç tutarlık katsayısını raporlaması ya da hesaplanabilir değerlerin verilmesi	Ölçek ile ilgili herhangi bir güvenirlik değerinin sunulmaması ve bu değere hiçbir şekilde ulaşılamaması
Örneklem büyüklüğünün sunulması	Örneklem büyüklük değerlerinin sunulmaması ve hiçbir şekilde bu değere ulaşılamaması

Tablo 1'de görüldüğü üzere yıl aralığı ile yayınlandığı dil açısından herhangi bir kısıtlamaya gidilmemiştir. Oluşturulan dahil etme he hariç tutma kriterleri sonrasında, İnönü üniversitesi elektronik kütüphane veri tabanı, Google Akademi, ProQuest, YÖK Tez Merkezi, ULAKBİM,

Web of Science ve ERIC veri tabanı veya dizinlerinde "Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeği" OR "Mathematics literacy self-efficacy scale" anahtar kelimeleriyle aramalar gerçekleştirilmiştir. MOYÖYÖ'nin orijinal yayınlandığı tarihten (2008) itibaren yayınlanan tüm çalışmalar aramaya dahil edilmiştir. İlk tarama 16.02.2025, son tarama ise 15.03.2025 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Taramalar sonucu 132 çalışmaya ulaşılmış, ulaşılan bu çalışmalardan 49'unun mükerrer çalışma olması (n=49), 21 çalışmanın alakasız olması (n=21), 6 çalışmada ise veri toplama aracı olarak belirtilen ölçeğin kullanılmaması (n=6) gibi nedenlerden dolayı toplam 76 çalışma araştırmaya dahil edilmemiştir. Bunun yanı sıra Cronbach alfa katsayı değeri raporlanmayan 22 çalışmanın yazarlarına e-mail atılarak bu değer istenmesine rağmen sadece iki çalışmanın yazar(lar)ından olumlu geri dönüş yapılmıştır. Dolayısıyla bu ölçekle ilgili olmasına rağmen yetersiz veriden ötürü 20 çalışmada bu araştırmaya dahil edilememiştir. Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin güvenirlik genellemesinin yapılması amacıyla gerçekleştirilen mevcut araştırmaya dahil edilen 36 çalışmaya nasıl ulaşıldığını gösteren PRISMA akış diyagramı Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Tarama sürecine ait PRISMA akış şeması

Şekil 1'de görüldüğü üzere mevcut araştırmaya 36 çalışma dahil edilmiş ve kodlama ve analizler bu çalışmalardan raporlanan veriler üzerinden yürütülmüştür.

Çalışmaların Kodlanması

Çalışmaların yazar(lar), yayın yılı, Cronbach alfa güvenirlik katsayısı, örneklem büyüklüğü, madde sayısı, yayınlanma durumu, örneklem grubu, çalışmalarda kullanılan araştırma deseni, bölge, erkek yüzdesi ve ölçek puanı gibi değişken başlıkları altında Excel dosyasında

oluşturulmuş sonrasında kodlama alanda uzman farklı bir araştırmacı ile beraber birbirinden bağımsız bir şekilde iki ayrı forma ayrı ayrı işlenmiştir. Bu değişkenlere ait kodlama yöntemi Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Araştırma kapsamındaki çalışmalar için kodlama yöntemi

Değişken	Türü	Kodlama yöntemi
Yazar(lar)	Kategorik	Yazar(lar)ın soyadı ve yayın yılı
Yayın yılı	Sürekli	Raporlanan yayın yılı
Yayınlanma durumu	Kategorik	1: Yayınlanmış, 2: Yayınlanmamış
Örneklem büyüklüğü	Sürekli	Çalışmalarda raporlanan örneklem büyüklüğü
Cronbach alfa değeri	Sürekli	Çalışmalarda raporlanan güvenirlik değeri
Madde sayısı	Sürekli	Çalışmalarda raporlanan ölçek madde sayısı
Örneklem grubu	Kategorik	1: Ortaokul, 2: Lise, 3: Üniversite, 4: Öğretmen
Araştırma deseni	Kategorik	1: Deneysel, 2: Deneysel değil
Erkek yüzdesi	Sürekli	Toplam örneklem büyüklüğünde erkeklerin oranı
Bölge	Kategorik	Çalışmanın yapıldığı bölge
Ölçek puanı	Sürekli	Çalışmalarda raporlanan ölçeğe ait puan ortalaması

Kodlama güvenirliğinin sağlanması amacıyla kodlanan veriler her çalışma için tek tek karşılaştırılarak iki araştırmacı arasındaki kodlama uyumu Miles ve Huberman'ın (1994) uyum yüzdesi formülüne [Güvenirlik=(Görüş birliği/(Görüş birliği+Görüş ayrılığı)).100] göre incelenmiştir. İnceleme sonucunda kodlayıcılar arasındaki uyumun yaklaşık %93.4 olduğu ve bu değerin kabul edilebilir düzeyin (%70 ve üstü (Yıldırım ve Şimşek, 2018)) üzerinde olduğu görülmüştür. Görüş ayrılığının olduğu çalışmalarda ise farklılıklarının olduğu noktalar tekrardan araştırmacılar tarafından birlikte incelenerek çözüme kavuşturulmuş ve bir sonraki aşamaya geçilmiştir.

İstatistiksel Analizler

Mevcut araştırmanın amaçları doğrultusunda tüm analizler ve dönüşümler ücretsiz bir yazılım olan R programındaki (R Core Team, 2020) "metafor" paketi (Viecthbauer, 2010) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarda raporlanan alfa vd. güvenirlik katsayı değerlerinin sola çarpık bir dağılım göstermesinden dolayı ham veriler üzerinden elde edilecek ortalama değerin yanlı olacağı (Sandoval-Lentisco vd., 2023) bu nedenle güvenirlik genelleme meta-analiz araştırmaları yapılırken dağılımları normalleştirmek ve/veya varyansları dengelemek için analizleri gerçekleştirmeden önce güvenirlik katsayılarının dönüştürülmesi önem arz etmektedir (Sánchez-Meca vd., 2021; Şen, 2022). Dolayısıyla mevcut araştırma kapsamında

analizleri yapmadan önce her bir çalışmanın Cronbach alfa katsayı değeri Bonett (2002) dönüşüm formülü (ln|1-a|) aracılığıyla normalleştirilmiş sonrasında analizler gerçekleştirilmiştir. Daha sonra elde edilen değer sonuçların yorumlanmasını kolaylaştırmak amacıyla tekrardan Cronbach alfa katsayısına geri dönüştürülerek (Badenes-Ribera vd., 2023; Şen ve Yıldırım, 2023) ulaşılan bu son değer üzerinden yorumlar yapılmıştır. Bu araştırmada, sosyal bilimler alanında yürütülen çalışmalar için daha doğru bir yaklaşım sunması (Borenstein vd., 2009; Field ve Gillett, 2010) ve de elde edilecek sonuçların popülasyona genellenmek istenmesi (Sánchez-Meca vd., 2013; Schmid vd., 2021) gibi nedenlerden dolayı rastgele etkiler modeli (REM) kullanılarak genel etki büyüklüğü tahmin edilmiştir.

Heterojenliği değerlendirmek için I^2 ile Q istatistik değerlerine bakılmış heterojenliğin olası nedenlerini incelemek içinse moderatör (Analog Anova ile meta-regrasyon) analizlerinden yararlanılmıştır. Örneklem büyüklüğü, ölçek puanı, yayın yılı ve erkek yüzdesi birer sürekli değişken olduğundan meta-regresyon; örneklem grubu, yayınlanma durumu, yapıldığı bölge ve araştırma deseni kategorik değişkenleri ise Analog Anova analizi kullanılmıştır.

Mevcut araştırma kapsamında yayın yanlılık durumunu irdelemek amacıyla funnel plot (huni grafiği), Egger regresyonu (Egger vd., 1997), Kendall's Tau (Begg ve Mazumdar, 1994) testleri ile kırp-doldur yöntemi (Duval ve Tweedie, 2000) kullanılmıştır. Bunlara ilaveten güvenli N (Rosenthal, 1979) istatistiği ile Mullen vd. (2001) tarafından önerilen N/(5k+10) formülüne göre yayın yanlılığı incelenmiştir. Bu formülde elde edilecek değerin 1'den büyük olması, gerçekleştirilen meta-analiz çalışmasında çok ciddi anlamda sonuçları etkileyebilecek düzeyde bir yayın yanlılığı olmadığını ifade etmektedir.

BULGULAR

Bireysel Çalışmaların Karakteristik Özellikleri

Mevcut araştırmada belirlenen amaç doğrultusunda oluşturulan kriterleri sağlayan 36 bireysel çalışma dahil edilmiştir. Dahil edilen bu çalışmalara ait özellikler Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Araştırma kapsamındaki çalışmaların özellikleri

Yazar(lar)	N	α	Ölçek Puanı	Erkek (%)	Yayınlanma Durumu	Örneklem Grubu	Araştırma Türü	Bölge
Yenilmez (2010)	80	0.926	96.65	27.5	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	İç Anadolu
Özgen ve Bindak (2011)	712	0.9	81.5	50.7	Yayınlanmış	Lise	Deneysel değil	Güneydoğu Anadolu
Koyuncu ve Haser (2011)	616	0.91	87.45	31.2	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Karadeniz
Akkaya ve Sezgin Memnun (2012)	571	0.91	88.35	25.40	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Karadeniz
Altıntaş vd. (2012)	270	0.88	90.95	32.22	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Marmara
Yenilmez ve Turğut (2012)	152	0.863	96.06	25	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	İç Anadolu
Yenilmez ve Ata (2013)	30	0.875	87.7	26.7	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel	İç Anadolu
Gülten (2013)	152	0.90	94.378	41.4	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Marmara
Güneş ve Gökçek (2013)	118	0.94	96.2	---	Yayınlanmış	Lisans	---	---
Kesicioğlu (2014)	195	0.80	89.683	---	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Karma
Tarım vd. (2015)	176	0.92	99.41	42.6	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Marmara
Kırmalı (2015)	495	0.919	82.818	33.5	Yayınlanmamış	Lisans	Deneysel değil	Akdeniz
Özgen (2015)	168	0.758	90.45	41.7	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Güneydoğu Anadolu
Erol (2015)	100	0.96	---	---	Yayınlanmamış	Lise	Deneysel	Karadeniz
Dinçer vd. (2016)	278	0.816	90.75	18.30	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Ege
Uzun ve Yenilmez (2016)	250	0.88	82.716	50.8	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	İç Anadolu
Yıldırım (2016)	180	0.835	93.755	54.4	Yayınlanmamış	Öğretmen	Deneysel değil	Güneydoğu Anadolu
Özgen vd. (2018)	174	0.88	---	52.30	Yayınlanmış	Öğretmen	Deneysel değil	---
Topbaş Tat (2018)	120	0.87	88.28	20.83	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	İç Anadolu
Aldan Karademir ve Deveci (2019)	270	0.9	81.74	30.74	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Ege
Ersoy vd. (2019)	178	0.93	84.84	37.57	Yayınlanmış	Karma	Deneysel değil	Kuzey Kıbrıs
Aydın vd. (2020)	73	0.89	69.76	19.178	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Akdeniz
Şeker (2020)	87	0.847	84.15	21,8	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Ege
Taşdemir (2020)	115	0.82	81.74	80.9	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Doğu Anadolu
Akçay ve Semercioğlu (2021)	334	0.933	93.06	42.5	Yayınlanmış	Öğretmen	Deneysel değil	Karma
Ünal ve Çil (2021)	396	0.95	---	25	Yayınlanmış	Öğretmen	Deneysel değil	---
Baş Dönergüneş (2022)	152	0.957	100.68	42.1	Yayınlanmış	Öğretmen	Deneysel değil	Akdeniz
Durmaz (2022_1)	54	0.966	89.370	3.704	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel	Akdeniz
Durmaz (2022_2)	54	0.965	98.556	3.704	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel	Akdeniz
Tunç (2023)	48	0.919	77.437	0	Yayınlanmamış	Ortaokul	Deneysel	Akdeniz
Özkaya vd. (2023)	24	0.95	98.036	50.0	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel	Akdeniz
Keleş (2023)	431	0.93	94.75	38.0	Yayınlanmış	Lise	Deneysel değil	Marmara

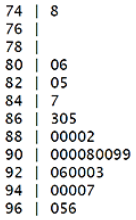
Işıldar (2023)	202	0.908	90.68	38.6	Yayınlanmamış	Lisans	Deneysel değil	Akdeniz
Adagile vd. (2023)	91	0.94	85.24	6,60	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Marmara
Göçemen (2023)	61	0.892	98.1	27.90	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel değil	Marmara
Bedir ve Bal (2023)	220	0.90	92.188	---	Yayınlanmış	Ortaokul	Deneysel değil	Akdeniz
Bulut vd. (2024)	38	0.93	92.195	18.42	Yayınlanmış	Lisans	Deneysel	Akdeniz

α: Cronbach alfa katsayısı; N: Örneklem büyüklüğü.

Tablo 3 incelendiğinde araştırmaya dahil edilen 36 çalışmanın 2010 ile 2024 yılları arasında yayınlandığı, örneklem büyüklüğünün 24 ile 712 aralığında değiştiği, en büyük örnekleme sahip çalışmanın Özgen ve Bindak (2011)'a en küçük örnekleme sahip çalışmanın ise Özkaya vd. (2023)'ne ait olduğu görülmektedir. Çalışmaların tamamında güvenirlik katsayısı olarak Cronbach alfa değerinin raporlandığı, bu değerlerin .758 ile .966 aralığında olduğu, Durmaz (2022) tarafından yapılan çalışmada birden fazla alfa değeri raporlandığından bu araştırmada toplam 37 Cronbach alfa değerine ulaşıldığı Tablo 3'de sunulmuştur. Erkeklerin yüzdeliğine bakıldığında bu değerlerin %0 ile %80.9 aralığında değiştiği bazı çalışmalarda (Bedir ve Bal, 2023; Erol, 2015; Gökçek, 2013; Kesicioğlu, 2014) ise bu değerin raporlanmamıştır. Yayınlanma durumuna göre çalışmaların çok az bir kısmının yayınlanmadığı (n=5), örneklem grubuna göre incelendiğinde ise çalışmalarının çoğunun (n=26) ise üniversite öğrencilerine yani lisans seviyesinde gerçekleştirildiği ve sadece bir çalışmada (Ersoy vd., 2019) ise örneklem grubunun karma olduğu görülmektedir. Tablo 3'te verilen son iki başlık altındaki veriler incelendiğinde ise yapılan çalışmaların çoğunun (n=29) deneysel olmadığı ve çalışmaların çoğunun Akdeniz bölgesinde gerçekleştirildiği gözlenmektedir. Çalışmaların tamamında ölçeğin orijinal şeklinin kullanıldığı ölçeğe sonradan herhangi bir madde eklenip çıkarılmamıştır.

Güvenirlik Genellemesi ve Heterojenlik

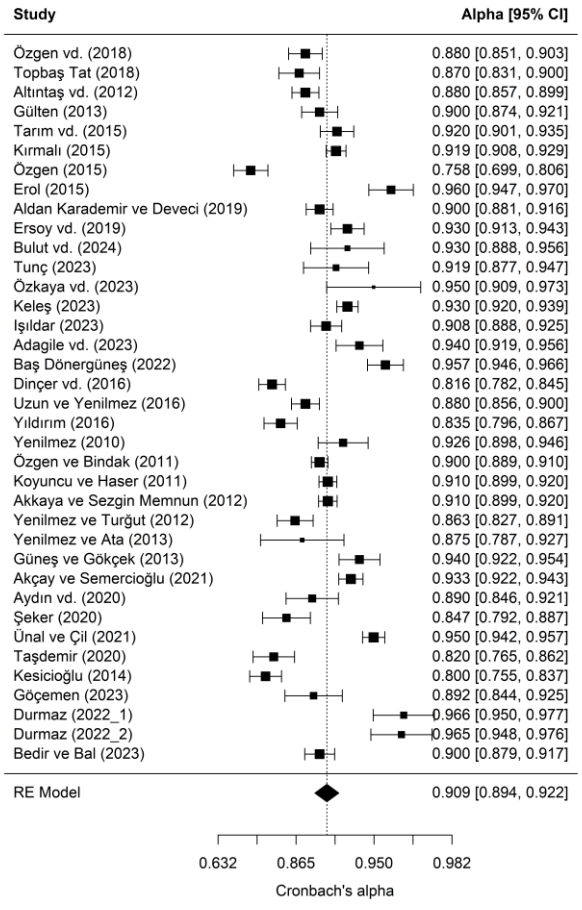
37 çalışmada rapor edilen ham Cronbach alfaların güvenirlik katsayısı değerlerinin ortalaması .877 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerin dağılımına ilişkin kök ve yaprak grafiği Şekil 2'te verilmiştir.



Şekil 2. Ham Cronbach alfa değerlerinin dağılımının kök-yaprak grafiği

Şekil 2'de görüldüğü üzere, çalışmalarda sunulan ham güvenirlik katsayısı değerleri .758 ile .966 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre, güvenirlik katsayılarının yeterli düzeyde olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra güvenirlik katsayılarının çarpık bir dağılım (Şekil 2) göstermesinden ötürü 36 çalışmadan elde edilen 37 ham güvenirlik katsayı değeri Bonett (2002) tarafından önerilen yöntem kullanılarak dönüştürülmüş sonrasında REM'e (rastgele etkiler modeli) göre analiz edilmiştir. Analiz sonucunda, dönüştürülmüş güvenirlik katsayısı değeri .909 (%95 GA [.894 - .922]) olarak hesaplanmış ve istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir ($p < .001$).

Mevcut araştırmada heterojenliğin belirlenmesine yönelik yapılan Q testinin sonucu ($Q_{(36)} = 568.114$; $p < .0001$) alfa katsayıları arasında istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, I^2 değerinin %95.29 olması güvenirlik tahminlerinde çalışmalar arasında alfa katsayısı bakımından yüksek derecede heterojenliğe işaret etmektedir. Güvenirlik katsayılarındaki değişkenlik orman grafiğinde de gözlenebildiğinden çalışmalarda raporlanan Cronbach alfa güvenirlik katsayılarına ilişkin orman grafiği Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Orman grafiği

Şekil 3'te verilen orman grafiği incelendiğinde araştırma kapmasına dahil edilen herhangi bir çalışmanın güvenirliğinin kabul edilebilir düzeyin (>.70) altında olmadığı görülmektedir.

Moderatör Analizleri

Mevcut araştırmada ortalama güvenirlik değeri hesaplandıktan sonra heterojenliğin olası kaynağını veya kaynaklarını açıklamak amacıyla moderatör analizleri gerçekleştirilmiştir. İlk olarak kategorik değişkenlere yönelik Analog Anova, sonrasında ise sürekli değişkenlere yönelik meta-regresyon yani alt grup analizleri yapılmıştır. Analog Anova'ya ilişkin analiz bulguları Tablo 4'te, meta-regresyon analiz sonuçları ise Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Analog ANOVA sonuçları

Değişken	**Kategori**	**k**	**α**	**%95 GA**	**Q_B**	**df**	**p**
Örneklem grubu					2.597	3	.458
	Ortaokul	2	.909	[.820; .954]			
	Lise	3	.934	[.886; .961]			
	Üniversite	26	.901	[.880; .918]			
	Öğretmen	5	.922	[.882; .949]			
Yayınlanma durumu					.175	1	.676
	Yayınlanmamış	5	.916	[.872; .945]			
	Yayınlanmış	32	.908	[.891; .922]			
Yapıldığı bölge					19.59	6	.003
	Akdeniz	9	.934	[.915; .949]			
	Ege	3	.859	[.780; .910]			
	İç Anadolu	5	.885	[.836; .920]			
	Marmara	6	.913	[.881; .937]			
	Karadeniz	3	.930	[.891; .955]			
	Güneydoğu A.	4	.853	[.785; .900]			
	Karma	2	.885	[.803; .933]			
Araştırma deseni					10.713	1	.001*
	Deneysel	7	.945	[.923; .961]			
	Deneysel değil	29	.897	[.880; .912]			

k=alfa katsayısının sayısı; α=ortalama alfa katsayısı; GA=güven aralığı; df = Serbestlik derecesi.

Tablo 4'te sunulan analiz bulguları, araştırma deseni haricindeki kategorik değişkenlerin MOYÖYÖ'nin güvenirliğinin tahmini üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir ($p > .0001$). Araştırma desenine ait kategorik değişkeninin ise aksine MOYÖYÖ'nin güvenirliğinin tahmini üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Meta-regresyon sonuçları

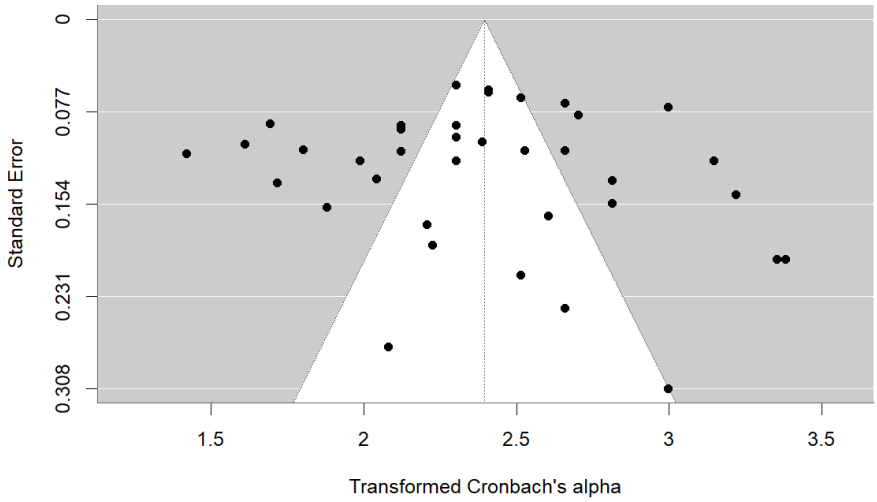
Değişken	***k***	***bj***	***SE***	***Z***	***p***	***R²***	***QE***
Yayın Yılı	37	.0367	.0173	2.121	.0339*	9.1	508.705
Örneklem Büyüklüğü	37	-.0002	.0005	-.3621	.7173	0	562.314
Erkek (%)	33	-.0104	.0047	-2.230	.026*	11.34	437.084
Ölçek puanı	34	.0195	.0116	1.680	.093	5.4	431.515

bj=her bir yordayıcının regresyon katsayısı; Q_E=heterojenlik istatistiği; R^2=yordayıcı tarafından açıklanan varyans.

Tablo 5 incelendiğinde sürekli değişkenlerden örneklem büyüklüğü ve ölçek ortalamasının MOYÖYÖ'nin ortalama güvenirlik katsayısının istatistiksel açıdan anlamlı birer yordayıcısı olmadığı görülmektedir (p> .05). Örneklem büyüklüğünün açıklanan varyansa herhangi bir katkısı olmasa da ölçek ortalamasının açıklanan varyansın %5.4'lük bir kısmını yordadığı Tablo 5'de sunulmuştur. Bunun yanı sıra yayın yılı ile çalışmalardaki katılımcıların erkek yüzdesi istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur (p<.05). Bu durum, yayın yılı ile erkek yüzdesi sürekli değişkenlerinin MOYÖYÖ'nin tahmini ortalama etki büyüklük değerinin istatistiksel olarak anlamlı birer yordayıcısı ya da tahmin edicisi olduklarını göstermektedir. Hatırlanacağı üzere yapılan bu araştırmada %95.29 heterojenlik çıkmıştı. Bu durum heterojenliğin %95.29'unun çalışmalar arasında, geriye kalan %4.71'inin ise çalışmalar içinden kaynaklandığı anlamına gelmektedir. Tablo 5'te sunulan meta-regresyon sonucuna göre çalışmalar arasındaki varyansın %9.1'ini yayınlanma yılı, %11.34'ü ise çalışmalardaki erkek yüzdesi tarafından açıklanmaktadır.

Yayın Yanlılığı

Son olarak araştırma kapsamında yayın yanlılığı olup olmadığı incelenmiştir. Bunun için öncelikle dönüştürülmüş alfa katsayıları için huni grafiği analiz edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Huni grafiği

Şekil 4'te verilen huni grafiğine bakıldığında dönüştürülmüş alfa katsayı değerlerinin tam simetrik olmasa da simetriye yakın bir dağılım gösterdikleri söylenebilir. Daha nesnel bir yorumlama için Egger'in doğrusal regresyon testi ile Begg ve Mazlumder sıra korelasyonları (Kendall's tau) istatistiğine başvurulmuştur. Analiz sonucunda, Kendall'ın tau b istatistiği Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonlarına göre anlamsız bulunmuştur (Tau b =.077; p=.505). Benzer şekilde, Egger'in doğrusal regresyon testinin sonucu t-değerinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir ($t_{(35)}$=.449, p=.656). Ayrıca Duval ve Tweedie'nin (2000) kırp-doldur yöntemi uygulanmıştır. Uygulama sonucunda sağ ve sol taraf için hiçbir çalışmanın eksik bulunmadığı görülmüş, güvenirlik katsayılarına ilişkin gözlenen değer ile gerçek etki büyüklük değerleri arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Son olarak Rosenthal'ın istatistiksel olarak anlamsız bir sonuç elde etmek için gereken çalışma sayısını gösteren güvenli N yöntemi uygulanmıştır. Bu yönteme göre, .05 güven düzeyinde gerekli çalışma sayısı 7674 olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer, RG meta-analiz sonucunu geçersiz kılmak için 7674 ek çalışmaya ihtiyaç olduğu göstermektedir. Araştırmaya dâhil edilen 36 çalışma, farklı veri tabanlarında amaca yönelik olarak gerçekleştirilen tarama sonucunda literatürde yer alan çalışmalardır. Bunların dışında 7674 çalışmaya daha ulaşılması çok zayıf bir ihtimal olarak düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, araştırmanın yayın yanlılığı Mullen vd., (2001)'nin N/(5k+10) formülüne göre analiz edilmiştir. İlgili hesaplamalar sonucunda [7674/(5*36+10)=40.39] gibi 1'den büyük bir değere ulaşılmaktadır. Huni grafiği ve istatistiksel analizlerden elde edilen tüm bu sonuçlar, bu RG meta analiz araştırmasında yayın

yanlılığı olmadığına dair önemli kanıtlar sunmakta olup araştırmanın yayın yanlılığı riskinden uzak olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Yapılan bu RG meta analiz araştırmasında, Özgen ve Bindak (2008) tarafından geliştirilen matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeği (MOYÖYÖ)'nin kullanıldığı farklı çalışmalarda raporlanan bu ölçeğe ait güvenirlik verilerini kullanarak ortalama güvenirlik katsayısını tahmin etmek ve çalışmalarda raporlanan bu güvenirlik katsayılarının varyasyon kaynaklarını incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 36 çalışmadan elde edilen 37 Cronbach alfa katsayısına ait verilerden Bonett dönüşümü kullanılarak elde edilen dönüştürülmüş katsayı değerleri rastgele etkiler modeli aracılığıyla birleştirilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucu ulaşılan bulgular tekrardan geri dönüşüme tabi tutulmuş ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeye göre ortalama güvenirlik katsayısının .909 (%95 GA: [.894 - .922]) olarak tahmin edilmiş ve bu değerin MOYÖYÖ'nin orijinal değerine yani Özgen ve Bindak (2008) tarafından raporlanan güvenirlik katsayı değerine (.942) çok yakın olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan heterojenlik analizleri sonucunda çalışmalar arasında yüksek düzeyde (I^2=%95.29) heterojenlik bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonrasında yapılan moderatör analizlerinde öğretim kademesine, çalışmaların yayınlanma durumuna, yapıldığı bölgeye, örneklem büyüklüğüne, ölçek puanı gibi değişkenlerin güvenirlik katsayısına yönelik heterojenliği açıklamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Öte yandan araştırma deseni, yayın yılı ve çalışmalardaki erkek katılımcı yüzdesi değişkenlerine göre çalışmalar arasında istatistik açıdan anlamlı farklılıklar oluşmaktadır. Dolayısıyla bu değişkenler güvenirlik katsayıları arasındaki heterojenliğin bir kısmını açıklamaktadır.

Son olarak yayın yanlılığına dair yapılan analiz sonuçları mevcut araştırmada yayın yanlılığı olmadığına dair önemli kanıtlar sunmaktadır. Bu durum araştırmanın yayın yanlılığı riskinden uzak olduğunu göstermektedir.

Yapılan literatür taraması sonucu 22 çalışmada araştırmacılar MOYÖYÖ'ne ait herhangi bir güvenirlik katsayısını raporlamadıkları bunun yerine ölçeğin yazarları tarafından sunulan Cronbach alfa değerini tanımlayıp raporladıkları görülmektedir. E-mail yoluyla bu çalışmaların araştırmacılarında yardımcı olunması istenmesine rağmen geri dönüş sağlayan araştırmacı çok azdır. Dolayısıyla matematik okuryazarlığı öz-yeterliği ölçeği kullanılmasına rağmen 20 çalışma bu araştırmaya dahil edilememiştir. Bu durum mevcut araştırmada bir sınırlılık olarak düşünülmektedir. Bu konuda araştırmacıların çalışmalarında veri toplama aracı olarak kullanacakları ölçek/testlerin orijinal güvenirlik katsayı değerlerinin yerine çalışmalarındaki

örneklemlerden elde edecekleri güvenirlik katsayı değerlerini hesaplayıp sunmaları önerilmektedir. Ayrıca araştırmacıların birbirlerine ölçek/test ile ilgili veri paylaşımı noktasında yardımcı olmaları yapılan RG araştırmalarında ulaşılacak sonuçların geçerlik ve güvenirliğine olumlu anlamda katkılar sunacağı düşünülmektedir. Mevcut araştırmadaki bir diğer önemli sınırlılık ise güvenirlik genellemesinin yalnızca Cronbach alfa katsayısına dayalı olarak yapılmış olmasıdır. Böylesi bir durumun yaşanmasının nedeni ise araştırma kapsamındaki çalışmaların tamamında güvenirlik değerlerinin Cronbach alfa biçiminde sunulmuş olunmasıdır. Dolayısıyla araştırmacılara bundan sonraki süreçte yapacakları araştırmalarda daha iyi sonuçlar elde edebilmek amacıyla Cronbach alfaya alternatif olarak ya da beraberinde Omega, maksimum güvenirlik, birleşik güvenirlik, en büyük alt sınır, KR-20, KR-21 ve H-katsayısı gibi farklı iç tutarlık güvenirlik değerlerini raporlanmaları önerilmektedir (Sandoval-Lentisco vd., 2023; Şen ve Yıldırım, 2023). Bahsi geçen tüm bu sınırlılıklara rağmen yapılan bu RG meta-analiz araştırma sonuçlarının; MOYÖYÖ'nin güvenirlik değerleri bakımında çok iyi değerlere sahip bir ölçek olduğunu ve de araştırmacıların farklı öğrenci ya da öğretmen gibi farklı örneklem gruplarında matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algılarını ölçmek amacıyla bu ölçeği tercih etmeleri noktasında karar vermelerine yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Araştırmaya dahil edilen çalışmalar asterisk (*) ile işaretlenmiştir.

*Adagideli, F. H., Yılmaz, H., & Ertugay, T. G. (2023). Okul öncesi öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlilikleri ile matematik öğretimine yönelik öz-yeterlilik inançları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *7*(2), 76-97.

*Akçay A. O., & Semercioğlu, M. S. (2021). Sınıf öğretmenlerinin matematik okuryazarlığı öz-yeterlikleri ve finansal okuryazarlık tutum ve davranış düzeyleri arasındaki ilişki. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 12(3), 1223-1233.* https://doi.org/10.36362/gumus.956663

*Akkaya, R., & Memnun, D. (2012). Öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlığa ilişkin öz-yeterlik inançlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 19*(2012), 96-111.

*Aldan Karademir, Ç., & Deveci, Ö. (2019). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik öğretiminde matematik dili kullanımları ve matematik okuryazarlığı öz yeterlik algıları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20(*3), 695-708. https://doi.org/10.17679/inuefd.419755

Alqusyairi, M. S. A., Suherman, S., & Farida, F. (2021). Hubungan literasi lingkungan dan literasi matematis terhadap kemampuan computer self efficacy. *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*, *2*(2), 153–165. https://doi.org/10.46306/lb.v2i2.62

*Altıntaş, E., Özdemir, A. Ş., & Kerpiç, A. (2012). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı özyeterlik algılarının bölümlere göre karşılaştırılması. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *2*(2), 26-34.

*Aydın, B., Çulha, Ş., & Yeşilgöz Şengün G. (2020). Matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlık öz-yeterliklerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, *9*(3), 860-874. http://dx.doi.org/10.30703/cije.656316

Badenes-Ribera, L., Duro-García, C., López-Ibáñez, C., Martí-Vilar, M., & Sánchez-Meca, J. (2023). The adult prosocialness behavior scale: A reliability generalization meta-analysis. *International Journal of Behavioral Development*, *47*(1), 59-71. https://doi.org/10.1177/01650254221128280

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman and Company.

*Baypınar, K., Tarım, K., & Keklik, G. (2015). İlköğretim öğretmenlerinin matematik okuryazarlığı öz-yeterlik düzeylerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *8*(21), 846-870.

*Bedir, S., G., & Bal., A., P. (2023). Mathematical literacy of middle school students improving awareness levels: Design-based a research. *International Journal of Social Science and Human Research. 6*(12), 7525-7534. https://doi.org/10.47191/ijsshr/v6-i12-41

Begg, C. B., & Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, *50*(4), 1088–1101. https://doi.org/10.2307/2533446

Bonett, D. G. (2002). Sample size requirements for testing and estimating coefficient alpha. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, *27*(4), 335-340. https://doi.org/10.3102/10769986027004335

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis.* John Wiley.

*Bulut, S., Özkaya, A., Şahin, G., Orkun, A., Tez, B., Parladı, S. S., & Bölükbaşıoğlu, A. (2024). Matematiksel modelleme ile yapılandırılmış STEM eğitiminin akıl yürütme becerisi, matematiksel yeterlik ve kaygıya etkisi. *EDUCATIONE, 3*(1), 1-32.

De Lange, J. (2006). Mathematical literacy for living from OECD-PISA perspective. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, (25), 13-35.

*Dinçer, B., Akarsu, E., & Yılmaz, S. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlığı özyeterlik algıları ile matematik öğretimi yeterlik inanç düzeylerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 7*(1), 207-228. https://doi.org/10.16949/turcomat.99884

*Dönergüneş, S. B. (2022). Sınıf öğretmenlerinin matematik okuryazarlığı öz yeterlik algıları ile matematik öğretimi yeterlik inanç düzeylerinin incelenmesi. *Ulusal Eğitim Dergisi*, *2*(1), 134-155. https://doi.org/10.5281/zenodo.6276388

*Durmaz, B. (2022). An evaluation of the preservice-teacher training for children's literature and mathematics integration. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi [Journal of Theoretical Educational Science], 15*(3), 605-638. http://doi.org/10.30831/akukeg.988828

Duval, S., & Tweedie, R. (2000). Trim and fill: A simple funnel-plot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, *56*(2), 455–463. https://doi.org/10.1111/j.0006-341x.2000.00455.x

Egger, M., Davey Smith, G., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ (Clinical research ed.), 315*(7109), 629–634. https://doi.org/10.1136/bmj.315.7109.629

*Erol, M. (2015). *Modelleme etkinliklerinin 9. sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlıkları ve inançları üzerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

*Ersoy, M., Balkır, T., Karaaziz, M., & Balkır, F. (2019). Matematik okuryazarlığı özyeterliliğinin ve aile bütçesini planlamanın psikolojik iyi oluş üzerine etkisi. *Kıbrıs Türk Psikiyatri ve Psikoloji Dergisi, 1(*1): 31-40 https://doi.org/10.35365/ctjpp.19.1.04

Field, A. P., & Gillett, R. (2010). How to do a meta-analysis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 63*(3), 665-694. https://doi.org/10.1348/000711010X502733

*Göçemen, B. (2023). *Matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık özyeterlikleri, evrensel fen okuryazarlılıkları ve dijital okuryazarlık öz-yeterlilikleri arasındaki ilişki* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

*Gülten, D. Ç. (2013). An investigation of pre-service primary mathematics teachers' math literacy self-efficacy beliefs in terms of certain variables. *International Online Journal of Educational Sciences, 5*(2), 393-408.

*Güneş, G., & Gökçek, T. (2013). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (20), 70-79.

Henson, R.K., & Thompson, B. (2002). Characterizing measurement error in scores across studies: some recommendations for conducting "reliability generalization" studies. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, *35*(2), 113–27.

Hidayat, D. D., & Mahmudi, A. (2025). Impact of multiple ıntelligences and problem-based learning on mathematical literacy and self-efficacy in junior high school students. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, *17*(1), 512-523.

*Işıldar, E. (2023). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz yeterlikleri, matematiksel yaratıcılığı teşvik etme öz değerlendirmeleri ve akademik başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

*Keleş, T. (2023). Lise öğrencilerinin matematik okuryazarlığı öz yeterlikleri ile problem çözme beceri algıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, *6*(2), 133-144.

*Kesicioğlu, O. S. (2014). Okul öncesi öğretmen adaylarının matematik okuryazarlık düzeyleri ile matematik eğitimine ilişkin tutumlarının incelenmesi. *Milli Eğitim Dergisi, 44*(202), 117-130.

*Kırmalı, C. (2015). Eğitim fakültesi öğrencilerinin matematik okuryazarlığı özyeterlik inançları ile eleştirel düşünme eğilimleri [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sivas.

*Koyuncu, İ., & Haser, Ç. (2012). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik düzeyleri ile akademik başarıları arasındaki ilişkinin incelenmesi. 10. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunulan bildiri, Niğde Üniversitesi, Niğde*.

Kramarski, B., & Mizrachi, N. (2004). Enhancing mathematical literacy with the use of metacognitive guidance in forum discussion. *International Group for the Psychology of Mathematics Education*, *3*, 169-176

Lee, H., Jang, Y., & Jeong, Y. (2023). Supportive Care Needs Survey: A reliability generalization meta-analysis. *Palliative and Supportive Care*, *21*(4), 714–726. https://doi.org/10.1017/S1478951522001791

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Data management and analysis methods*. Sage Publications.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).* http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx'den alınmıştır.

Mullen, B., Muellerleile, P., & Bryant, B. (2001). Cumulative meta-analysis: A consideration of ındicators of sufficiency and stability. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *27*(11), 1450-1462. https://doi.org/10.1177/01461672012711006

Nurhayati, H., Hasanah, A., & Dasari, D. (2025). The impact of mathematical disposition and self-efficacy beliefs on secondary school students' mathematical literacy. *Jurnal Elemen, 11*(1), 1-14. https://doi.org/10.29408/jel.v11i1.26873

OECD. (2023). PISA 2022 released main survey new mathematics items. *OECD Programme for International Student Assessment 2022, June*, 53. OECD Publishing.

Ojose, B. (2011). Mathematics literacy: Are we able to put the mathematics we learn into everyday use. *Journal of mathematics education*, *4*(1), 89-100.

*Özgen, K. (2015). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığına yönelik öz yeterlik inançları. *Elektronik Eğitim Bilimleri Dergisi, 4*(7), 1-12.

*Özgen, K., & Bindak, R. (2008). Matematik okuryazarlığı öz-yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Education Journal*, *16*(2), 517-528.

*Özgen, K., & Bindak, R. (2011). Lise öğrencilerinin matematik okuryazarlığına yönelik öz-yeterlik inançlarının belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 11*(2), 1073-1089.

*Özgen, K., Özer, Y., & Arslan, E. (2018). Öğretmenlerin matematik okuryazarlığı ve problem kurma öz yeterlik inançlarının incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, *20*(1), 1-21. https://doi.org/10.29299/kefad.2018.20.01.002

*Özkaya, A., Bulut, S., & Şahin, G. (2023). Disiplinler arası matematiksel modelleme etkinliklerinin öğretmen adaylarının matematiksel düşünme becerileri ve matematik okuryazarlığına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*(4), 634-650. https://doi.org/10.17556/erziefd.1312400

R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing* [Computer software]. https://www.R-project.org/

Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological Bulletin, 86*(3), 638–641. https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.3.638

Sánchez-Meca, J., López-López, J. A., & López-Pina, J. A. (2013). Some recommended statistical analytic practices when reliability generalization studies are conducted. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 66*(3), 402–425. https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.2012.02057.x

Sánchez-Meca, J., Marín-Martínez, F., López-López, J. A., Núñez-Núñez, R. M., Rubio-Aparicio, M., López-García, J. J., López-Pina, J. A., Blázquez-Rincón, D. M., López-Ibáñez, C., & López-Nicolás, R. (2021). Improving the reporting quality of reliability generalization meta-analyses: The REGEMA checklist. *Research synthesis methods, 12*(4), 516–536. https://doi.org/10.1002/jrsm.1487

Sandoval-Lentisco, A., López-Nicolás, R., López-López, J. A., & Sánchez-Meca, J. (2023). Florida obsessive-compulsive inventory and children's florida obsessive compulsive inventory: A reliability generalization meta-analysis. *Journal of clinical psychology*, *79*(1), 28–42. https://doi.org/10.1002/jclp.23416

Schmid, C.H., Stijnen,T., & White, I. R. (2021). General themes in meta-analysis. In C.H. Schmid, T. Stijnen, & I. R. White (Eds.), *Handbook of meta-analysis* (19-26). CRC Press.

Sönmez, D. (2022). *Pisa matematik okuryazarlığı sorularının farklı açılardan kritik edilmesi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi] Bursa Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

*Şeker, P. (2020). Okul öncesi öğretmeni ve sınıf öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlık düzeylerinin incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13*(1), 34-42.

Şen, S. (2022). A reliability generalization meta-analysis of runco ideational behavior scale. *Creativity Research Journal, 34*(2), 178–194. https://doi.org/10.1080/10400419.2021.1960719

Şen, S., & Yıldırım, İ. (2023). *CMA ile meta-analiz uygulamaları* (Genişletilmiş 2. baskı). Anı Yayıncılık.

*Taşdemir, C. (2020). A quantitative research on the determination of associate degree students' self-efficacy levels in math literacy. *Atlas Journal, 6*(33), 783–791. https://doi.org/10.31568/atlas.498

Tekin, B., & Tekin, S. (2004). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık düzeyleri üzerine bir araştırma. https://www.matder.org.tr/matematik-ogretmen-adaylarinin-matematiksel-okuryazarlik-duzeyleri-uzerine-bir-arastirma/1000/ adresinden erişildi.

Thompson, B., & Vacha-Haase, T. (2000). Psychometrics is datametrics: The test is not reliable. *Educational and Psychological Measurement*, *60*(2), 174-195. doi:10.1177/0013164400602002

*Topbaş Tat, E. (2018). Matematik öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı öz-yeterlik algıları. *İlköğretim Online, 17*(2), 489-499. https://doi.org/10.17051/ilkonline.2018.418887

*Tunç, M. (2023). *STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin matematik okuryazarlığı öz-yeterliklerine ve başarılarına etkisi* (Tez No. 823872) [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü.

Usher, E. L. (2009). Sources of middle school students' self-efficacy in mathematics: A qualitative investigation. *American Educational Research Journal*, *46*(1), 275-314. https://doi.org/10.3102/0002831208324517

*Ünal, Ş., & Çil, O. (2021). Öğretmenlerin matematik öğretimi ile matematiksel modelleme ve okuryazarlık öz-yeterlik inançları arasındaki ilişki. *Uluslararası Liderlik Eğitimi Dergisi, 2*(II), 28-40.

Vacha-Haase, T. (1998). Reliability generalization: Exploring variance in measurement error affecting score reliability across studies. *Educational and Psychological Measurement, 58*(1), 6-20. https://doi.org/10.1177/0013164498058001002

Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of statistical software*, *36*, 1-48.

*Yenilmez, K., & Turğut, M. (2012). Matematik öğretmeni adaylarının matematik okuryazarlığı özyeterlik düzeyleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 1*(2), 253-258.

*Yenilmez, K. (2010). Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı özyeterlik inançları, 9. Matematik Sempozyumu, Bildiri Kitabı, 455-460, 20-22 Ekim 2010, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

*Yenilmez, K., & Ata, A. (2024). Matematik okuryazarlığı dersinin öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı özyeterliğine etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies, 6*(2), 1803-1816.

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11.baskı). Seçkin Yayıncılık.

*Yıldırım, N. (2016). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmenlerinin matematik okuryazarlığı öz-yeterliği ile düşünme stilleri arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

APOS TEORİSİ ÜZERİNE YAPILAN ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZİ

Ferhat ÖZDEMİR
Millî Eğitim Bakanlığı, Malatya
ORCID: 0000-0002-8913-531X

ÖZET

APOS teorisi, öğrenenlerin matematiksel kavramları nasıl öğrendiklerini ve anladıklarını açıklayabilen, onların matematiksel kavramlara dair anlama seviyelerini belirleyebilen bunun yanı sıra öğrenenlerin matematiksel kavramları anlama becerilerini de geliştirebilecek bir öğrenme teorisidir. Bu araştırmada, betimsel araştırma türlerinden biri olan bibliyometrik analiz yöntemi kullanarak APOS teorisine dair yapılan çalışmaların incelenmesi ve de bu konudaki eğilimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Web of Science veri tabanından taranan yayınlanmış farklı türdeki çalışmaların biblometrik verileri kullanılarak analizler VOSviewer ve Biblioshiny aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. APOS teorisiyle ilgili 107 araştırmanın analiz sonucunda, tek yazarlı 17 çalışmanın bulunduğu; toplam yazar sayısının 147 olduğu; yayın yılına göre en az 2008 (n=1) en fazla 2019 (n=15) yılında dağılım gösterdiği; bu konuda Maria Trigueros ile Rafael Martinez - Planell'in en çok yayın yaptığı; eğitim bilimleri, matematik, mühendislik gibi alanlarda araştırmaların yapıldığı; APOS teorisi ile ilgili araştırmaların 39 farklı kaynakta yayınladığı ve bu kaynaklar arasında 24 çalışmayla Journal of Mathematical Behavior dergisinin en çok yayına sahip olduğu; yayınların ülkelere göre dağılımında başı çekenlerin ABD (n=41), Meksika (n=28) ve Güney Afrika (n=24) menşeli yayıncılarda olduğu belirlenmiştir. En fazla ortak atıf yapılan yazarların Dubinsky (n=172), Asiala (n=55) ve Trigueros (n=55) olduğu; APOS teorisi ile ilgili araştırma yapan yazarların çalıştığı kurumlara göre dağılımında ise University of Puerto Rico'nun başı çektiği görülmüştür. APOS teorisi ile ilgili yayınlarda en çok 91 tekrar ile APOS theory (APOS teorisi), 24 tekrar ile genetic decomposition (genetik çözümleme) ve mental structures (bilişsel yapılar) anahtar sözcükleri bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: APOS teorisi, Genetik çözümleme, Bilişsel yapılar, Matematik.

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF STUDIES ON APOS THEORY

ABSTRACT

APOS theory is a learning theory that can explain how learners learn and understand mathematical concepts, determine their level of understanding of mathematical concepts, and improve their ability to understand mathematical concepts. In this study, it was aimed to examine the studies on APOS theory by using bibliometric analysis method, which is one of the descriptive research types, and to determine the trends in this subject. For this purpose,

bibliometric data of different types of published studies scanned from the Web of Science database were used and analyzed through VOSviewer and Biblioshiny. As a result of the analysis of 107 studies on APOS theory, there were 17 studies with a single author; the total number of authors was 147; according to the year of publication, the least distribution was in 2008 (n=1) and the most in 2019 (n=15); Maria Trigueros and Rafael Martinez - Planell published the most on this subject; and researches were conducted in fields such as educational sciences, mathematics, and engineering; Research on APOS theory was published in 39 different sources and among these sources, Journal of Mathematical Behavior had the highest number of publications with 24 studies; the leading publishers in the distribution of publications by country were the USA (n=41), Mexico (n=28) and South Africa (n=24). The most co-cited authors were Dubinsky (n=172), Asiala (n=55) and Trigueros (n=55); and the University of Puerto Rico took the lead in the distribution of the authors who conducted research on APOS theory according to the institutions where they worked. In the publications related to APOS theory, the keywords APOS theory with 91 repetitions, genetic decomposition with 24 repetitions and mental structures with 24 repetitions were the most common.

Keywords: APOS theory, Genetic decomposition, Mental structures, Mathematics.

GİRİŞ

Son yıllarda gerek öğrenme kuramlarında gerek müfredatlardaki değişikliklere bakıldığında, yapılan değişikliklerin daha çok bilişsel süreçlerin açıklanmasına ilişkin oldukları görülmektedir. Yapılan bu değişikliklerle birlikte öğrenenin bilgiyi (kavram) oluşturma süreci ve öğrenirken hangi aşamalardan geçtiği ön plana çıkmış esas geliştirilmesi gereken durumun aslında bu süreç olduğuna vurgu yapılmıştır (Akkaya, 2010; Altun ve Yılmaz, 2008).

Alan yazında matematiksel kavramların oluşum süreci ve bu süreçteki aşamaları betimlemeye çalışan birbirinden farklı matematiksel teoriler bulunmaktadır (Ertekin, 2016). Bu teorilerden biri de APOS Teorisi'dir. APOS teorisi, çocukların mantıksal fikirlerinin gelişimini açıklamak amacıyla Piaget tarafından ortaya atılan yansıtıcı soyutlama mekanizmasını anlama ve bu düşünceyi matematiksel kavramlara genişletme çabasından ortaya çıkmıştır (Arnawa, 2010; Dubinsky, 1991). Teorinin kurucusu, fonksiyonel analiz üzerine önemli çalışmalar gerçekleştirmiş bir matematikçi olan Ed Dubinsky, 1983 yılı itibariyle çalışmalarını matematik eğitimi üzerinde yoğunlaştırıp bireylerin ileri seviye matematik kavramlarını öğrenmesi üzerine odaklamış, yansıtıcı soyutlamaların bazı temel özelliklerini yeniden inşa edip düzenleyerek tutarlı bir matematiksel bilgi teorisi ve yapısı olan APOS teorisini oluşturmuştur (Oktaç ve Çetin, 2016). Yansıtıcı soyutlamanın bir uzantısı ya da uyarlaması olarak ifade edilen bu teori (Dubinsky vd., 2008), Dubinsky tarafından ilk olarak 1991 yılında Piaget'in entelektüel

gelişimini açıklarken yansıtıcı soyutlamanın bir detaylandırılması olarak "İleri Matematiksel Düşünmede Yansıtıcı Soyutlama" başlıklı makalesinde ele alınmış ve o zamandan beri birçok konferans ve dergi makalesinde yayınlanmıştır (Ningsih, 2016). Öte yandan bu teori, 1990'larda Dubinsky tarafından kurulan ileri düzey matematik konularına dair öğrencilerin kavrama (anlama) seviyeleri üzerine araştırmalar yapan "Research in Undergraduate Mathematics Education (RUMEC)" adlı matematik eğitimci ve araştırmacılarından oluşan bir topluluğun çalışmaları ile geliştirilmeye başlanmıştır (Borji ve Voskoglou, 2017).

APOS teorisi öğrenenlerin, matematiksel kavramları nasıl öğrenip, anladıklarını inceleyen, onların matematiksel kavramlara yönelik anlama düzeylerini belirleyerek aynı zamanda o kavramları anlama becerilerinin gelişimine katkı sunan bir matematik öğrenme teorisidir (Dubinsky ve McDonald, 2001). Öğrenenin kavramları öğrenirken geliştirdiği zihinsel yapılar olan Action (Eylem), Process (Süreç), Object (Nesne) ve Schema (Şema) kelimelerinin ilk harflerinin bir araya getirilmesinden oluşan (Asiala vd., 1996; Arnon vd., 2014) APOS terimini ilk kez Cottrill vd. (1996) kullanmıştır (Dubinsky, 2020). Bahsi geçen bu zihinsel yapılar aynı zamanda öğrenenin matematiksel bir kavramına ilişkin anlama düzeylerini göstermektedir (Arnawa, 2010).

APOS teorisi, "öğrenenin matematiksel bilgisi, algılanan matematiksel problemleri ve çözümlerini sosyal bağlamda düşünerek ve matematiksel eylemleri, süreçleri ve nesneleri yapılandırarak veya yeniden inşa ederek, bunları durumlarla başa çıkmak için şemalarda düzenleyip algılanan matematiksel problem durumlarına tepki verme veya bu durumla başa çıkma eğilimi" hipotezi üzerine kuruludur (Asiala vd., 1996; Dubinsky ve McDonald, 2001). Bu öğrenme teorisi içinde bulunduğumuz yüzyılın ikinci on yılında, öğrenmeye yönelik öncü bir bilişsel yaklaşım olarak matematik eğitimi araştırma çevrelerinde iyice yerleşmiş durumda olup (Oktaç, 2022) bugüne kadar uluslararası literatürde yaygın olarak ele alınırken son yıllarda ulusal literatürde de APOS teorisine yönelik araştırmaların giderek arttığı görülmektedir (Şefik vd., 2021). Hem ulusal hemde uluslararası görülen bu artış APOS teorisinin önemini göstermektedir.

APOS teorisi her ne kadar matematik, ayrık matematik, soyut cebir, doğrusal cebir, öklid ve öklid dışı geometrinin öğretilmesi ve üniversite düzeyinde ders kitaplarının geliştirilmesi için temel öğrenme teorisi olsa da (Dubinsky, 2020) son yıllarda ilk ve ortaöğretimde öğrencilerin matematiksel kavramları nasıl öğrendiğini açıklamak için de kullanılmaya başlanmıştır (Arnon vd., 2014). Bu durum ileri matematiksel düşünme için geliştirilen APOS teorisinin, öğrencilerin daha temel matematiksel kavramları anlamalarını incelemek için de yararlı bir araç olduğunu göstermekte (Dubinsky ve McDonald, 2001) ve de her kademeye hitap ettiğini göstermektedir.

APOS teorisi ile ilgili alanyazında herhangi bibliyometrik bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu durum ise alandaki boşluğa işaret etmektedir. Alanyazında görülen bu boşluktan hareketle mevcut araştırmanın APOS teorisi ile ilgilenen araştırmacılara; bu konuya dair eğilimlerin neler olduğu noktasında genel bir bakış açısı sunmasının yanı sıra ilgili konuda yapılan çalışmaların yayın yıllarına göre dağılımı, çalışma alanları, yazarlara dair atıflar, yayınlandıkları ülkeler ve kurumlar, yayınlandıkları kaynak ya da dergiler, yayınların alıntılanma (atıf) sayıları, yayınlarda kullanılan anahtar kelimelerin sıklığı gibi bibliyometrik özelliklerinin incelenmesinin hem literatüre olumlu anlamda katkı sunması hem de bu konu ile ilgili çalışma yapacak araştırmacılara çalışmalarını yapılandırmaları noktasında fikir vermesi beklenmektedir. Tüm bu düşüncelerden hareketle bu araştırmada Web of Science (WoS) veri tabanındaki APOS teorisine dair bilimsel yayınların bibliyometrik yöntemler kullanılarak incelenmesi ve de bu konudaki eğilimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda oluşturulan alt problemler şu şekildedir;

WoS veri tabanında indekslenen;

1. APOS teorisi ile ilgili yayınların dağılımı yıllara göre nasıldır?
2. APOS teorisi ile ilgili yayınların yayınlandıkları alana göre dağılımı nasıldır?
3. APOS teorisi ile ilgili yayınların kurumlara göre dağılımı nasıldır?
4. APOS teorisi ile ilgili yayınların yayın sayısı üretkenliği ve alınan atıf sayısı bakımından ülkelere göre dağılımı nasıldır?
5. APOS teorisi ile ilgili yayınların kaynaklara (dergi) ve aldıkları atıf sayılarına göre dağılımı nasıldır?
6. APOS teorisi ile ilgili en fazla atıf alan yani en üretken yazarlar kimlerdir?
7. APOS teorisi ile ilgili yayınların atıflara göre dağılımı nasıldır?
8. APOS teorisi ile ilgili yayınlarda en sık kullanılan anahtar kelimeler nelerdir?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Mevcut araştırmada, belirli bilgi alanlarındaki yayın kalıplarını ve yönelimleri (eğilimleri) belirlemek amacıyla araştırma çalışmalarından elde edilen bibliyografik verileri analiz etmeye yönelik nicel bir yaklaşım olması (Chen vd., 2023), atıflar ve frekans analiz yöntemlerine dayalı olarak kaynakların, ülkelerin, kurumların, yazarların ve anahtar kelimelerin ağ analizini içermesinden (Jaradat vd., 2022) ötürü *"Bibliyometrik analiz yöntemi"* tercih edilmiştir.

Veri Toplama ve Analiz

Bu araştırmadaki süreç; veritabanının belirlenmesi, belirlenen veritabanında konu ile ilgili verilerin toplanması, toplanan verilerin temizlenmesi, temizlenen veriler üzerinde aracı programlar yardımıyla çeşitli bibliyometrik analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve de elde edilen bulguların tablolar halinde sunulması ve raporlanması şeklinde (Aydın, 2024; Dirik vd., 2023) ilerlemiştir.

İlk olarak eğitim araştırmalarında yaygın olarak kullanılması (Chen vd., 2023), AHCI, SCI, SCI-Expanded ve SSCI gibi indeksleri/dizinleri içine alan bir veritabanı olması (), yayın etiği bakımından nitelikli ve güvenilir araştırmaları kapsaması, farklı disiplinlerden geniş kapsamlı bir veri koleksiyonuna erişim sağlaması gibi nedenlerden dolayı veri tabanı olarak Web of Science (WoS) seçilmiştir. Ayrıca bu veritabanının seçilmesinin diğer bir nedeni de eğitim araştırmaları alanındaki yüksek etki değeri ve atıfa sahip prestijli kaynakları (dergileri) dizinlemesidir.

Belirtilen veri tabanında 08.02.2025 tarihinde, “APOS Theory” OR “ACE cycle” anahtar sözcüğüyle “tüm alanlar” seçilerek yapılan aramada yıllara göre en eski 2007 ve en yeni 2024 olmak üzere farklı disiplinlerden toplam 107 dergi makalesine ulaşıldı. Ulaşılan verilerde veri temizleme işlemi (anahtar kelimeler, ülkeler ve yazarlar) yapıldıktan sonra ülke, yazarlar, ortak atıf, kaynak, yayın ve kelime analizleri gerçekleştirilmiştir.

Araştırma kapsamındaki çalışmaların tanımlayıcı istatistiklerinde R yazılımında bulunan Biblioshiny paket programından yararlanılmıştır. Bu programın yanısıra ücretsiz olması (Van Eck ve Waltman, 2010), önemli miktarda veriyi analiz edebilmesi ve ağ veri haritalamasına imkân vermesinden dolayı VOSviewer yazılımından da yararlanılmıştır. Bu yazılım araştırmacılara ülkeler, yazarlar, ortak alıntılar ve anahtar kelimeler arasındaki etkileşimleri analiz edip haritalama ve görselleştirme imkânı sunmaktadır. Oluşturulan haritalamalarda yer alan dairelerin boyutu, etiketin yazı tipi ve kümeler renkler ile temsil edilmekte iken daireler arasındaki mesafeler onların birbiri ile olan bağlarını ve benzerliklerini göstermektedir (Khalil ve Crawford, 2015). Ayrıca oluşturulan bu haritalamalar bundan sonraki süreçte yapılacak yeni araştırmaların potansiyel yollarına dair önemli ip uçları ipuçları vermektedir (Gerçek ve Gerçek, 2022).

BULGULAR

Araştırma sorularını yanıtlamadan önce APOS teorisi ile ilgili WoS’ta yayınlanan çalışmaların, tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de verilmiştir.

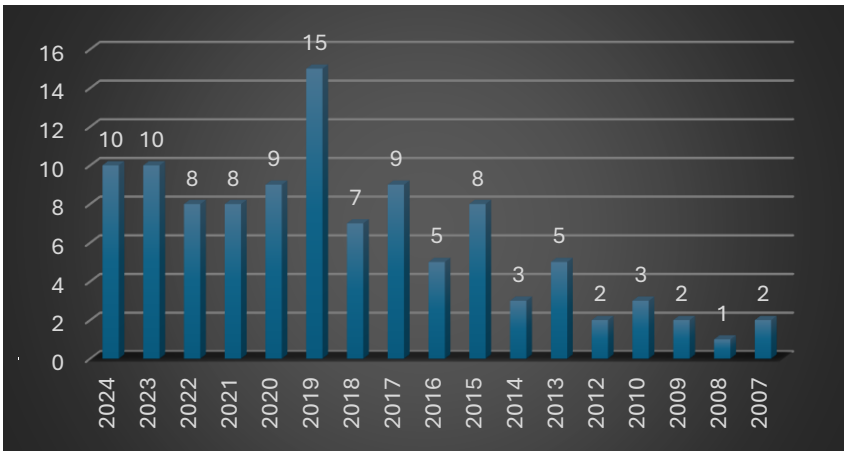
Tablo 1. Araştırmalarla ilgili temel bilgiler

Bilgi	**Sonuç**
Yıl Aralığı	2007-2024
Kaynak sayısı	39
Araştırma sayısı	107
Yıllık büyüme oranı (%)	10.55
Araştırma başına ortalama atıf sayısı	7.299
Araştırmalarda kullanılan toplam referans sayısı	2208
Toplam yazar sayısı	147
Tek yazarlı araştırma sayısı	17

Tablo 1'deki bulgular incelendiğinde 2007-2024 yıl aralığında WoS'ta 107 tane APOS teorisi ile ilgili araştırmanın olduğu görülmektedir. Bu araştırmalarla ilgili olarak yıllık büyüme oranının %10.55, makale başına ortalama atıf sayısının 7.299, makalelerde kullanılan toplam referans sayısının 2208, toplam yazar sayısının 147 ve tek yazarlı makale sayısının 17 olduğu yine Tablo 1' de sunulmuştur.

Çalışmaların Göre Yıllara Göre Dağılımı (Yayın Trendi)

APOS teorisiyle ilgili yayınların yıllara göre dağılımı şekil 1'de verilmiştir.

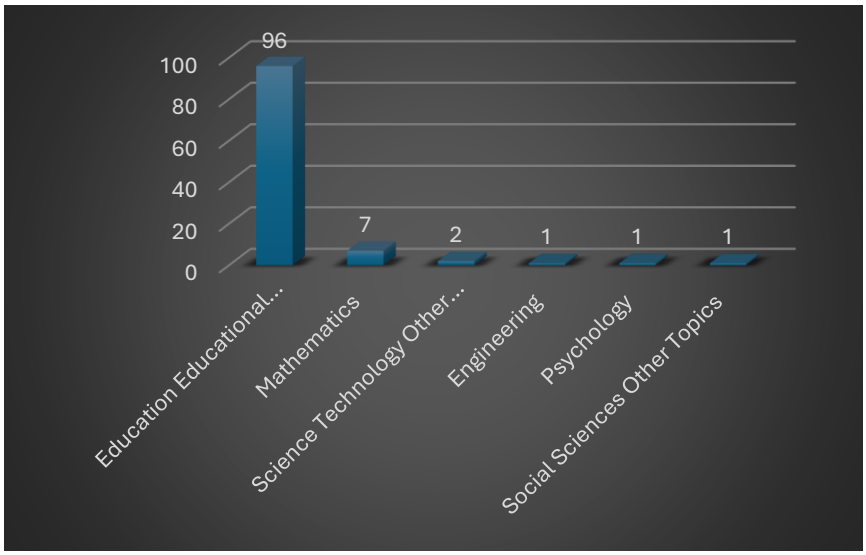


Şekil 1. Yıllara göre yayın sayısı

Şekil 1'de görüldüğü üzere 2013'ten bu yana 97 makale (%90,7) yayınlanmıştır. Bu konuya olan ilgi özellikle son 10 yılda yüksek seviyelerde seyretmiş ve makale sayısı toplam makalelerin %83,2'sini oluşturmuştur.

Çalışmaların Yayınlandıkları Alana Göre Dağılımı

Araştırma kapsamındaki çalışmaların yayınlandıkları alana göre dağılımı Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Çalışmaların yayınlandıkları araştırma alanına göre dağılımı

Şekil 2'de görüldüğü üzere araştırma kapsamındaki çalışmaların 6 farklı alanlarda yayınlandığı ve de en fazla yayının "Education Educational Research" alanında olduğu görülmektedir.

Yayınların Kurumlara Göre Dağılımı

Web of Science'de yayınlanan APOS teorisi ile ilgili yayınların kurumlara göre dağılımı Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 2. APOS teorisi ile ilgili araştırmaların yazarların çalıştığı kurumlara göre dağılımı*

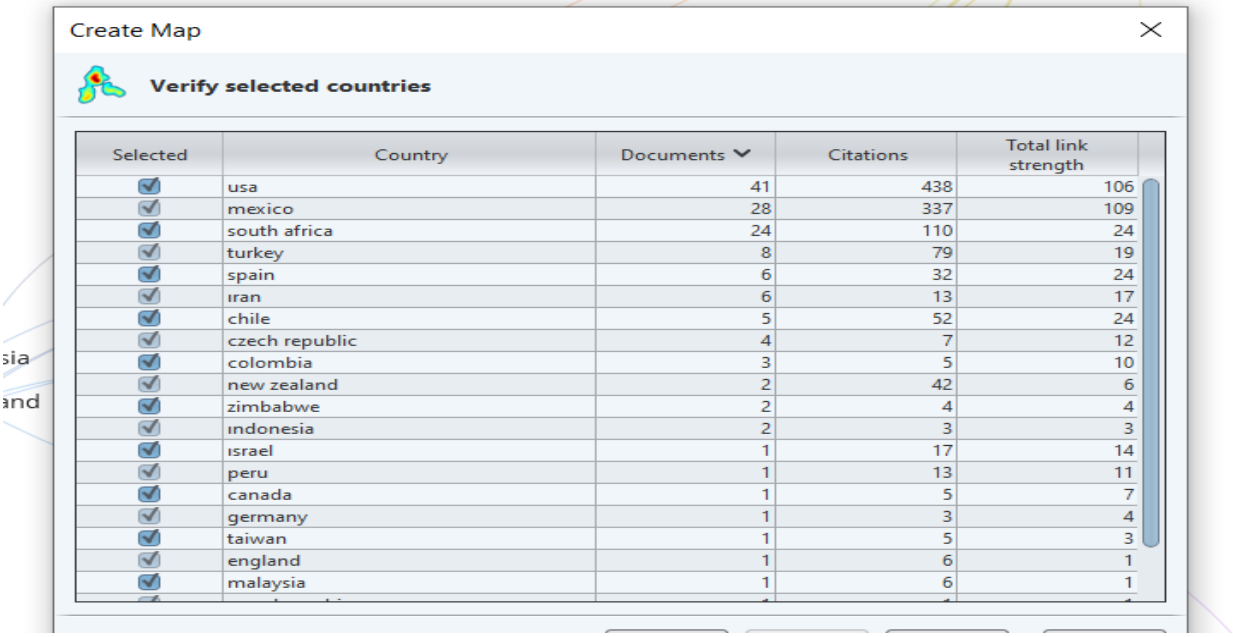
Affiliations (Kurumlar)	Ülke	Yayın sayısı
University of Puerto Rico	ABD	21
University of Puerto Rico Mayaguez	ABD	20
Instituto Tecnologico Autonomo De Mexico	Meksika	17
University of Kwazulu Natal	G. Afrika	14
University System of Georgia	ABD	10
Durban University of Technology	G. Afrika	9
Georgia State University	ABD	8
Benemerita Universidad Autonoma De Puebla	Meksika	7
Cinvestav Centro De Investigacion Y De Estudios Avanzados Del Instituto Politecnico Nacional	Meksika	6
Instituto Politecnico Nacional Mexico	Meksika	6
Cape Peninsula Universıty of Technology	G. Afrika	5
Charles University Prague	Çek Cumhuriyeti	4
Ferdowsi University Mashhad	İran	4
Pontificia Universidad Catolica De Valparaiso	Şili	4
State University System of Florida	ABD	4
Autonomous University of Barcelona	İspanya	3
University of Cape Town	G. Afrika	3
Ferris State University	ABD	3
Universidad Industrial De Santander	Kolombiya	3
University of Oklahoma System	ABD	3
University of Sevilla	İspanya	3

* 3 ve üzeri sayıya sahip kurumlar listeye eklenmiştir.

APOS teorisi ile ilgili araştırmalarda, belirli üniversite ve araştırma kurumlarının ön plana çıktığı Tablo 2'de görülmektedir. ABD'ye bağlı özerk Porto Rico ülkesinde yer alan University of Puerto Rico (n=21) ile University of Puerto Rico Mayaguez (n=20), bu alanda en çok katkı sağlayan kurumlar olarak listenin başında yer almaktadır. Benzer şekilde, Kuzey Amerika'da yer alan Meksika'daki Instituto Tecnologico Autonomo De Mexico (n=17) üniversitesi de alana önemli katkılar sunmaktadır.

Ülkelerin Atıf Analizi (Citation of Countries)

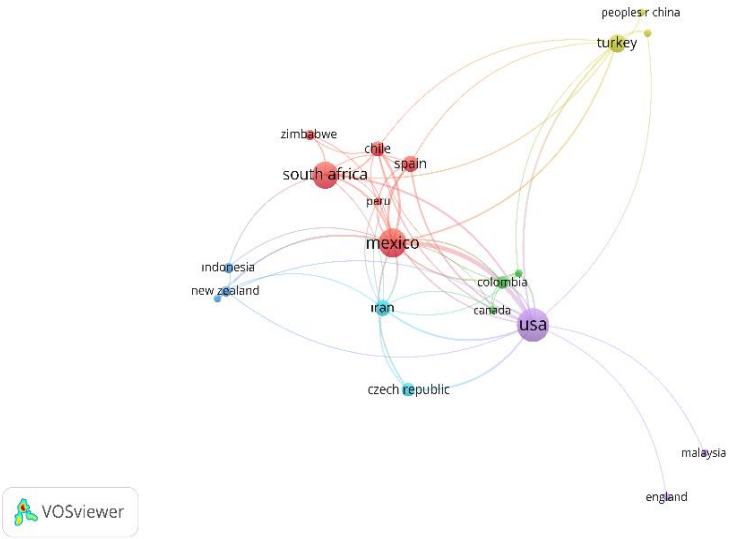
Vosviewer üzerinden analiz türü olarak atıf, analiz birimi olarak Ülkeler seçilip atıf ağlarını belirlemek amacıyla en az bir yayın ile en az bir atıf kriteri kapsamında birbirleriyle ilişkili (bağlantılı) olan 20 gözlem birimi (ülke) üzerinden yapılan analizde toplamda 6 küme, 58 bağlantı ve toplam bağlantı gücü 200 olarak belirlenmiştir.



Selected	Country	Documents	Citations	Total link strength
☑	usa	41	438	106
☑	mexico	28	337	109
☑	south africa	24	110	24
☑	turkey	8	79	19
☑	spain	6	32	24
☑	iran	6	13	17
☑	chile	5	52	24
☑	czech republic	4	7	12
☑	colombia	3	5	10
☑	new zealand	2	42	6
☑	zimbabwe	2	4	4
☑	indonesia	2	3	3
☑	israel	1	17	14
☑	peru	1	13	11
☑	canada	1	5	7
☑	germany	1	3	4
☑	taiwan	1	5	3
☑	england	1	6	1
☑	malaysia	1	6	1

Şekil 3. Ülkelerin atıf analizi

Şekil 3'te görüldüğü üzere en fazla atıf alan ülkeler 438 atıfla ABD, 337 atıfla Meksika ve 110 atıfla Güney Afrika olmuştur. Toplam bağlantı gücü açısından da bu ülkeler ilk üçte yer almaktadır. Benzer şekilde eser sayısı olarak da yine değişmeyen sıralamada ABD (41 yayın), Meksika (28 yayın) ve Güney Afrika (24 yayın) şeklindedir. Bu ülkelerin atıf analizine dair oluşturulan ağ haritası Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Ülkeler arası iş birliği ağları

Çalışmaların Yayınlandıklara Kaynaklara (Dergi) Göre Analizi

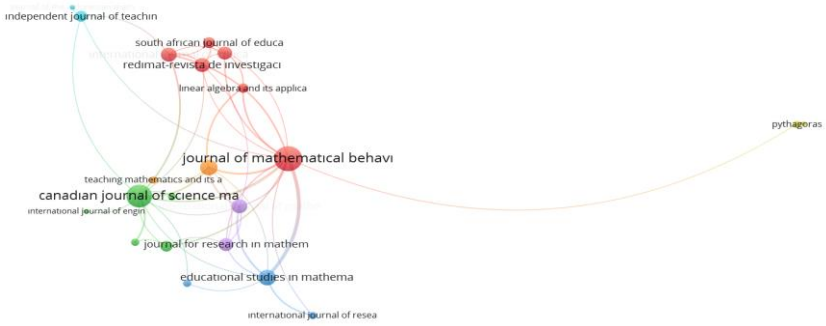
APOS teorisiyle ilgili yayınların Web of Science veri tabanında yer alan kaynaklara göre dağılımı ve aldıkları atıf sayıları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. APOS teorisi ile ilgili yayınların kaynaklara (dergilere) göre dağılımı*

Kaynak (Dergi adı)	Yayın sayısı	Atıf sayısı
Journal of Mathematical Behavior	24	247
International Journal of Mathematical Education in Science and Technology	13	73
Educational Studies in Mathematics	8	133
ZDM-Mathematics Education	6	27
African Journal of Research in Mathematics Science and Technology Education	4	83
Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education	4	16
International Journal of Educatinal Sciences	4	16
Mathematics Enthusiast	4	1
International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education	3	13
Avances De Investıgacion En Educacion Matematica	3	4
South African Journal of Education	2	13
Teachıng Mathematics and Its Applications	2	11
Pythagoras	2	6
Africa Education Review	2	5
Independent Journal of Teaching and Learning	2	3

*APOS teorisi ile ilgili 2 ve üstü yayın yapan kaynaklar listeye eklenmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde APOS teorisi ile ilgili en fazla yayının sırasıyla Journal of Mathematical Behavior (n=24), International Journal of Mathematical Education in Science and Technology (n=13) ve Educational Studies in Mathematics (n=8) kaynaklarına ait olduğu, atıf sayısında ise ilk sıranın değişmediği ancak ikinci ve üçüncü sıradaki kaynak isimlerinin değişiklik gösterdiği görülmektedir. Ayrıca dergiler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla VOSviewer aracılığıyla dergilerin birbirlerine yaptığı atıflar üzerinden bağlantıların haritalandırılmış hali en az bir çalışma yayınlaması ve en az bir atıf alınması kriteri kapsamında aralarında bağlantı bulunan 22 gözlem birimi üzerinden analiz yapılmıştır. 7 küme, 50 bağlantı ve 93 toplam bağlantı gücü tespit edilmiştir. Oluşturulan harita Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5. Dergiler arası bağlantılar

Ortak Yazarlık Analizi (Co-authorship of Authors)

Mevcut araştırmada Vosviewer yazılımı aracılığıyla analiz türü ortak (eş) yazarlık, analiz birimi olarak da yazarlar seçilerek en fazla bağlantılı ve iş birliği yapan yazarları belirlemek amacıyla en az bir yayın ile en az bir atıf kriteri kapsamında aralarında bağlantı bulunan 34 birim üzerinden yapılan analize göre toplamda 11 küme, 56 bağlantı ve 88 toplam bağlantı gücü tespit edilmiştir.

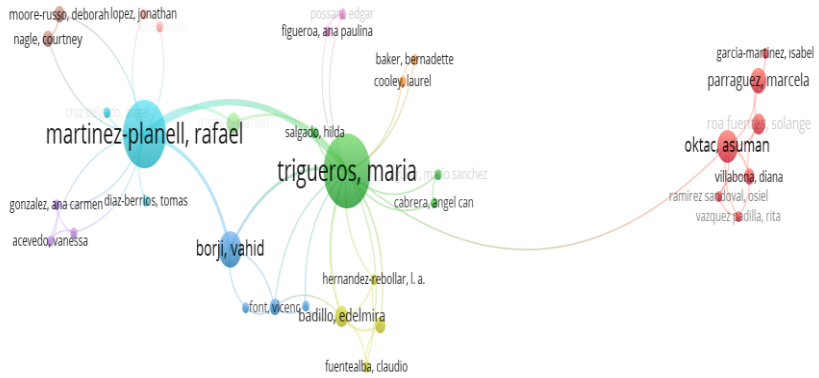
Create Map

Verify selected authors

Selected	Author	Documents	Citations	Total link strength
☑	trigueros, maria	23	285	37
☑	martinez-planell, rafael	20	235	31
☑	brijlall, deonarain	9	44	8
☑	vidakovic, draga	8	43	15
☑	borji, vahid	7	20	12
☑	oktac, asuman	6	55	7
☑	maharaj, aneshkumar	6	22	3
☑	dubinsky, ed	5	103	10
☑	ndlovu, zanele	5	32	5
☑	weller, kirk	4	65	9
☑	parraguez, marcela	4	41	3
☑	badillo, edelmira	3	26	9
☑	kemp, aubrey	3	15	7
☑	mcgee, daniel	3	50	6
☑	roa fuentes, solange	3	1	3
☑	burns-childers, annie	2	7	6
☑	chamberlain, darryl, jr.	2	6	6
☑	sanchez-matamoros, g.	2	13	6
☑	stalvey, harrison e.	2	19	6

Şekil 6. Ortak yazarlık analizi

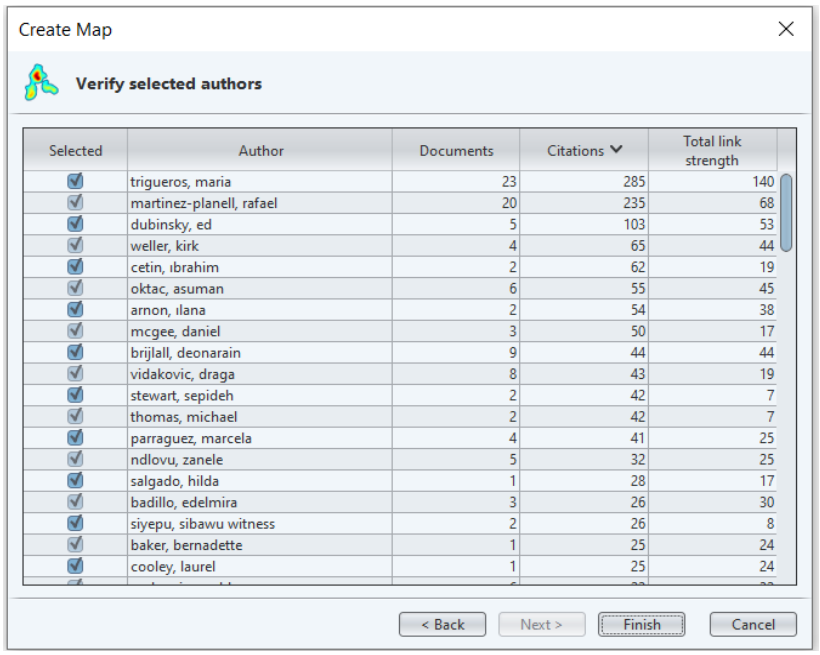
En çok eser üreten ilk iki yazarın (sırasıyla Maria Trigueros, Rafael Martinez-Planell) aynı zamanda en bağlantılı yazarlar arasında oldukları Şekil 6'da görülmektedir. Yazarlar arası iş birliğini göstermek amacıyla oluşturulan ağ haritası Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Yazarlar arası iş birliğini gösteren ortak yazar bağları

Yazarların Atıf Analizi (Citation of authors)

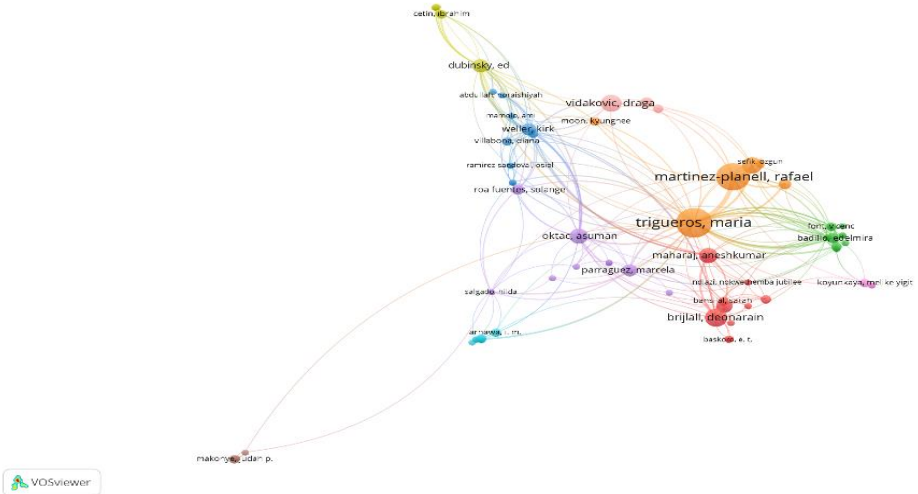
VOSviewer üzerinden analiz türü olarak atıf, analiz birimi olarak yazarlar seçilip atıf ağlarını belirlemek amacıyla en az bir yayın ile en az bir atıf kriteri kapsamında birbirleriyle ilişkili (bağlantılı) olan 75 birim (yazar) üzerinden yapılan analizde toplamda 10 küme, 268 bağlantı ve toplam bağlantı gücü 499 olarak belirlenmiştir.



Selected	Author	Documents	Citations	Total link strength
☑	trigueros, maria	23	285	140
☑	martinez-planell, rafael	20	235	68
☑	dubinsky, ed	5	103	53
☑	weller, kirk	4	65	44
☑	cetin, ibrahim	2	62	19
☑	oktac, asuman	6	55	45
☑	arnon, ilana	2	54	38
☑	mcgee, daniel	3	50	17
☑	brijlall, deonarain	9	44	44
☑	vidakovic, draga	8	43	19
☑	stewart, sepideh	2	42	7
☑	thomas, michael	2	42	7
☑	parraguez, marcela	4	41	25
☑	ndlovu, zanele	5	32	25
☑	salgado, hilda	1	28	17
☑	badillo, edelmira	3	26	30
☑	siyepu, sibawu witness	2	26	8
☑	baker, bernadette	1	25	24
☑	cooley, laurel	1	25	24

Şekil 8. Yazar atıf analizi

Şekil 8'de görüldüğü üzere en fazla atıf alan yazarlar sırasıyla 285 atıf ile Maria Trigueros, 235 atıf ile Rafael Martinez-Planell ve 103 atıf ile Ed Dubinsky olmuştur. Aynı zamanda bu yazarlar, toplam bağlantı gücü açısından da aynı şekilde ilk üçte bulunmaktadır. Ayrıca yazarların atıf analizine dair ağ haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan ağ haritası Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Yazarların atıf bağları

Yazarların Bibliyografik Eşleşme Analizi (Bibliographic Coupling of Authors)

Analiz türü olarak bibliyografik eşleşme, analiz birimi olarak yazarlar seçilip atıf ağlarını belirlemek amacıyla en az bir yayın ile en az bir atıf kriteri kapsamında birbirleriyle ilişkili (bağlantılı) olan 98 birim (yazarlar) üzerinden yapılan analize göre 8 küme, 3199 bağlantı ve 23738 toplam bağlantı gücü tespit edilmiştir.

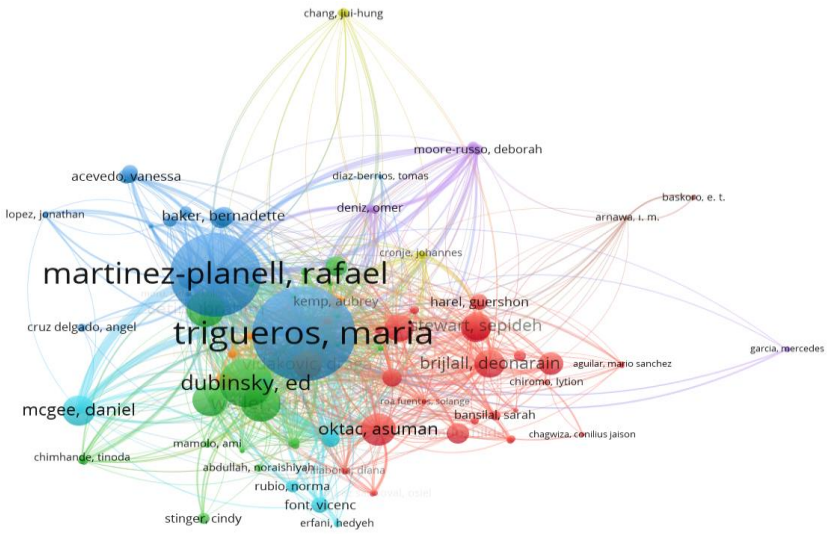
Create Map

Verify selected authors

Selected	Author	Documents	Citations	Total link strength
☑	trigueros, maria	23	285	5511
☑	martinez-planell, rafael	20	235	5118
☑	brijlall, deonarain	9	44	939
☑	vidakovic, draga	8	43	2157
☑	borji, vahid	7	20	2017
☑	oktac, asuman	6	55	1031
☑	maharaj, aneshkumar	6	22	980
☑	dubinsky, ed	5	103	1355
☑	ndlovu, zanele	5	32	470
☑	weller, kirk	4	65	1113
☑	parraguez, marcela	4	41	674
☑	mcgee, daniel	3	50	1008
☑	kemp, aubrey	3	15	889
☑	badillo, edelmira	3	26	679
☑	roa fuentes, solange	3	1	563
☑	moore-russo, deborah	2	10	752
☑	nagle, courtney	2	10	752
☑	stalvey, harrison e.	2	19	738
☑	burns-childers, annie	2	7	688

Şekil 10. Yazarların bibliyografik eşleşme analizi

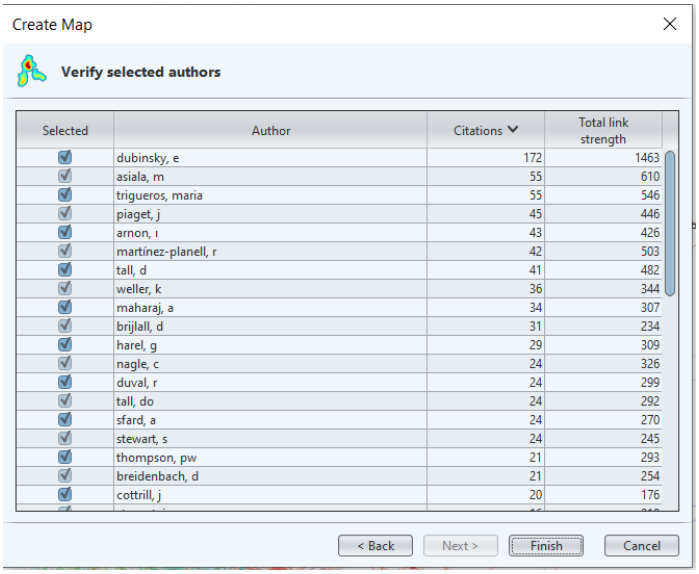
Şekil 10'da görüldüğü üzere bibliyografik eşleşmenin en fazla olduğu yazarlar sırasıyla 285 alıntı ile Maria Trigueros (5511 bağlantı gücü), 235 alıntı ile Rafael Martinez-Planell (5118 bağlantı gücü) ve 103 alıntı ile Ed Dubinsky (1355 bağlantı gücü) olmuştur. Bu yazarların bibliyografik eşleşme analizine dair oluşturulan ağ haritası Şekil 11'te sunulmuştur.



Şekil 11. Yazarların bibliyografik eşleşme bağları

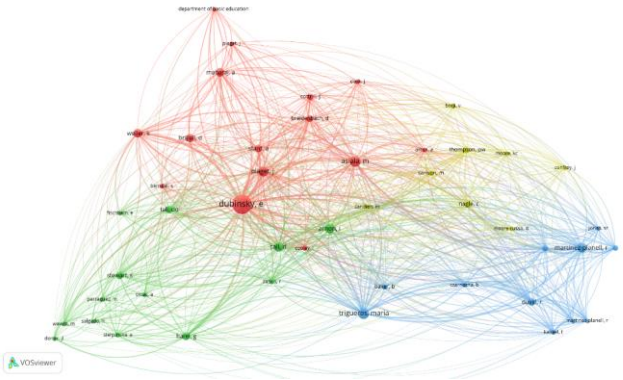
Yazarların Ortak Atıf Analizi (Co-citation of Co-authors)

Atıf sayısı minimum 10 olma kriteri kapsamında seçilen ve aralarında bağlantı bulunan 47 birim üzerinden yapılan analize göre toplamda 4 küme, 808 bağlantı ve 5922 toplam bağlantı gücü tespit edilmiştir.



Şekil 12. Yazarların ortak atıf analizi

Şekil 12'de görüldüğü üzere en fazla ortak atıf yapılan yazarlar sırasıyla 172 alıntı ile Dubinsky (1463 bağlantı gücü), 55 alıntı ile Asiala (610 bağlantı gücü) ve 55 alıntı ile Trigueros (546 bağlantı gücü) olarak tespit edilmiştir. Yazarların ortak atıf analizine dair oluşturulan ağ haritası Şekil 13'de sunulmuştur.



Şekil 13. Ortak atıf yapılan yazarlar arası bağlar

Yayınların Atıflara Göre Analizi

APOS teorisi ile ilgili en fazla atıf alan ilk on yayının aldığı atıf sayısı, yayınlandığı kaynak adı ve doi numarası kısacası yayınların atıflara göre analizi Tablo 4'te sunulmuştur.

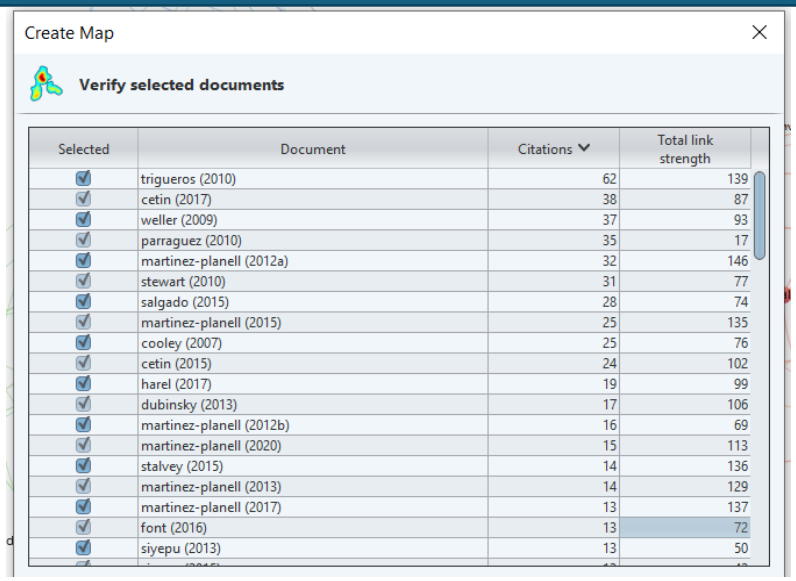
Tablo 4. APOS teorisiyle ilgili araştırmalarının toplam küresel atıf sıralamasına göre ilk 10 makalesi ve bilgileri

Yazar-Çalışma adı	Kaynak-DOI	Atıf sayısı
Trigueros & Martínez-Planell (2010), Geometrical representations in the learning of two-variable functions.	Educational studies in mathematics, 10.1007/s10649-009-9201-5	62
Cetin & Dubinsky (2017), Reflective abstraction in computational thinking.	Journal of Mathematical Behavior, 10.1016/j.jmathb.2017.06.004	38
Weller vd. (2009), Preservice teachers' understanding of the relation between a fraction or integer and its decimal expansion.	Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 10.1080/14926150902817381	37
Parraguez & Oktaç (2010), Construction of the vector space concept from the viewpoint of APOS theory.	Linear algebra and its applications 10.1016/j.laa.2009.06.034	35
Martínez-Planell & Trigueros (2012), Students' understanding of the general notion of a function of two variables.	Educational Studies in Mathematics 10.1007/s10649-012-9408-8	32
Stewart & Thomas (2010), Student learning of basis, span and linear independence in linear algebra.	International Journal of Mathematical Education in Science and Technology 10.1080/00207390903399620	31
Salgado & Trigueros (2015), Teaching eigenvalues and eigenvectors using models and APOS Theory.	Journal of Mathematical Behavior 10.1016/j.jmathb.2015.06.005	28
Martínez-Planell vd. (2015), On students' understanding of the differential calculus of functions of two variables.	Journal of Mathematical Behavior, 10.1016/j.jmathb.2015.03.003	25
Cooley vd. (2007), Schema thematization: a framework and an example.	Journal for Research in Mathematics Education 10.2307/30034879	25
Cetin (2015), Students' understanding of loops and nested loops in computer programming: An APOS theory perspective.	Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education 10.1080/14926156.2015.1014075	24

Tablo 4 incelendiğinde en çok atıf alan ilk üç yayının sırasıyla "Geometrical representations in the learning of two-variable functions (n=62)", "Reflective abstraction in computational thinking (n=38)" ve "Preservice teachers' understanding of the relation between a fraction or integer and its decimal expansion (n=37)" oldukları görülmektedir.

Metinlerin Bibliyografik Eşleşme Analizi (Bibliographic Coupling of Documents)

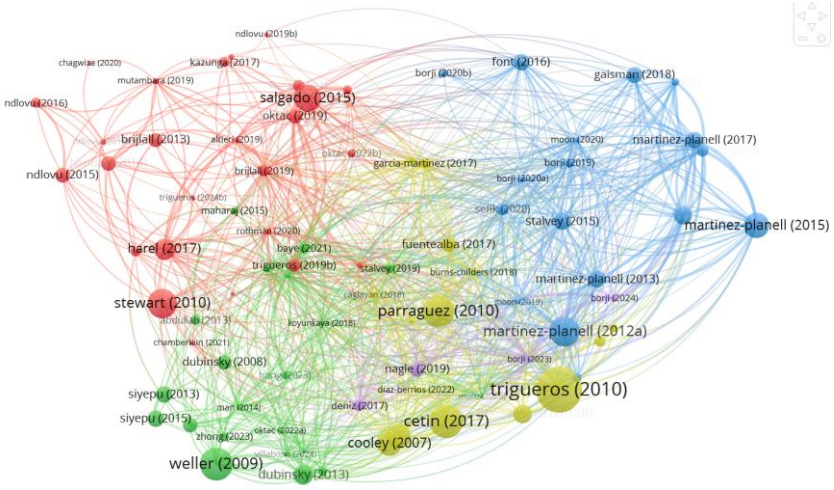
Birbiri ile ilişkisiz iki kaynak tarafından alıntılanmış ortak bir yayına atıf yapılması durumunu gösteren bibliyografik eşleşmeye yönelik en az 1 atıf almış olma kriteri kapsamında seçilen ve aralarında bağlantı bulunan 83 birim (anahtar kelime) üzerinden yapılan analiz neticesinde toplam 5 küme, 1813 bağlantı ve 3307 toplam bağlantı gücü tespit edilmiştir.



Selected	Document	Citations	Total link strength
☑	trigueros (2010)	62	139
☑	cetin (2017)	38	87
☑	weller (2009)	37	93
☑	parraguez (2010)	35	17
☑	martinez-planell (2012a)	32	146
☑	stewart (2010)	31	77
☑	salgado (2015)	28	74
☑	martinez-planell (2015)	25	135
☑	cooley (2007)	25	76
☑	cetin (2015)	24	102
☑	harel (2017)	19	99
☑	dubinsky (2013)	17	106
☑	martinez-planell (2012b)	16	69
☑	martinez-planell (2020)	15	113
☑	stalvey (2015)	14	136
☑	martinez-planell (2013)	14	129
☑	martinez-planell (2017)	13	137
☑	font (2016)	13	72
☑	siyepu (2013)	13	50

Şekil 14. Metinlerin bibliyografik eşleşme analizi

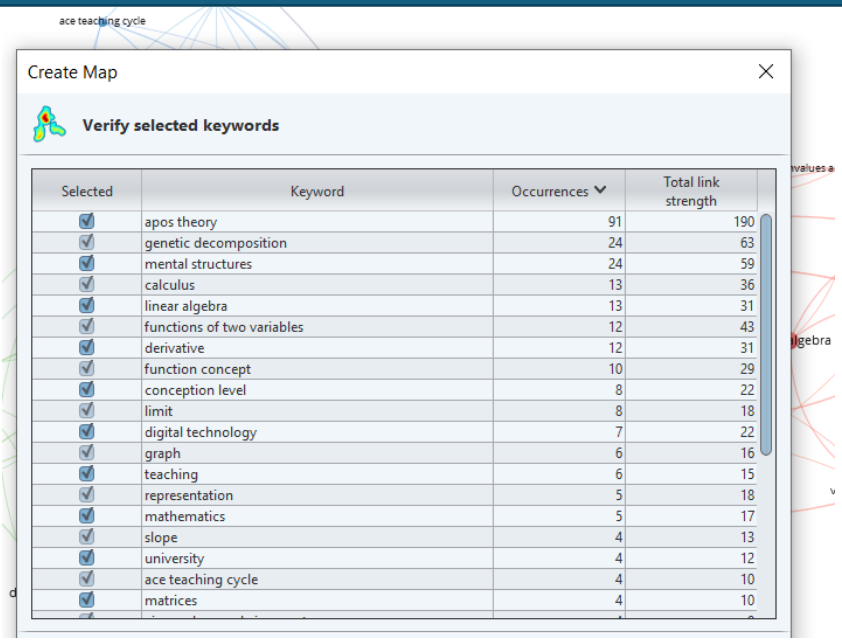
Şekil 14'de görüldüğü üzere bibliyografik eşleşmenin en fazla olduğu yayınlar sırasıyla 62 alıntı ile Trigueros (2010), 38 alıntı ile Çetin (2017) ve 37 alıntı ile Weller (2009) olmuştur. Toplam bağlantı gücünün en yüksek olduğu eserler ise Borji (2023), Venter (2020) ve Martinez-Planell (2012a) olmuştur. Bu yayınların bibloyografik eşleşme analizine dair oluşturulan ağ haritası Şekil 15'de sunulmuştur.



Şekil 15.Yayınların bibliyografik eşleşme bağları

Anahtar Sözcük Analizi (Co-occurence of All Keywords)

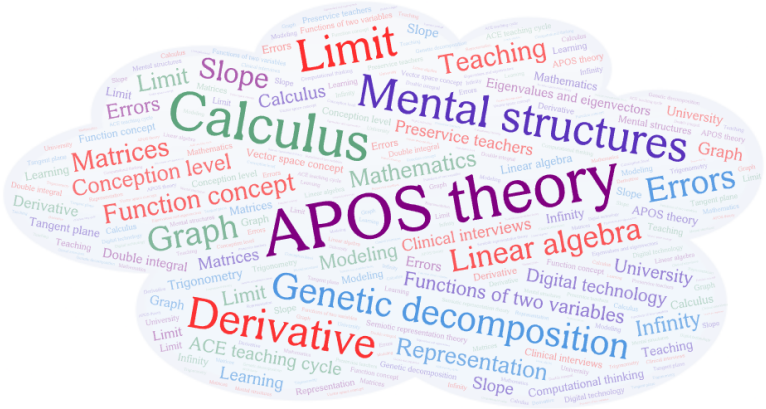
Mevcut araştırma kapsamındaki APOS teorisiyle ilgili yayınlarda en az 3 defa görülen ve aralarında ilişki bulunan 32 gözlem birimi ile yapılan analiz neticesinde toplam 7 küme, 155 bağlantı ve 379 toplam bağlantı gücü tespit edilmiştir. Anahtar kelimelere dair yapılan analiz Şekil 16'da sunulmuştur.



Selected	Keyword	Occurrences	Total link strength
☑	apos theory	91	190
☑	genetic decomposition	24	63
☑	mental structures	24	59
☑	calculus	13	36
☑	linear algebra	13	31
☑	functions of two variables	12	43
☑	derivative	12	31
☑	function concept	10	29
☑	conception level	8	22
☑	limit	8	18
☑	digital technology	7	22
☑	graph	6	16
☑	teaching	6	15
☑	representation	5	18
☑	mathematics	5	17
☑	slope	4	13
☑	university	4	12
☑	ace teaching cycle	4	10
☑	matrices	4	10

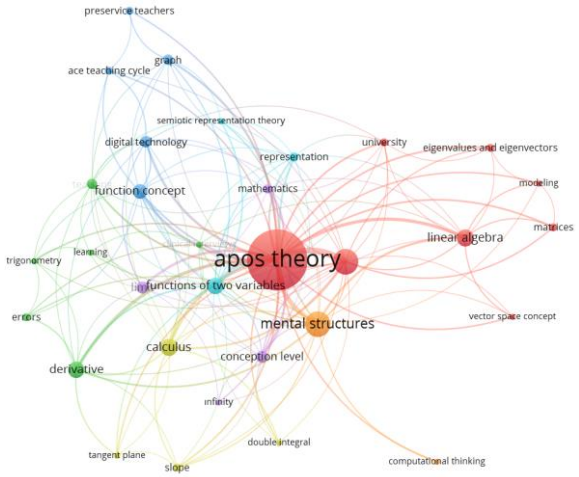
Şekil 16. Anahtar sözcük analizi

Şekil 16 incelendiğinde, APOS teorisi ile ilgili yayınlarda en sık kullanılan anahtar sözcüklerin 91 tekrar ile APOS theory (APOS teorisi), 24 tekrar ile genetic decomposition (genetik çözümleme) ve mental structures (bilişsel yapılar) ifadeler olduğu görülmektedir. Toplam bağlantı gücü açısından en güçlü ifadeler benzer şekilde APOS theory ve genetic decomposition olmuştur. Bu bulgulardan hareketle oluşturulan kelime bulutu Şekil 17'de verilmiştir.



Şekil 17. Kelime bulutu

Şekil 17 incelendiğinde APOS teorisiyle ilgili başta teorinin ismi olmak üzere farklı anahtar kelimeler kullanıldığı vede bu anahtar kelimelerin çoğunluğunun matematik ile ilgili terimler olduğu görülmektedir. Bu alt başlık altında son olarak ilgili yayınlarda anahtar kelimeler arasındaki bağlantılardan hareketle oluşturulan ağ haritası Şekil 18'de verilmiştir.



Şekil 18. En sık kullanılan anahtar kelime bağları

SONUÇ

Bu araştırmada, Web of Science veri tabanında APOS teorisi ile ilgili 2007-2024 aralığında yayınlanmış 107 çalışmayı bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda Vosviewer ile Bibloshyine yazılımları kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda; bu konuya olan ilginin özellikle son 10 yılda yüksek seviyelerde seyrettiği ve de yayın sayısının 2019 yılında zirveye çıktığı; en fazla yayının "Education Educational Research" alanında olduğu ve de bu konuda en fazla çalışmaya ve atıfa sahip kaynağın (derginin) "Journal of Mathematical Behavior" olduğu görülmüştür. "İnternational Journal of Mathematical Education in Scienceand Technology" ve "Educational studies in Mathematics" dergileri ise makale sıralamasında ikinci ve üçüncü sırada iken atıf sırasında ise bu durumun paralellik göstermediği ikinci ve üçüncü sırayı "Educational Studies in Mathematics" ve "African Journal of Research in Mathematics Science and Technology Education" dergilerinin oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

APOS teorisi ile ilgili yayın yazarlarının çalıştığı kurumlara göre dağılımında ABD, Meksika ve G. Afrika'da bulunan üniversite ve araştırma kurumlarının ön plana çıktığı özellikle ABD'ye bağlı özerk Porto Rico'da yer alan University of Puerto Rico (n=21) ile University of Puerto Rico Mayaguez (n=20), bu alanda en çok katkı sağlayan kurumlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ülkelerin atıf analiz sonuçları da ulaşılan bu sonucu desteklemektedir. Yani hem atıf sayısı bakımından hem de toplam bağlantı gücü bakımından hem de yayınların ülkelere göre dağılımda ABD, Meksika ve Güney Afrika ilk üçte yer almaktadır. Bu üç ülkenin ilk sırada olmasının olası sebebinin; APOS teorisini kullanarak araştırmalar yapmak amacıyla 1990'larda ABD'de teorinin kurucusu Dubinsky tarafından oluşturulan aynı zamanda teorinin yaygınlaşmasında önemli bir pay sahibi olan "RUMEC" grubunun dağılmasından sonra grup

üyelerinin ismi geçen ülkelerde bulunan kurumlarda araştırmalarını sürdürmeleri olarak düşünülmektedir (Dubinsky, 1997).

Mevcut araştırmada yayınların yazarlara göre değerlendirilmesi sonucunda en fazla yayına sahip araştırmacıların sırasıyla Maria Trigueros ile Rafael Martinez-Planell'in oldukları görülmüştür. Bu yazarlar aynı zamanda en bağlantılı ve de bibliyografik eşleşmenin en fazla olduğu yazarlardır. En fazla ortak atıf yapılan yazarlar sırasıyla Dubinsky, Asiala ve Trigueros olduğu ulaşılan diğer bir sonuçtur. En çok atıf alan yayınların; Trigueros ve Martínez-Planell'in (2010) "Geometrical representations in the learning of two-variable functions" isimli çalışmanın, ikinci sırada ise Cetin ve Dubinsky'e (2017) ait "Reflective abstraction in computational thinking" adlı çalışmanın olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

APOS teorisi ile ilgili WoS'taki dergilerde yayınlanan çalışmalardaki anahtar kelimelere dair yapılan analizlerde, en fazla tekrar eden sözcüklerin "APOS theory (APOS teorisi)", "Genetic decomposition (genetik çözümleme)" ve "mental structures (bilişsel yapılar)" olduğu görülmüştür. APOS teorisinin özünü yansıtan bu anahtar kelimelerin en çok tekrar etmesi beklendik bir durum olduğu aynı zamanda bu konuda çalışma yapan araştırmacıların da bu durumun farkında olup teorinin özünü yansıtmaya çalıştıklarının yanısıra aynı zamanda ve de teorinin tutarlılığının da birer göstergesi olarak kabul edilip değerlendirilebilir.

Mevcut araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Bu sınırlılıklardan en önemlisinin yanlızca Web of Science veritabanında yer alan dergilerde yayınlanmış çalışmaların araştırma kapsamına dahil edilmesi ve de bu çalışmalar üzerinden biblometrik analizlerin gerçekleştirilmesinin olduğu düşünülmektedir. Bundan sonraki süreçte bu sınırlılığı aşmak amacıyla Web of Sciencenin yanı sıra SCOPUS gibi veri tabanlarında yer alan dergilerde yayınlanan çalışmalarda araştırma kapsamına dahil edilebilir. Diğer bir sınırlılık ise analizlerde kullanılan yazılımlar konusudur. Araştırma kapsamında Voswiever ile Biblioshiyn yazılımlarından yararlanılmış bu yazılımların gerçekleştirebildiği analizler yapılmıştır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda bunların yanı sıra araştırmanın amacı doğrultusunda SciMat, BibExcel, Pajek, CiteSpace gibi yazılımlar kullanılarak araştırma kapsamındaki çalışmalar farklı açılardan incelenerek daha zengin bulgulara ve sonuçlara ulaşılabilir.

KAYNAKÇA

Akkaya, R. (2010). Olasılık ve istatistik öğrenme alanındaki kavramların gerçekçi matematik eğitimi ve yapılandırmacılık kuramına göre bilgi oluşturma sürecinin incelenmesi [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Uludağ Üniversitesi.

Altun, M., & Yılmaz, A. (2010). Lise öğrencilerinin parçalı fonksiyon bilgisini oluşturma ve pekiştirme süreci. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*(1), 311-337.

Arnawa, I. (2010). Mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam memvalidasi bukti pada aljabar abstrak melalui pembelajaran berdasarkan teori APOS. *Jurnal Matematika & Sains, 14*(2), 62-68.

Arnon, I., Cottrill, J., Dubinsky, E., Oktac, A., Fentes, S. R., Trigueros, M., & Weller, K. (2014). *APOS theory: A framework for research and curriculum development in mathematics education.* Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7966-6

Asiala, M., Brown, A., DeVries, D., Dubinsky, E., Mathews, D., & Thomas, K. (1996). A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education. In J. Kaput, A. H. Schoenfeld, & E. Dubinsky (Eds.), *Research in collegiate mathematics education II* (pp. 1-32). American Mathematical Society. https://doi.org/10.1090/cbmath/006/01

Aydın, N. (2024). Bibliyometrik analiz nasıl yapılır: Genel bakış. *Balkan & Near Eastern Journal of Social Sciences (BNEJSS), 10*.

Borji, V., & Voskoglou, M. G. (2017). Designing an ACE approach for teaching the polar coordinates. *American Journal of Educational Research, 5*(3), 303-309. https://doi.org/10.12691/education-5-3-11

Cetin, I., & Dubinsky, E. (2017). Reflective abstraction in computational thinking. *The Journal of Mathematical Behavior, 47*, 70-80.

Chen, H., Tsang, Y. P., & Wu, C. H. (2023). When text mining meets science mapping in the bibliometric analysis: A review and future opportunities. *International Journal of Engineering Business Management, 15* (January), 1–15. https://doi.org/10.1177/18479790231222349

Cottrill, J., Dubinsky, E., Nichols, D., Schwingendorf, K., Thomas, K., & Vidakovic, D. (1996). Understanding the limit concept: Beginning with a coordinated process scheme. Journal of Mathematical Behavior, 15(2), 167-192. https://doi.org/10.1016/S0732-3123(96)90015-2

Dirik, D., Eryılmaz, İ., & Erhan, T. (2023). Post-truth kavramı üzerine yapılan çalışmaların VOSviewer ile bibliyometrik Analizi. *Sosyal Mucit Academic Review, 4*(2), 164-188. https://doi.org/10.54733/smar.1271369

Dubinsky, E. (1991). Constructive aspects of reflective abstraction in advanced mathematics. *Epistomological Foundations of Mathematical Experience*, 160-202. Springer.

Dubinsky, E. (1997). Research in undergraduate mathematics education: A way to get started. MAA Online. https://www.maa.org/rume-a-way-to-get-started

Dubinsky, E. (2020). Actions, processes, objects, schemas (APOS) in mathematics education. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 16-19). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_3

Dubinsky, E., & McDonald, M. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. In D. Holton (Ed.), *The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study*, 273-280. Springer. https://doi.org/10.1007/0-306-47231-7_25

Dubinsky, E., Weller, K., Stenger, C., & Vidakovic, D. (2008). Infinite iterative processes: The tennis ball problem. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, *1*(1), 99-121.

Ertekin, E. (2016). İşlemsel ve yapısal kavrayış teorisi. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ.Ö. Zembat (Editörler), *Matematik eğitiminde teoriler içinde* (ss. 149-162). Pegem Akademi.

Gerçek, M., & Gerçek, R. G. (2022). İnsan kaynakları yönetimi çalışmalarının bibliyometrik analizi (2017-2022). *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 15*(4), 816–832.

Jaradat, Y., Alia, M., Masoud, M., Manasrah, A., Jebreil, I., Garaibeh, A., & Al-Arasi, S. (2022). A bibliometric analysis of the international journal of advances in soft computing and its applications: research influence and contributions. *International Journal of Advances in Soft Computing & Its Applications, 14(*2), 167-184. https://doi.org/10.15849/IJASCA.220720.12

Khalil, G. M., & Crawford, C. A. G. (2015). A bibliometric analysis of US-based research on the behavioral risk factor surveillance system. *American Journal of Preventive Medicine, 48*(1), 50–57. https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.08.021

Ningsih, Y. L. (2016). Kemampuan pemahaman konsep matematika mahasiswa melalui penerapan lembar aktivitas mahasiswa (lam) berbasis teori APOS pada materi turunan. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika, 6*(1). https://doi.org/10.22437/edumatica.v6i01.2994

Oktaç A., & Çetin İ. (2016). APOS teorisi ve matematiksel kavramların öğrenimi. E. Bingölbali, S. Arslan ve İ.Ö. Zembat (Editörler), *Matematik eğitiminde teoriler içinde* (ss. 163-182). Pegem Akademi.

Oktaç, A. (2022). What's new with APOS theory? A look into levels and Totality. *AIEMAvances de Investigación en Educación Matemática, 21*(1), 9-21. https://doi.org/10.35763/aiem21.4245

Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics? *Journal of Documentation. 25*(4), 348-349. https://doi.org/10.1108/eb026482

Şefik, Ö., Erdem Uzun, Ö., & Dost, Ş. (2021). Content analysis of the APOS theory studies on mathematics education conducted in Turkey and internationally: A meta-synthesis study. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education, 15*(2), 404-428. https://doi.org/10.17522/balikesirnef.1020526

Trigueros, M., & Martínez-Planell, R. (2010). Geometrical representations in the learning of two-variable functions. *Educational studies in mathematics, 73*, 3-19.

Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics, 84*(2), 523–538.

Weller, K., Arnon, I., & Dubinsky, E. (2009). Preservice teachers' understanding of the relation between a fraction or integer and its decimal expansion. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 9*(1), 5-28. https://doi.org/10.1080/14926150902817381

DUYGUSAL ZEKA İLE ZİHİNSEL ANTRENMAN İLİŞKİSİ: BEDENSEL ENGELLİ SPORCULAR ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Gönül TEKKURŞUN DEMİR
Independent researcher, Abu Dhabi, UAE,
ORCID: 0000-0002-2451-5194
Mehmet Emin OSMANAĞAOĞLU
Gazi University, Faculty of Sport Sciences, Physical Education and Sports Teaching, 06500 Ankara
Batuhan BATU
Kafkas University, Kağızman Vocational School, Department of Sports Management, 36700 Kağızman, Kars
ORCID: 0000-0003-0157-1027

ÖZET

Araştırmada bedensel engelli sporcuların duygusal zekâ düzeyi ile zihinsel antrenman düzeyi arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada nicel araştırma metodu kullanılmıştır. Ayrıca ilişkisel tarama yönteminden yararlanılmıştır. Araştırmaya Türkiye Bedensel Engelliler Spor Federasyonu'na bağlı, farklı spor dallarında müsabakalara katılan 49'u kadın, 65'i erkek olmak üzere toplam 114 milli sporcu katılmıştır. Araştırmada veriler kişisel bilgi formu, "Duygusal Zekâ Envanteri" ve "Sporda Zihinsel Antrenman Envanteri" ile toplanmıştır. Duygusal zekâ envanteri başkalarının duygularını değerlendirme (BDD), kendi duygularını değerlendirme (KDD), duyguları düzenleme (DD), sosyal beceriler (SB) ve duyguların kullanımı (DK) alt boyutlarından oluşmaktadır. Zihinsel antrenman envanteri ise zihinsel temel beceriler, zihinsel performans becerileri, kişiler arası beceriler, kendinle konuşma, zihinsel canlandırma alt boyutlarından oluşmaktadır. Verilerin analizinde ilişkisel tarama modelinden yararlanılmıştır. Araştırma sonucunda zihinsel temel beceriler alt boyutu ile BDD, KDD, DD, SB arasında ve DK arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Zihinsel performans beceriler alt boyutu ile BDD, KDD, DD, SB ve DK arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Kişilerarası beceriler alt boyutu ile BDD, KDD, DD, SB ve DK arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Kendinle konuşma alt boyutu ile BDD, KDD, DD, SB ve DK arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Zihinsel canlandırma alt boyutu ile BDD, KDD, DD, SB ve DK arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bedensel engelli sporcu, duygusal zekâ, sporcu, zihinsel antrenman

THE RELATIONSHIP BETWEEN EMOTIONAL INTELLIGENCE AND MENTAL TRAINING: A STUDY ON ATHLETES WITH PHYSICAL DISABILITIES

ABSTRACT

The research aims to determine the relationship between the emotional intelligence level and the mental training level of physically disabled athletes. In addition, the relational scanning method was used. Elite athletes competing in different sports branches affiliated with the Turkish Physically Disaabled Sports Federation participated in the study. Accordingly, a total of 114 national athletes, 49 women and 65 men, participated in the study. Data were collected using a personal information form, the "Emotional Intelligence Inventory," and the "The Sport Mental Training Questionnaire." The Emotional Intelligence Inventory comprises five sub-dimensions: evaluating others' emotions (EOE), evaluating one's own emotions (EOE-S), emotion regulation (ER), social skills (SS), and the utilization of emotions (UE). The Mental Training in Sports Inventory consists of sub-dimensions related to basic mental skills, mental performance skills, interpersonal skills, self-talk, and mental imagery. The correlational survey model was utilized for data analysis. The findings revealed a significant positive relationship between the basic mental skills sub-dimension and EOE, EOE-S, ER, SS, and UE. Similarly, a significant positive relationship was found between the mental performance skills sub-dimension and EOE, EOE-S, ER, SS, and UE. The interpersonal skills sub-dimension also demonstrated a significant positive relationship with EOE, EOE-S, ER, SS, and UE. Additionally, the self-talk sub-dimension was positively and significantly associated with EOE, EOE-S, ER, SS, and UE. Lastly, a significant positive relationship was identified between the mental imagery sub-dimension and EOE, EOE-S, ER, SS, and UE.

Keywords: Physically disabled athlete, emotional intelligence, athlete, mental training

OKUMA ÇEMBERİ YÖNTEMİNİN İLKOKUL ÜÇÜNCÜ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN OKUDUĞUNU ANLAMA BAŞARILARINA, OKUMA MOTİVASYONLARINA VE OKUMA TUTUMLARINA ETKİLERİ

Özge GÜRLEYÜK KOÇ
Milli Eğitim Bakanlığı, 45800, Saruhanlı, Manisa
ORCID: 0009-0006-9238-8875
Dr. Barış KALENDER
Gaziantep University, Faculty of Education, Department of Primary School Education, 27310, Şehitkamil, Gaziantep
ORCID: 0000-0002-4175-7099

ÖZET

Bu araştırmada okuma çemberi yönteminin ilkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin okuduğunu anlama başarılarına, okuma motivasyonlarına ve okuma tutumlarına etkilerini ortaya koymak amaçlanmıştır. Araştırma 2024-2025 eğitim öğretim yılı ikinci döneminde Manisa İli Saruhanlı ilçesine bağlı bir devlet okulunda üçüncü sınıflarda öğrenim gören 66 öğrenci ile gerçekleştirilmektedir. Araştırmada karma yöntem desenlerinden açımlayıcı sıralı desen kullanılmıştır. Araştırmanın nicel boyutu ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel model ile nitel boyutu ise durum araştırması olarak desenlenmiştir. Araştırmanın nicel verilerinin elde edileceği katılımcı grubu random şekilde küme örnekleme yöntemiyle araştırma yapılan okulun üçüncü sınıflarından iki şube olarak belirlenmiştir. Nitel verilerinin elde edileceği katılımcı grubunu, araştırmanın deney grubu arasından amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemiyle belirlenmiş 9 öğrenci oluşturacaktır. Nitel verilerinin elde edileceği katılımcıların belirlenmesi sürecinde; okuduğunu anlama başarı testinden yüksek, orta ve düşük puan almış üçer kişi olması ve bu dokuz öğrencinin deneysel uygulamaların tamamına katılmış olması kriter olarak belirlenmiştir. Deneysel sürecin 12 hafta sürmesi beklenmektedir. Öğretim süreci deney grubunda okuma çemberi yöntemiyle zenginleştirilerek, kontrol grubunda ise mevcut Türkçe öğretim programına göre sürdürülmektedir. Nicel verileri elde etmek amacıyla "Okuduğunu Anlama Başarı Testi", "Garfield Görselli 1-6. sınıflar için Okumaya Yönelik Tutum Ölçeği" ve "Okuma Motivasyonu Ölçeği" kullanılacaktır. Elde edilen nicel veriler deney ve kontrol grubu test sonuçlarını karşılaştırmak amacıyla istatistiksel olarak bağımsız gruplar t-testi yapılarak analiz edilecektir. Nitel veriler "Deneysel Uygulamaları ve Bireysel Gelişimi Değerlendirme Formu" ile elde edilerek içerik analiziyle çözümlenecektir.

Anahtar Kelimeler: Okuma çemberi, okuduğunu anlama başarısı, okuma motivasyonu, okuma tutumu

EFFECTS OF READING CIRCLE METHOD ON READING COMPREHENSION ACHIEVEMENTS, READING MOTIVATIONS AND READING ATTITUDES OF PRIMARY SCHOOL THIRD GRADE STUDENTS

ABSTRACT

This study aims to reveal the effects of the literature cir cle method on the reading comprehension success, reading motivation and reading attitudes of third-grade primary school students. The study is being conducted in the second semester of the 2024-2025 academic year with 66 third-grade students studying at a state school in Saruhanlı district of Manisa Province. The explanatory sequential design from mixed method designs was used in the study. The quantitative dimension of the study was designed as quasi-experimental model with a pre-test-post-test control group. The qualitative dimension was designed as a case study. The participant group from which the quantitative data of the study will be obtained was randomly determined as two branches from the third grades of the school where the study was conducted by cluster sampling method. The participant group from which the qualitative data will be obtained will consist of 9 students determined from the experim ental group of the study by criterion sampling method from purposeful sampling methods. In the process of determining the participants from whom the qualitative data will be obtained; it was determined as a criterion that there should be three people who received high, medium and low scores from the reading comprehension achievement test and that these nine students participated in all experimental applications. The experimental process is expected to last for 12 weeks. While the teaching process is enriched with the literature circle method in the experimental group, it continues according to the current Turkish curriculum in the control group. In order to obtain quantitative data, “Reading Comprehension Achievement Test”, “Garfield Visual Attitude Scale Towards Reading for 1-6th grades” and “Reading Motivation Scale” will be used. The obtained quantitative data will be analyzed statistically by conducting an independent groups t-test in order to compare the test results of the experimental and control groups. Qualitative data will be obtained with the “Experimental Applications and Individual Development Evaluation Form” and then it will be analyzed with content analysis.

Keywords: Literature circles, reading comprehension achievements, reading motivations, reading attitudes

HAYAT BİLGİSİ DERSİNDE ÇOCUKLAR İÇİN FELSEFE (P4C) UYGULAMASININ YARATICI DÜŞÜNME BECERİLERİNE ETKİSİ*

Erdin GÜLEÇ
Gaziantep University, Institute of Education Science, Primary School Education Department, 27310 Şehitkamil, Gaziantep
ORCID: 0009-0007-4310-3754
Dr. Barış KALENDER
Gaziantep University, Institute of Education Science, Primary School Education Department, 27310 Şehitkamil, Gaziantep
ORCID: 0000-0002-4175-7099

ÖZET

Bu araştırmada, Hayat Bilgisi dersinde Çocuklar İçin Felsefe (P4C) uygulaması yapılarak öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerinin değişimi incelendi. İlkokul 3. Sınıf öğrencilerine yönelik yapılan çalışmada 10 hafta boyunca öğrencilere Hayat Bilgisi dersi içerisinde Çocuklar İçin Felsefe (P4C) uygulaması yapılarak öğrencilerdeki yaratıcı düşünme becerilerinin değişimi incelenmiştir. Karma yöntem ile yürütülen araştırmanın deseni açıklayıcı sıralı desendir. Nicel kısmı ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desendir. Veri toplama aracı Torrance Yaratıcı Düşünme Testi (TYDT) A-B Formu deney ve kontrol grubuna ön test ve son test olarak uygulandı. Araştırmanın nitel kısmında ise yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanıldı. Çocuklar İçin Felsefe (P4C) uygulamasına başlamadan önce deney ve kontrol grubuna ön test olarak Torrance Yaratıcı Düşünme Testi (TYDT) A Formu yapıldı. Kontrol grubuna müdahale edilmeden deney grubuna 10 hafta süresince haftada bir ders saati Çocuklar İçin Felsefe (P4C) uygulaması yapıldıktan sonra son test olarak Torrance Yaratıcı Düşünme Testi (TYDT) B Formu yapıldı. Analiz sonuçlarının deney grubu öğrencilerinin hem kontrol grubuna hem de ön testlerine göre pozitif yönde değişim göstermesi beklenmektedir. Araştırmanın nitel kısmında öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşme yapıldı. Bu görüşmeler deney grubu öğrencileri ile gerçekleştirildi. Uygulamanın etkililiği ile öğrencilerin kendilerinde ve arkadaşlarında bir değişim olup olmadığına dair cevaplar arandı. Görüşmelerin nicel verilerin yorumlanmasına katkı sağlaması amaçlanmıştır. Bu araştırmada, Çocuklar İçin Felsefe (P4C) uygulamasının öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini önemli ölçüde geliştirmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hayat Bilgisi, Çocuklar İçin Felsefe, P4C, yaratıcılık, yaratıcı düşünme becerileri, karma yöntem

*****Bu çalışma Hayat Bilgisi Dersinde Çocuklar İçin Felsefe (P4c) Uygulamasının Yaratıcı Düşünme Becerilerine Etkisi başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

ABSTRACT

In this study, the change in students' creative thinking skills was analysed by implementing Philosophy for Children (P4C) in the Life Science course. In the study conducted for 3rd grade primary school students, Philosophy for Children (P4C) was applied to students in the Life Science course for 10 weeks and the change in creative thinking skills of students was examined. The design of the research conducted with mixed method is explanatory sequential design. The quantitative part is a quasi-experimental design with pre-test post-test control group. Data collection tool Torrance Creative Thinking Test (TTCT) Form A-B was applied to the experimental and control groups as pre-test and post-test. In the qualitative part of the study, a semi-structured interview form was used. Torrance Creative Thinking Test (TTCT) Form A was administered to the experimental and control groups as a pre-test before the Feslefe for Children (P4C) intervention. Torrance Creative Thinking Test (TTCT) Form B was administered to the experimental group as a post-test after Philosophy for Children (P4C) was implemented for one class hour per week for 10 weeks without intervening in the control group. The results of the analysis are expected to show a positive change in the experimental group students compared to both the control group and the pre-tests. In the qualitative part of the study, semi-structured interviews were conducted with the students. These interviews were conducted with the experimental group students. Answers were sought about the effectiveness of the application and whether there was a change in the students themselves and their friends. The interviews were intended to contribute to the interpretation of the quantitative data. In this study, the Philosophy for Children (P4C) implementation is expected to significantly improve students' creative thinking skills.

Keywords: Life Science, Philosophy for Children, P4C, creativity, creative thinking skills, mixed method

BAKTERİYOSİN F21'in ÇEŞİTLİ GIDA MATRİSLERİNDE PATOJENİK VE BOZUCU BAKTERİLERE KARŞI BİYOPREZERVATİF POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Ghita BENKIRANE
Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer BP 2202, Fez, Morocco.
ORCID: 0000-0003-2570-420X
Laila MANNI
Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer BP 2202, Fez, Morocco.
ORCID: 0000-0002-7934-4636
Emilie DUMAS
Laboratoire d'Automatique, de Génie des Procédés et de Génie Pharmaceutique. Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS 5007, 69622 Villeurbanne, France.
ORCID: 0000-0002-0885-9341
Adem GHARSALLAOUI
Laboratoire d'Automatique, de Génie des Procédés et de Génie Pharmaceutique. Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS 5007, 69622 Villeurbanne, France.
ORCID: 0000-0001-6000-1994
Samir ANANOU
Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer BP 2202, Fez, Morocco.
ORCID: 0000-0002-9468-8250

ÖZET

Laktik asit bakterileri (LAB) ve bunların bakteriyosinleri, geleneksel kimyasal koruyuculara doğal alternatifler olarak büyük ilgi görmüştür ve gıda ürünlerinin güvenliğini ve kalitesini korurken patojenleri ve bozucu mikroorganizmaları engellemek için umut verici bir çözüm sunmaktadır. Fas fermente sütü "Lben "den izole edilen bakteriyosin üreten bir LAB suşu olan *Enterococcus durans* F21, ısıya dayanıklı ve pH değişimlerine dirençli güçlü bir bakteriyosin benzeri madde üretmektedir. Bu madde, Listeria monocytogenes, Listeria innocua, Enterococcus faecalis, Brochothrix thermosphacta ve Mycobacterium smegmatis dahil olmak üzere bir dizi patojen ve bozulma bakterisine karşı etkili antimikrobiyal aktivite göstermiştir.

Gıda muhafazasındaki uygulamasını geliştirmek için Enterococcus durans F21'den elde edilen bakteriyosin benzeri madde, taşıyıcı olarak maltodekstrinler kullanılarak püskürtmeli kurutma yoluyla biyo-koruyucu bir toza dönüştürülmüştür. Bu toz form süt, Fas taze peyniri (Jben) ve kıyma dahil olmak üzere çeşitli gıda ürünlerine uygulanmıştır. Sonuçlar, bu gıda maddelerinin güvenliğini artırma ve raf ömrünü uzatma konusunda önemli bir kabiliyete sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Bu bulgular, *Enterococcus durans* F21 ve bakteriyosin benzeri maddesinin çok çeşitli gıda uygulamaları için çok yönlü ve etkili bir biyo-koruyucu olarak potansiyelinin altını çizmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bakteriyosin benzeri madde, Enterococcus durans, kıyma, Jben, laktik asit bakterileri, süt, sprey kurutma.

INVESTIGATION OF THE BIOPRESERVATIVE POTENTIAL OF BACTERIOCIN F21 AGAINST PATHOGENIC AND SPOILAGE BACTERIA ON VARIOUS FOOD MATRICES

ABSTRACT

Lactic acid bacteria (LAB) and their bacteriocins have gained significant attention as natural alternatives to traditional chemical preservatives, offering a promising solution to inhibit pathogens and spoilage microorganisms while maintaining the safety and quality of food products. *Enterococcus durans* F21, a bacteriocin-producing LAB strain isolated from Moroccan fermented milk "Lben," produces a potent bacteriocin-like substance that is heat-stable and resistant to pH variations. This substance has demonstrated effective antimicrobial activity against a range of pathogens and spoilage bacteria, including *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua*, *Enterococcus faecalis*, *Brochothrix thermosphacta*, and *Mycobacterium smegmatis*.

To enhance its application in food preservation, the bacteriocin-like substance from Enterococcus durans F21 was converted into a bio-preservative powder via spray-drying, using maltodextrins as carriers. This powdered form was applied to various food products, including milk, Moroccan fresh cheese (Jben), and ground meat. The results revealed its significant ability to improve safety and extend the shelf life of these food items.

These findings underscore the potential of Enterococcus durans F21 and its bacteriocin-like substance as a versatile and effective bio-preservative for a broad range of food applications.

Key words: Bacteriocin, Bio-preservation, *Enterococcus durans*, Ground beef, Fresh cheese, Lactic acid bacteria, Milk, Spray-drying.

MİKROKAPSÜLLENMİŞ PROBİYOTİK *Enterococcus durans* F21'in GIDALARDAKİ PATOJEN VE BOZUCU MİKROORGANİZMALARA KARŞI DEĞERLENDİRİLMESİ

Ghita BENKIRANE
Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer BP 2202, Fez, Morocco.
ORCID: 0000-0003-2570-420X
Laila MANNI
Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer BP 2202, Fez, Morocco.
ORCID: 0000-0002-7934-4636
Emilie DUMAS
Laboratoire d'Automatique, de Génie des Procédés et de Génie Pharmaceutique. Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS 5007, 69622 Villeurbanne, France.
ORCID: 0000-0002-0885-9341
Adem GHARSALLAOUI
Laboratoire d'Automatique, de Génie des Procédés et de Génie Pharmaceutique. Université Claude Bernard Lyon 1, CNRS 5007, 69622 Villeurbanne, France.
ORCID: 0000-0001-6000-1994
Samir ANANOU
Laboratoire de Biotechnologie Microbienne et Molécules Bioactives, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route Immouzer BP 2202, Fez, Morocco.
ORCID: 0000-0002-9468-8250

ÖZET

Mikroenkapsülasyon, probiyotikler ve antimikrobiyal ajanlar gibi biyoaktif bileşiklerin gıda sistemlerindeki stabilitesini ve etkinliğini arttırmak için değerli bir tekniktir. Bu çalışmada, geleneksel Fas fermente sütünden elde edilen probiyotik bir tür olan *Enterococcus durans* F21'in taze peynir ve kıymada doğal bir biyo-koruyucu olarak potansiyeli araştırılmıştır.

Araştırma, mikrokapsüllenmiş F21'in peynirdeki gıda kaynaklı patojenlere (Listeria monocytogenes, Salmonella enterica, Staphylococcus aureus) ve etteki bozulma bakterilerine (Brochothrix thermosphacta, koliformlar) karşı antimikrobiyal etkinliğini değerlendirmiştir. Sonuçlar, 15 gün sonra peynirdeki patojenlerde 3 Log CFU/g'a varan azalma ve 12 gün sonra etteki bozulma bakterilerinde 2 Log CFU/g azalma ile bakteri sayımlarında önemli düşüşler olduğunu göstermiştir. Kapsüllenmiş suş, depolama boyunca stabilitesini ve antimikrobiyal aktivitesini korumuştur.

Bu bulgular, *E. durans* F21'in hem probiyotik hem de biyoprezervatif olarak ikili rolünü göstermekte ve süt ve et ürünlerinde gıda güvenliğini arttırmak ve raf ömrünü uzatmak için doğal ve etkili bir çözüm sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bakteriyosin, Biyo-koruma, Jben, kıyma, Lben, Mikroenkapsülasyon.

EVALUATION OF MICROENCAPSULATED PROBIOTIC *Enterococcus durans* F21 AGAINST PATHOGENIC AND SPOILAGE MICROORGANISMS IN FOODS

ABSTRACT

Microencapsulation is a valuable technique for enhancing the stability and effectiveness of bioactive compounds, such as probiotics and antimicrobial agents, in food systems. This study explored the potential of *Enterococcus durans* F21, a probiotic strain from traditional Moroccan fermented milk, as a natural biopreservative in fresh cheese and ground meat.

The research assessed the antimicrobial efficacy of microencapsulated F21 against foodborne pathogens in cheese (*Listeria monocytogenes, Salmonella enterica, Staphylococcus aureus*) and spoilage bacteria in meat (*Brochothrix thermosphacta*, coliforms). The results showed significant reductions in bacterial counts, with up to a 3 Log CFU/g reduction in pathogens in cheese after 15 days, and a 2 Log CFU/g reduction in spoilage bacteria in meat after 12 days. The encapsulated strain maintained its stability and antimicrobial activity throughout storage.

These findings demonstrate the dual role of *E. durans* F21 as both a probiotic and a biopreservative, offering a natural and effective solution for enhancing food safety and extending shelf life in dairy and meat products.

Keywords: Bacteriocin, Bio-preservation, Jben, ground meat, *Lben*, Microencapsulation

SMART CONTRACTS AND SUPPLY CHAINS: A REVIEW OF LEVERAGING BLOCKCHAIN FOR TRANSPARENCY AND EFFICIENCY

Habib Shehu Jibrin*
Department of Computer Science, Federal Polytechnic Kaltungo, Gombe State, Nigeria
Muhammad Kabir Idris
Dept. of Science Education, Faculty of Technology Education, Abubakar Tafawa Balewa University, Bauchi, Nigeria
Department of Information and Communication Technology, Federal Polytechnic Kaltungo, Gombe State, Nigeria
Usman Yahya Ibrahim
Department of Business Administration, Faculty of Art and Social Science, Gombe State University, Nigeria

Abstract

This study explores the transformative potential of smart contracts in enhancing operational efficiency and transparency within supply chains. By automating transactions and eliminating intermediaries, smart contracts—self-executing agreements encoded with specific terms—significantly streamline complex processes, leading to operational efficiency improvements of up to 30%. The integration of blockchain technology further bolsters accountability by providing a tamper-proof record of transactions, which is crucial as a significant percentage of consumers prefer businesses that demonstrate supply chain transparency. Real-time insights into supply chain activities enable stakeholders to monitor goods flow and ensure compliance with contractual obligations, particularly in critical sectors like food and pharmaceuticals. The findings indicate a 50% reduction in contract fulfillment disputes among businesses utilizing blockchain, fostering trust and collaboration among supply chain partners. Overall, the results underscore the necessity for companies to adopt smart contracts as a strategic response to the increasing demand for transparency and efficiency in a competitive market, ultimately enhancing customer satisfaction and trust.

Keywords: Smart Contracts, Blockchain Technology, Supply Chain Management, Transparency, Efficiency, Automation, Operational Challenges

1. Introduction

A key element of contemporary corporate operations is supply chain management (SCM), which includes organizing, carrying out, and overseeing supply chain operations in order to generate value, improve customer satisfaction, and gain a competitive edge (Ahmed et al., 2024; Christopher, 2016). Traditional supply chains, however, have a number of issues that reduce their efficacy and efficiency. Important problems include inadequate stakeholder communication, inefficiencies brought on by reliance on middlemen, and a lack of transparency, which can result in fraud and bad management (Kouhizadeh & Sarkis, 2018). The

World Economic Forum (2020) claims that these difficulties are made worse by disruptions like natural catastrophes, geopolitical conflicts, and worldwide pandemics, which expose the weaknesses of current supply chain systems. An inventive digital ledger system called blockchain technology presents a viable answer to a number of these issues. Real-time tracking of products and resources across the supply chain is made possible by blockchain, which offers a decentralized, transparent, and unchangeable record of transactions (Zhao, et al., 2019; Kamble et al., 2020). The potential of blockchain in supply chain management are further enhanced by smart contracts, which are self-executing agreements with the conditions of the agreement explicitly put into code. They guarantee that everyone abides by the terms that have been agreed upon, automate procedures, and eliminate the need for middlemen (Zheng et al., 2018). These characteristics have the potential to greatly increase supply chain stakeholders' trust and operational efficiency. This study's goal is to investigate how blockchain technology can be used to integrate smart contracts into supply chain management. It specifically seeks to determine the possible advantages and difficulties of implementing smart contracts, as well as how their use can improve operational effectiveness and transparency. This study aims to offer important insights into the revolutionary potential of smart contracts in resolving the persistent issues that traditional supply chains confront by looking at real-world applications and case studies.

2. Literature Review

Both researchers and industry professionals have shown a great deal of interest in the application of blockchain technology to supply chain management. The decentralized and unchangeable characteristics of blockchain technology offer a strong foundation for tackling the various issues that come with conventional supply chains. The research currently in publication identifies a number of crucial ways in which supply chain operations can be improved by blockchain (Prokofieva et al., 2019). Enhanced transparency is one of the main advantages of blockchain in supply chains. Blockchain enables real-time tracking of items, giving all parties involved access to a single source of truth about the location and status of objects (Dubey et al., 2019). Since every transaction is tracked and validated by several network nodes, it is practically impossible to change previous data without consensus, which reduces the danger of fraud and counterfeiting (Wang et al., 2019). Additionally, blockchain gives customers more insight into the supply chain, empowering them to base their decisions on ethical product sourcing (Kamble et al., 2020). Blockchain greatly improves supply chain efficiency in addition to transparency. Blockchain can simplify operations and lower transaction costs by automating transaction processes and eliminating the need for middlemen (Kouhizadeh

& Sarkis, 2018). For instance, automated adherence to contractual requirements is made possible by the implementation of smart contracts, which are self-executing agreements encoded into the blockchain. According to research by Xu et al. (2019), smart contracts can speed up transaction times and increase overall operational efficiency by removing delays brought on by manual processes and conflicts.

Additionally, smart contracts play a crucial role in building confidence throughout the supply chain, which goes beyond simple automation. According to Badi et al. (2020) and Chen et al. (2020), smart contracts have the ability to automatically enforce compliance, guaranteeing that all parties carry out their responsibilities without the need for mediation. This feature lowers the possibility of conflict and improves cooperation, making it especially useful in intricate supply chains with several stakeholders. Notwithstanding the encouraging advantages, the literature also points to difficulties in implementing blockchain technology and smart contracts. Widespread adoption may be hampered by problems like regulatory uncertainty, technological complexity, and the requirement for industry-wide standards (Wei et al., 2023; Saberi et al., 2019). Consequently, even if blockchain technology and smart contracts have a great deal of promise to revolutionize supply chains, more study is required to fully understand these issues and create implementation solutions.

3. Methodology

This section describes the study's research design, literature identification, data collection methods, and data analysis protocols.

3.1 Research Design

The study employs a thematic analysis approach, which is well-suited for examining and identifying patterns in qualitative data. Thematic analysis focuses on the experiences, perceptions, and implications collected from multiple sources, enabling a thorough understanding of the integration of smart contracts in supply chain management. This approach facilitates the identification of recurrent themes related to the advantages, disadvantages, operational effectiveness, and transparency of supply chain smart contract implementation.

3.2 Literature Identification

A comprehensive literature search was conducted, identifying 10,024 articles, of which 47 were included in the final review. The search strategy involved querying reputable databases such as Scopus, Web of Science, Google Scholar, Science Direct, and Emerald Insight. The inclusion criteria focused on peer-reviewed articles published between 2015 and 2024 that examined the use of blockchain technology and smart contracts in supply chains. Exclusion criteria included articles that did not provide empirical data or were not relevant to the research objectives.

3.3 Data Collection Methods

Data for this study was gathered from a range of reliable sources to ensure a robust basis for analysis. Peer-reviewed scholarly journals were the primary source of data. A review of articles published from 2015 to 2024 was conducted, emphasizing research on blockchain technology and smart contracts in supply chains. Reputable databases such as Scopus, Web of Science, Google Scholar, Science Direct, and Emerald Insight were used to source high-quality publications. Additionally, conference proceedings from events focused on supply chain management, blockchain technology, and digital transformation were reviewed to obtain perspectives from researchers and industry professionals. Industry reports from respected organizations, think tanks, and consulting firms were also included to provide insights into real-world applications, case studies, and market trends.

3.4 Search Strategy

The search strategy involved a systematic approach to identify relevant literature on the use of blockchain technology and smart contracts in supply chain management. The following steps outline the search strategy:

1. Database Selection

- Reputable databases such as Scopus, Web of Science, Google Scholar, Science Direct, and Emerald Insight were selected for the literature search, *Figure 1* illustrates the number of samples derived from each database.

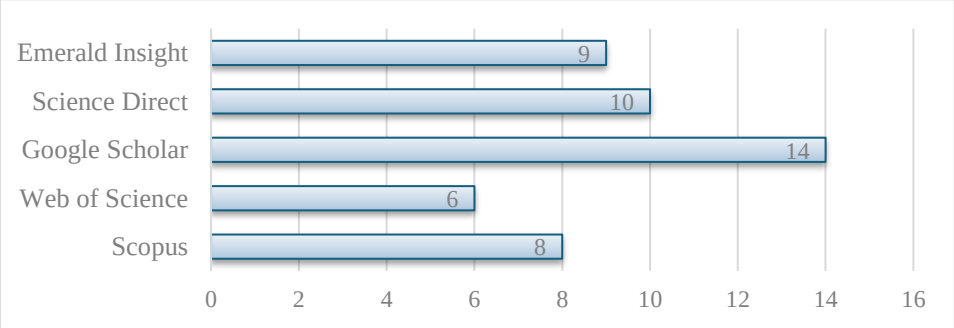


Figure 2. Inclusion based on the database

2. Keyword Identification

- Specific keywords and phrases related to blockchain, smart contracts, and supply chain management were identified. Examples of keywords used include "blockchain," "smart contracts," "supply chain management," "transparency," and "efficiency."

3. Boolean Operators

- Boolean operators (AND, OR, NOT) were used to refine the search results and ensure the inclusion of relevant studies. For example, the search query "blockchain AND smart contracts AND supply chain management" was used to narrow down the results.

4. Search Execution

- The search was conducted across multiple databases to capture a wide range of perspectives and findings. Each database was searched using the identified keywords and Boolean operators.

5. Initial Screening

- The initial search yielded 10,024 articles. Titles and abstracts were screened for relevance to the research objectives. Articles that did not meet the initial screening criteria were excluded, resulting in 8,500 unique articles (see Table 2).

6. Full-Text Review

- Full-text articles were assessed for eligibility. A total of 1,300 articles were reviewed in detail to determine their relevance and quality. Articles that did not provide empirical data or were not relevant to the research objectives were excluded.

7. Final Inclusion

- 47 articles met the inclusion criteria and were included in the final review. These articles provided empirical data and were relevant to the research objectives, focusing on the use of blockchain technology and smart contracts in supply chains.

3.5 Inclusion and Exclusion Criteria

Table 1 below illustrates the inclusion and exclusion criteria.

Table 1. Inclusion and Exclusion Criteria

Inclusion criteria	***Exclusion criteria***
Peer-reviewed articles published between 2015 and 2024.	Articles not providing empirical data.
Studies examining the use of blockchain technology and smart contracts in supply chains.	Studies not relevant to the research objectives.
Articles providing empirical data and relevant to the research objectives.	

3.6 PRISMA Flow Table

The PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) flow distribution table as illustrates the process of literature identification in Table 2, screening,

eligibility assessment, and inclusion. The following steps outline how the identified literature reached the inclusion of 47 articles.

Table 2. PRISMA Flow Distribution

1. Identification	A comprehensive search was conducted across multiple databases, including Scopus, Web of Science, Google Scholar, ScienceDirect, and EmeraldInsight.
	Keywords and phrases related to blockchain, smart contracts, and supply chain management were used.
	A total of 10,024 articles were identified through database searches.
2. Screening	Duplicates were removed, resulting in 8,500 unique articles.
	Titles and abstracts were screened for relevance to the research objectives.
	7,200 articles were excluded based on the initial screening criteria.
3. Eligibility	Full-text articles were assessed for eligibility.
	1,300 articles were reviewed in detail to determine their relevance and quality.
	1,253 articles were excluded based on predefined eligibility criteria, such as lack of empirical data or irrelevance to the research objectives.
4. Inclusion	47 articles met the inclusion criteria and were included in the final review.
	These articles provided empirical data and were relevant to the research objectives, focusing on the use of blockchain technology and smart contracts in supply chains.

3.7 Methods of Data Analysis

Thematic analysis was employed to analyze the data, as it has been used in the previous studies such as Mirzaei & Shokouhyar (2023), Ellram & Tate (2000), and Sodhi & Tang (2018).

1. Familiarization

- The researcher familiarized themselves with the gathered data through careful reading and re-reading of the articles.

2. Initial Coding

- Essential concepts and ideas related to efficiency, transparency, benefits, and challenges were identified and coded.
- Text passages reflecting significant themes were underlined and annotated.

3. Theme Building

- Patterns and connections among the initial codes were identified.
- Codes were grouped into broader themes that complemented the study's objectives.

4. Reviewing Themes

- Themes were reviewed to ensure they accurately reflected the data.
- The original data was re-examined to confirm the themes were supported by evidence.

5. Defining and Naming Themes

- Each theme was named and defined to summarize its main ideas.
- The themes clarified how they advanced the understanding of smart contract integration in supply chains.

6. Reporting

- The findings were synthesized into a coherent narrative.
- The narrative presented the themes in relation to the research objectives and questions.
- The challenges of implementing smart contracts and their potential to enhance supply chain operational efficiency and transparency were highlighted.

4. Results and Discussion

There is much promise for improving operational efficiency and transparency through the use of smart contracts in supply chains. By automating transactions and eliminating the need for middlemen, smart contracts as self-executing agreements with the terms of the contract explicitly put into code (Sharma, et al., 2020), simplify complicated procedures. This automation results in significant cost savings in addition to minimizing manual verification. For example, because smart contracts avoid the delays that come with standard contract execution techniques, companies that use them have experienced operational efficiency savings of up to 30% (Deloitte, 2023). Additionally, a tamper-proof record of transactions is made possible by the integration of blockchain technology, which improves supply chain partners' accountability. 62% of consumers are more inclined to make a purchase from businesses that exhibit supply chain transparency, according to Mohsen (2023) and Deloitte (2023), underscoring the growing significance of accountability in consumer decision-making. Transparency-wise, smart contracts give stakeholders real-time insight into supply chain activities, enabling them to monitor the flow of goods and confirm that contractual commitments are being met. This feature is especially important in sectors like food and medicines where traceability is critical. Because everyone has access to the same unchangeable data, a research found that businesses using blockchain for supply chain management saw a 50% decrease in contract fulfillment conflicts (Aditya et al., 2024; Dutta, et al., 2020; Smith & Johnson, 2022). Furthermore, supply chain actors develop closer bonds thanks to blockchain technology's collaborative character, which boosts profitability and creativity (Mahadevan et al., 2024; Brown, 2024). All things considered, the results highlight how implementing smart contracts helps firms succeed in a market that is becoming more and more competitive while also resolving long-standing issues in supply chain management.

4.1 Smart Contract Codes

A simple smart contract template that can be applied to supply chain management is shown in the code below. Depending on certain business demands and specifications, this template can be altered.

```solidity
pragma solidity ^0.8.0;

contract SupplyChainContract {
    address public owner;
    address public supplier;
    address public manufacturer;
    address public retailer;

    enum State { Created, InTransit, Delivered, Completed }
    State public state;

    event ContractCreated(address supplier, address manufacturer, address retailer);
    event ItemInTransit();
    event ItemDelivered();
    event ContractCompleted();

    constructor(address _supplier, address _manufacturer, address _retailer) {
        owner = msg.sender;
        supplier = _supplier;
        manufacturer = _manufacturer;
        retailer = _retailer;
        state = State.Created;

        emit ContractCreated(supplier, manufacturer, retailer);
    }

    modifier onlyOwner() {
        require(msg.sender == owner, "Not authorized");
        _;
    }

    modifier inState(State _state) {
        require(state == _state, "Invalid state");
        _;
    }

    function markInTransit() public onlyOwner inState(State.Created) {
        state = State.InTransit;
        emit ItemInTransit();
    }

    function markDelivered() public onlyOwner inState(State.InTransit) {
        state = State.Delivered;
        emit ItemDelivered();
    }

    function completeContract() public onlyOwner inState(State.Delivered) {
        state = State.Completed;
        emit ContractCompleted();
     }
}
```

The results of this study demonstrate the revolutionary potential of smart contracts in resolving common supply chain management problems, especially those pertaining to operational effectiveness and transparency. The documented 30% increase in operational efficiency is consistent with previous research that highlights how blockchain technology may expedite

procedures and shorten transaction times (Deloitte, 2023). In an environment where supply chain interruptions can result in large financial losses, this efficiency is essential. Furthermore, the 50% decrease in contract fulfillment issues highlights how well smart contracts work to build stakeholder confidence, which is essential for supply chain partnerships (Aditya et al., 2024; Huang et al., 2022; Smith & Johnson, 2022). There is agreement regarding the benefits of blockchain technology in supply chain operations when comparing these findings with the body of current literature. For example, a comprehensive review found that the decentralized structure and consensus procedures of blockchain greatly reduce the risks of fraud and data manipulation (Prokofieva et al., 2019). Additionally, a growing market need for ethical supply chain processes is seen in the 62% of customers who favor businesses that exhibit transparency (Deloitte, 2023), which emphasizes the necessity for stakeholders to embrace cutting-edge solutions like smart contracts (Müller, et al., 2022). There are significant practical ramifications for supply chain participants; businesses that use smart contracts can increase customer happiness and trust in addition to operational efficiency (Seifermann et al., 2023; Rejeb, et al., 2019). According to the literature, businesses hoping to stay competitive in a global market that is becoming more complex must embrace blockchain technology as a required progression rather than just a trend (Pal & Yasar, 2020; Queiroz, et al., 2019; Sengupta et al., 2019). As a result, the study's conclusions add to the continuing discussion on how important technology is to supply chain management's future.

4.2 Application of Blockchain Technology in Supply Chain Management

As shown in Table 3, the integration of blockchain technology and smart contracts into supply chain management has garnered significant attention in recent years, as evidenced by various studies that highlight their transformative potential. Saberi et al. (2019) emphasize that blockchain enhances supply chain efficiency by eliminating intermediaries and providing real-time visibility, which fosters trust among stakeholders. This sentiment is echoed by Wang et al. (2019), who note that blockchain significantly improves transparency and traceability, ultimately leading to enhanced stakeholder trust. Casino et al. (2019) further elaborate on the role of smart contracts in automating transactions and mitigating inefficiencies, addressing critical challenges such as counterfeit products and payment delays. This automation is crucial for improving operational efficiency, as highlighted by Korpela et al. (2017), who found that blockchain integration enhances overall operational effectiveness in supply chains.

Table 3. Application of Blockchain Technology in Supply Chains

Author(s)/Date/Title	Aim	Techniques	Findings
Saberi et al. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management.	To examine the impact of blockchain on supply chain efficiency, transparency, and innovation	Literature review, case studies, and pilot projects	Blockchain enhances efficiency by eliminating intermediaries, reducing paperwork, and providing real-time visibility. It ensures data integrity and transparency, fostering trust among stakeholders
Casino et al. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues.	To explore the application of blockchain technology in supply chain systems	Case studies, analysis of smart contract applications	Smart contracts automate transactions, mitigate inefficiencies, and enhance traceability and operational efficiency. They address challenges such as counterfeit products and payment delays.
Wang et al. (2019). Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?	To explore the transformative potential of blockchain technology in supply chains	Literature review, case studies, expert interviews	Blockchain technology can significantly enhance supply chain transparency, traceability, and efficiency, leading to improved trust among stakeholders.
Francisco & Swanson (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency.	To investigate the adoption of blockchain technology for supply chain transparency	Case studies, surveys, interviews	Blockchain technology improves supply chain transparency, reduces fraud, and enhances trust among stakeholders.
Korpela et al. (2017). Digital supply chain transformation toward blockchain integration.	To examine the digital transformation of supply chains through blockchain integration	Case studies, literature review, expert interviews	Blockchain integration in supply chains enhances transparency, traceability, and operational efficiency.
Tian (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things.	To develop a traceability system for food safety using blockchain and IoT	System development, case studies, expert interviews.	The traceability system improves food safety by enhancing transparency, traceability, and accountability in the supply chain.
Caro et al. (2018). Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation.	To implement a blockchain-based traceability system in the agri-food supply chain	System development, case studies, expert interviews	The blockchain-based traceability system enhances transparency, traceability, and accountability in the agri-food supply chain
Kamilaris et al. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains.	To explore the adoption of blockchain technology in agriculture and food supply chains	Literature review, case studies, expert interviews	Blockchain technology enhances transparency, traceability, and efficiency in agriculture and food supply chains.
Toyoda et al. (2017). A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain.	To develop a blockchain-based product ownership management system for anti-counterfeiting	System development, case studies, expert interviews	The blockchain-based system enhances product ownership management and reduces counterfeiting in the supply chain.

Abeyratne & Monfared (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger.	To explore the readiness of manufacturing supply chains for blockchain integration	Literature review, case studies, expert interviews	Blockchain technology enhances transparency, traceability, and efficiency in manufacturing supply chains
Kouhizadeh et al. (2020). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers	To explore the barriers to blockchain adoption in sustainable supply chains	Literature review, case studies, expert interviews	The main barriers to blockchain adoption in sustainable supply chains include technological complexity, regulatory issues, and lack of standardization
Groschopf et al. (2021). Smart Contracts for Sustainable Supply Chain Management: Conceptual Frameworks for Supply Chain Maturity Evaluation and Smart Contract Sustainability Assessment.	To explore the relationship between smart contracts and sustainability in supply chains	Content analysis, conceptual framework development	Smart contracts can contribute to the economic and social development of networked value chains and Society 5.0.
Alqarni et al. (2023). Use of Blockchain-Based Smart Contracts in Logistics and Supply Chains.	To explore the benefits, applications, and issues related to the usage of blockchain and smart contracts in logistics and supply-chain management	To explore the benefits, applications, and issues related to the usage of blockchain and smart contracts in logistics and supply-chain management	Blockchain technology enhances transparency, traceability, and efficiency in logistics and supply chains.
Bottoni et al. (2020). Intelligent Smart Contracts for Innovative Supply Chain Management.	To propose blockchains and smart contracts as enabling technologies for innovative supply chain management	Literature review, case studies, expert interviews	Intelligent smart contracts enhance collaboration, trust, and coordination in supply chains, leading to higher profitability and economic health.

In the context of food safety, Tian (2017) and Caro et al. (2018) demonstrate that blockchain-based traceability systems can significantly improve transparency and accountability, which are vital for ensuring food safety. Kamilaris et al. (2019) also support this notion, indicating that the adoption of blockchain in agriculture enhances traceability and efficiency, thereby addressing concerns related to food supply chains. However, the adoption of these technologies is not without challenges. Sacala, et al. (2022) and Kouhizadeh et al. (2020) identify barriers such as technological complexity and regulatory issues that hinder the widespread implementation of blockchain in sustainable supply chains. Despite these challenges, Groschopf et al. (2021) propose that smart contracts can contribute to the economic and social development of supply chains, suggesting a pathway for overcoming these barriers. Recent studies, such as those by Alqarni et al. (2023) and Bottoni et al. (2020), reinforce the notion that blockchain and smart contracts enhance transparency, traceability, and collaboration within

supply chains. These findings collectively underscore the potential of blockchain technology and smart contracts to revolutionize supply chain management by improving efficiency, trust, and accountability, while also highlighting the need for addressing existing barriers to adoption.

5. Conclusion

The substantial benefits of using smart contracts in supply chain management have been emphasized by this study, especially in terms of improving operational effectiveness and transparency. According to the research, companies that use smart contracts can increase operational efficiency by up to 30% and decrease contract fulfillment conflicts by 50%. These results highlight how smart contracts, which automate transactions and offer real-time operational visibility, have the potential to revolutionize conventional supply chain procedures. Additionally, the need for businesses to adopt cutting-edge technologies like smart contracts is highlighted by the growing consumer need for transparency, which is demonstrated by the 62% of consumers who prefer organizations that exhibit responsibility. A number of suggestions can be made to help supply chain management successfully implement smart contracts. First and foremost, companies want to fund training and development initiatives to give their employees the know-how to comprehend and successfully apply blockchain technology. In order to ensure interoperability across various platforms and systems, stakeholders must also work together to create standardized frameworks and protocols that regulate the use of smart contracts. This cooperative strategy can assist in reducing possible integration and scaling issues. Since the current literature frequently ignores these important factors, future research should concentrate on examining the organizational requirements and sustainability consequences of smart contracts. It would also be beneficial to look at how the deployment of smart contracts affects supply chain resilience and adaptability over the long run. Furthermore, empirical research looking at how smart contracts are really used in different industries may confirm their efficacy and reveal implementation best practices. Future studies can advance a more thorough comprehension of the function of smart contracts in contemporary supply chain management by tackling these topics.

References

Abeyratne, S. A., & Monfared, R. P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology, 5*(9), 1-10.

Aditya, K., Chakraborty, S., Dahire, A., & Milanova, M. (2024). Integrating Blockchain , IoT , and AI in Supply Chain Management. In *Springer Nature* (Issue September, pp. 237–264). https://doi.org/10.1007/979-8-8688-0315-4

Ahmed, A. A., Abdullahi, A. U., Gital, A. Y., & Dutse, A. Y. (2024). Application of Artificial Intelligence in Supply Chain Management: A Review on Strengths and Weaknesses of Predictive Modeling Techniques. *Scientific Journal of Engineering, and Technology*, *1*(2), 1–18. https://doi.org/https://doi.org/10.69739/sjet.v1i2.131

Alqarni, M. A., Alkatheiri, M. S., Chauhdary, S. H., & Saleem, S. (2023). Use of Blockchain-Based Smart Contracts in Logistics and Supply Chains. *Electronics, 12*(6), 1340.

Badi, S., Ochieng, E., Nasaj, M., & Papadaki, M. (2020). Technological , organisational and environmental determinants of smart contracts adoption : UK construction sector viewpoint. *Construction Management and Economics*, *0*(0), 1–19. https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1819549

Bottoni, P., Gessa, N., Massa, G., Pareschi, R., & Selim, H. (2020). Intelligent Smart Contracts for Innovative Supply Chain Management. *Frontiers in Blockchain, 3*, 535787.

Brown, T. (2024). The impact of blockchain on supply chain relationships. *Journal of Supply Chain Management*, 60(1), 45-60.

Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., & Giaffreda, R. (2018). Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. *Proceedings of the 2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture - Tuscany (IOT Tuscany)*, 2018.

Casino, F., Dasaklis, T. K., & Patsakis, C. (2019). A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics, 36*, 55-81.

Chen, Y., Xu, Y., & Zhang, H. (2020). The role of smart contracts in supply chain management: A review and future research directions. *International Journal of Production Research*, 58(19), 5832-5844. https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1746805

Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management* (5th ed.). Pearson Education.

Deloitte. (2023). *2023 Global blockchain survey: The future of blockchain in supply chains*. Deloitte Insights.

Kouhizadeh, M., & Sarkis, J. (2018). Blockchain practices, potentials, and perspectives in greening supply chains. *Sustainability,* 10(10), 3652.

Dubey, R., Bryde, D. J., & Fynes, B. (2019). Big data analytics and organizational culture as complements to Swift Trust and collaborative performance in the Humanitarian Supply Chain. *International Journal of Production Economics*, 210, 120-130. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.02.008

Dutta, P., Choi, T. M., Somani, S., & Butala, R. (2020). Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 142, 102067. https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102067

Francisco, K., & Swanson, D. (2018). The supply chain has no clothes: Technology adoption of blockchain for supply chain transparency. *Logistics, 2*(1), 2.

Groschopf, W., Dobrovnik, M., & Herneth, C. (2021). Smart Contracts for Sustainable Supply Chain Management: Conceptual Frameworks for Supply Chain Maturity Evaluation and Smart Contract Sustainability Assessment. *Frontiers in Blockchain, 4*, 506436.

Huang, H., Ye, P., Hu, M., & Wu, J. (2022). A multi-point collaborative DDoS defense mechanism for IIoT environment. *Digital Communications and Networks*. https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.04.008

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Goh, M. (2020). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *International Journal of Production Economics*, 220, 107511. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.024

Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology, 91*, 640-652.

Korpela, K., Hallikas, J., & Dahlberg, T. (2017). Digital supply chain transformation toward blockchain integration. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2017.

Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2020). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *International Journal of Production Economics, 231*, 107831.

Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management, 39*, 80-89.

Mahadevan, P., Navaneethakrishnan, S. R., Arya, A., & Jakhar, R. (2024). Blockchain and AI for Engineering Supply Chain Optimization and Transparency. *Acta Scientiae*, *07*(1), 691–705. https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6389

Mohsen, B. M. (2023). Developments of Digital Technologies Related to Supply Chain Management.

Procedia Computer Science, *220*, 788–795. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.105

Müller, A., Jaeger, B., & Nistor, R. (2022). Blockchain-based smart contracts in supply chain management: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 164, 107879. https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107879

Pal, K., & Yasar, A. (2020). Internet of Things and Blockchain Technology in Apparel Manufacturing Supply Chain Data Management Internet of Things and Blockchain Technology in Apparel Manufacturing Supply Chain Data Yasar. *Procedia Computer Science*, *170*(2020), 450–457. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.088

Prokofieva, M., Miah, S. J., Agbo, C., Mahmoud, Q., Eklund, J., McGhin, T., Choo, K. K. R., Liu, C. Z., He, D., Pirtle, C., & Ehrenfeld, J. (2019). Blockchain Technology in Healthcare: A Systematic Review. *Australasian Journal of Information Systems*, *135*(2), 1–3. https://doi.org/10.3127/ajis.v23i0.2203

Queiroz, M. M., Telles, R., & Bonilla, S. H. (2019). Blockchain and supply chain management integration: a systematic review of the literature. *Supply Chain Management: An International Journal*, 25(2), 241-254. https://doi.org/10.1108/SCM-03-2018-0143

Rejeb, A., Keogh, J. G., & Treiblmaier, H. (2019). Leveraging the Internet of Things and blockchain technology in supply chain management. *Future Internet*, 11(7), 161. https://doi.org/10.3390/fi11070161

Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International Journal of Production Research, 57*(7), 2117-2135.

Sacala, I. S., Moisescu, M. A., Repta, D., & Marcu, I. (2022). Blockchain-based smart contracts for supply chain management: A systematic review. *Computers in Industry*, 143, 103755. https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103755

Seifermann, S., Murti, I. H., & Oberle, J. (2023). Tracking and tracing in manufacturing supply chains using blockchain technology. *Procedia CIRP*, *115*(March), 172–177. https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.10.069

Sengupta, J., Ruj, S., & Bit, S. Das. (2019). A comprehensive survey on attacks, security issues and blockchain solutions for IoT and IIoT. *Journal of Network and Computer Applications*, 102481. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.102481

Sharma, R., Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Kumar, V., & Kumar, A. (2020). A systematic literature review on machine learning applications for sustainable agriculture supply chain performance. *Computers & Operations Research*, 119, 104926. https://doi.org/10.1016/j.cor.2020.104926

Smith, J., & Johnson, L. (2022). Reducing disputes in supply chain management through blockchain technology. *International Journal of Logistics Management,* 33(2), 123-140.

Tian, F. (2017). A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. *Proceedings of the 14th International Conference on Services Systems and Services Management (ICSSSM)*, 2017.

Toyoda, K., Mathiopoulos, P. T., Zhang, J., & Akashi, O. (2017). A novel blockchain-based product ownership management system (POMS) for anti-counterfeits in the post supply chain. *IEEE Access, 5*, 17465-17477.

Wang, Y., Kung, L. A., & Byrd, T. A. (2019). Big data in healthcare: A systematic literature review. *Journal of Computer Information Systems*, 54(3), 15-25. https://doi.org/10.1080/08874417.2017.1340002

Wang, Y., Singgih, M. L., Wang, J., & Rit, M. (2019). Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?*International Journal of Production Economics, 211*, 221-236.

Wei, A., Lee, L., Toyoda, K., Yeow, I., & Yeo, Z. (2023). Blockchain-enabled carbon emission management system in a multi-tier supply chain. *Procedia CIRP*, *116*, 233–238. https://doi.org/10.1016/j.procir.2023.02.040.

World Economic Forum. (2020). *COVID-19: The great reset*. https://www.weforum.org/reports/the-great-reset

World Economic Forum. (2020). The impact of COVID-19 on global supply chains. Retrieved from https://www.weforum.org/reports/the-impact-of-covid-19-on-global-supply-chains

Xu, X., Weber, I., & Yu, X. (2019). A survey on blockchain technology and its applications in supply chain management. *Computers in Industry*, 105, 212-223.

https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.09.006.

Zhao, G., Liu, S., Lopez, C., Lu, H., Elgueta, S., Chen, H., & Boshkoska, B. M. (2019). Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*, 109, 83-99. https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H. N., Wang, H., & Yang, J. (2018). Blockchain technology for enhancing supply chain resilience. *International Journal of Production Economics*, 220, 107511. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.024.

Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H. (2018). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. *In 2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)* (pp. 557-564). IEEE

WORKPLACE BULLYING IN INDIAN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Dr. Ishwar Mittal (Co-Author)
Assistant Professor, IMSAR, Maharshi Dayanand University, Rohtak
Dr. Aarti (Co-Author)
Assistant Professor, IMSAR, Maharshi Dayanand University, Rohtak
Dr. Rosy Dhall (Co-Author)
Assistant Professor, Gandhinagar University, Gujarat
Dr. Mikul (Co-Author)
Assistant Professor, M.M. Institute of Management,
Maharishi Markandeshwar University, Mullana

Abstract

This study examines workplace bullying and its impact on turnover intentions among faculty in Indian higher education institutions. A sample of 400 teachers from five universities in Delhi-NCR, was surveyed using a cross-sectional design and purposive sampling. Data were analyzed using SPSS Findings showed faculty experienced workplace bullying, with women reporting higher exposure than men. Bullying significantly influenced turnover intentions, with bullied faculty showing greater intent to leave than non-bullied peers. Female faculty were more likely to consider leaving their jobs. The study highlights the urgent need for interventions to mitigate bullying in Indian higher education.

Keywords: Workplace Bullying, Turnover intentions, Higher education

INTERNALIZING THE INTERNATIONAL STANDARDS ON THE RIGHTS OF PERSONS WITH DISABILITIES IN VIETNAM

Ms. Tran Thi Thanh Hang, Nguyen Thi Khanh Ly
Thu Dau Mot University, Vietnam

1.Introduction and Objectives: Protecting the rights of persons with disabilities is one of the core issues of a modern, democratic state. Therefore, the United Nations and countries always attach importance to perfecting the legal system related to this special group of subjects. Within the scope of this article, the author analyzes international standards on the rights of persons with disabilities that have been adopted under the auspices of the United Nations System, aiming to promote the rights of persons with disabilities in society, including human rights from civil, political, economic, social and cultural rights with the aim of respecting and protecting the human rights of persons with disabilities such as: (i) equalizing opportunities for persons with disabilities; (ii) creating conditions for persons with disabilities to fully and effectively integrate into social life. At the same time, analyze the current status of internalizing international standards on this issue in Vietnam and make some recommendations.

2.Research Methods: The main methods of this article are analytical, synthesis, and statistical methods.

3.Main findings: Through the process of researching the article, the author has systematized international standards on the rights of people with disabilities. Thereby, assessing the current status of internalizing international standards on the rights of people with disabilities in Vietnam, finding out the causes and proposing some solutions to improve the effectiveness of internalizing this issue in the coming time.

4.Conclusions: Based on research on international standards on the rights of people with disabilities and the current status of internalizing the rights of people with disabilities, the group of authors proposes solutions to improve the effectiveness of internalizing this issue in Vietnam in the coming time.

Keywords: International standards, people disability, the rights of people with disabilities.

MODELING OF MICROPOLAR HYBRID NANOFLUIDS FLOW ACROSS POROUS MEDIUM BETWEEN PERMEABLE PARALLEL PLATES WITH NON-LINEAR THERMAL RADIATIVE IN MHD

Asmat Ullah YAHYA
Department of Mathematics, Khwaja Fareed University of Engineering and Information Technology, Rahim Yar Khan, Pakistan,
Muhammad FARMAN
Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Near East University, Cyprus, Turkey
Department of Computer Science and Mathematics, Lebanese American University, 1107-2020, Beirut, Lebanon
Sohaib ABDAL
School of Mechanical Engineering, Hanyang University, 222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul, 04763, Republic of Korea
Ali AKGUL
Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Near East University, Cyprus, Turkey
Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Siirt University, Turkey
Nadeem SALAMAT
Department of Mathematics, Khwaja Fareed University of Engineering and Information Technology, Rahim Yar Khan, Pakistan,
Sajjad HUSSAIN
School of Aerospace and Mechanical Engineering, Nanyang Technological University, Singapore

Abstract

The study pertains on the dynamics and thermal distribution of MHD micropolar hybrid nanofluids flowing between two parallel plates. It explores the enhancement of heat transport processes by blending the base fluid with nanoparticles at varying concentrations. A system of non-linear partial differential equations is developed as governing equations. To facilitate numerical solution this formulation is transmuted into ordinary differential form using similarity transformation. By utilizing Matlab code for the Runge-Kutta method and shooting approach, we evaluate the results. It has been observed that an increase in the concentration of hybrid nanoparticles enhance the heat transmission. The salient findings of this study reveal alteration in the velocity profiles for both nanofluid (SWCNT/water) and hybrid nanofluids (SWCNT+MWCNT/water) flow. Notably, with a substantial input of magnetic field strength (M) and porosity parameters (P_0), the velocity is increased near the walls but it decelerates towards the center of channel.

MAGNETOHYDRODYNAMIC STAGNATION POINT FLOW OF NANO FLUIDS TOWARDS A STRETCHING/SHARINKING VERTICAL SHEET

Muhammad Tauqeer JABBAR
Department of Mathematics, Khwaja Fareed University of Engineering and Information Technology, Rahim Yar Khan, Pakistan
Asmat Ullah YAHYA
Department of Mathematics, Khwaja Fareed University of Engineering and Information Technology, Rahim Yar Khan, Pakistan
Sohaib ABDAL
Department of Computer Science and Mathematics, Lebanese American University, 1107-2020, Beirut, Lebanon
Sajjad HUSSAIN
School of Aerospace and Mechanical Engineering, Nanyang Technological University, Singapore
Zaheer ABBAS
Department of Mathematics, Khwaja Fareed University of Engineering and Information Technology, Rahim Yar Khan, Pakistan

Abstract

This work examines Magnetohydrodynamic stagnation point flow of Nano Fluids towards Stretching/Shrinking Vertical Sheet. The convective heat transfer has been augmented with a heat source and radiation. The chemical/metallic specie concentration involves chemical reaction. The highly nonlinear equations of the problem have been transformed in to ordinary differential form by using appropriate similarity transformations. The resulting equations have been solved numerically using Rung-Kutta fourth order method with shooting technique. The computational instructions have been coded and run on MATLAB by using numerical method Bvp4c. The numerical results have been computed to observe the influence of the physical parameters involved in the study for velocity, temperature and specie concentration functions. The results have been presented in graphical form.

INTERNATIONALIZATION OF THE CURRICULUM: DEVELOPMENT OF RESEARCH COMPETENCES IN STUDENTS FROM THE PROFESSOR'S TEACHING EXPERIENCE

Prof. Dr. María Cruz CUEVAS ÁLVAREZ
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Faculty of Economic Administrative Sciences, Tabasco, Mexico
ORCID: 0000-0003-2349-5344
Prof. Dr. Marcos PÉREZ MENDOZA
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Faculty of Economic Administrative Sciences, Tabasco, Mexico
ORCID: 0000-0002-5194-8366
Student Alex PÉREZ CUEVAS
Universidad Olmeca, Faculty of Psychology, Tabasco, Mexico

ABSTRACT

The objective of this study is to describe the research skills developed by university students from both public and private institutions. Commonly, students do not know how to start or develop a research or investigation, and the development of an in-depth research topic becomes complicated. When students are enrolled in the research seminar semesters, focusing on a research topic, searching for information, as well as deciding the focus of the work, this process becomes both challenging and demotivating for the students. The present ethnographic study was carried out through the participant observation technique with a moderate degree of observation, and was carried out from August 2018 to 2024. The findings show how, based on a topic freely chosen by the students, the professor's guidance, and the facilitation of technical research vocabulary, different scientific products were developed: scientific posters, participation in congresses, articles, book chapters, dissertations, scalable software, membership in the national or state research council. Students demonstrated the development of the 12 research competencies according to the model presented in the study. It is concluded that the support from the professor, as well as the freedom regarding the research topic, allowed the development of these research competences.

Keywords: Internationalization of the Curriculum, Research Competences, Teaching support, Teaching commitment

STRATEGY OF THE INTERNATIONALIZATION OF THE CURRICULUM: ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE DEVELOPMENT OF SPECIALIZED SKILLS ON STUDENTS OF THE ADMINISTRATIVE ECONOMIC AREA

Prof. Dr. Marcos PÉREZ MENDOZA
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Faculty of Economic Administrative Sciences, Tabasco, Mexico
ORCID: 0000-0002-5194-8366
Prof. Dr. María Cruz CUEVAS ÁLVAREZ
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Faculty of Economic Administrative Sciences, Tabasco, Mexico
ORCID: 0000-0003-2349-5344
Student Alex PÉREZ CUEVAS
Universidad Olmeca, Faculty of Psychology, Tabasco, Mexico

ABSTRACT

The objective of this paper is to describe how these options can be used for teaching students of the administrative economic area to enhance students' abilities and knowledge. Due to the necessity of incorporating technology into the everyday activities in lessons, AI seems to be the ideal partner during the teaching learning process. Not only productivity and efficiency are improved, but they can help enhance students' abilities and knowledge. The methodology used for this qualitative research were documentary review and literature review. The findings indicated that there are seven related options for the administrative economic area, the detected ones are specifically oriented for teaching students for doing business, automatizing process, personalizing customer's experience, improving operational efficiency, decision-making based on data, innovating, developing products, and making a company competitive in the market. These findings suggest that there is a growing need for entrepreneurial transformation, emerging trends in AI, and finally, preparation for the future to capitalize opportunities with specialized talent.

Keywords: Internationalization, Internationalization of the Curriculum, Artificial Intelligence.

IMPACT OF CLIMATE VARIABILITY ON FOOD SECURITY IN THE COMMUNE OF OUESSE, BENIN

EZIN Richard
Department of Geography and Land Management (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC)
AISSI Jean-Roitinos
Department of Geography and Land Management (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC)
Tourisme and leisure Department, Haute Ecole de Commerce et de Management (HECM), Bénin
SODJI Jean
Department of Geography and Land Management (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC)
AKOGBETO Nadine
Department of Geography and Land Management (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC)
Tourisme and leisure Department, Haute Ecole de Commerce et de Management (HECM), Bénin
AZIAN Donatien
Department of Geography and Land Management (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC)
ASSOGBA Sylvestre
Molécular Biology and Microbilogy Laboratory, University of Abomey-Calavi (UAC), Benin
GOUTHON Gilchrist
Department of Geography and Land Management (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC)
FASSINOU Jonas
Departement of Econopmics and Management, University of Abomey-Calavi (UAC), Benin
DOHAMI Amaleck
Department of Geography and Land Management (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC)
HOUNDONOUGBO Pierrette
Tourisme and leisure Department, Haute Ecole de Commerce et de Management (HECM), Bénin
Departement of Econopmics and Management, University of Abomey-Calavi (UAC), Benin
GBESSO Florence
Department of Geography and Land Management (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC)
TECHOU Roland
Tourisme and leisure Department, Haute Ecole de Commerce et de Management (HECM), Bénin
MONTCHO Bruno
Departement of sociology-Anthropology, University of Abomey-Calavi (UAC), Benin
ABDOULAYE Djafarou
Department of Geography and Land Management (DGAT), University of Abomey-Calavi (UAC)

ABSTRACT

Food security is a major problem in the municipality of Ouèssè, with an ever-increasing trend. Its effects are felt by the population, where the rate of acute malnutrition is very high among children aged under 5. What's more, the Ouèssè commune's agriculture accounts for 70% of the working population, and is highly dependent on climatic conditions. Current climate change is making the population more vulnerable, threatening food security. The aim of this study is to assess the effects and extent of climate change on the level of food security in the Ouèssè commune.

Using Lee and Heghinian's Bayesian method, the study showed that changing climatic conditions have significant effects on agricultural production, kilo-calorific consumption and the duration of the hunger gap. In addition, the results indicate that climate change will have abrupt effects that will increase the vulnerability of the population, particularly in rural areas.

Key words: Food security, climate change, Ricardian model, environment, agriculturenvn

A SURVEY OF TELEPHARMACY TECHNOLOGIES IN PUNJAB, PAKISTAN

Maham MARY
Aqsa FIAZ
Amna REHMAN
Ihsan ASHRAF
Talha JAVAID
Zulfiqar KHALID
Dr. Mah Ru Nisa ATIF
Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan

Abstract

Telepharmacy, which uses technology to deliver pharmaceutical services remotely, is transforming how healthcare is accessed in Pakistan. This study explores public perceptions of telepharmacy, its current benefits, and the differences in its acceptance between urban and rural areas. By gathering insights from patients, healthcare professionals, and policymakers, the research sheds light on how this innovative approach is shaping Pakistan's healthcare system. In Pakistan, especially in Punjab, telepharmacy has the potential to solve many healthcare problems. It can help people in rural areas get medicines on time, consult with pharmacists online, and manage chronic conditions like diabetes and hypertension. Telepharmacy also reduces costs and improves medication use, ensuring better health outcomes.

However, challenges remain, such as poor internet access, lack of training, high costs of setting up telepharmacy systems, and legal barriers. Many people in rural areas are not familiar with technology, and there are concerns about privacy and trust in online healthcare.

Despite these obstacles, rural communities are beginning to recognize its potential to improve healthcare access, particularly in areas where pharmacies and medical professionals are scarce. Telepharmacy offers numerous benefits, including reduced travel costs, faster access to medications, and timely consultations for illnesses. Its role became especially crucial during the COVID-19 pandemic, when physical access to healthcare services was restricted. By bridging the gap between patients and pharmacists, telepharmacy is proving to be a game-changer for Pakistan healthcare system.

TO ASSESS THE IMPACT OF ISOTRETINOIN-INDUCED PSYCHIATRIC DISORDERS AMONG PATIENTS IN LAHORE, PAKISTAN

Inaam-Ul-WAHEED
Muhammad SAQIB
Zafar ABBAS
Sara JAWAD
Rubab RAIS
Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF
Hajvery University Euro Campus Gulberg 3 Lahore

ABSTRACT

Isotretinoin, a widely prescribed medication for severe acne, has been increasingly associated with psychiatric side effects, including depression, anxiety, and psychosis. This study aimed to assess the prevalence and impact of isotretinoin-induced psychiatric disorders among patients in Lahore, Pakistan. The research explores the relationship between isotretinoin use and the onset or exacerbation of psychiatric symptoms, providing a localized perspective on this global concern. A comprehensive literature review highlights conflicting evidence regarding isotretinoin's role in psychiatric disturbances, with studies emphasizing the need for region-specific investigations due to genetic, cultural, and healthcare system variations. Previous research underscores the importance of patient education and monitoring, yet limited data exists for Pakistani populations. A cross-sectional study design was employed, enrolling 400 patients from various healthcare facilities in Lahore. A structured questionnaire collected demographic data, isotretinoin usage patterns, and self-reported psychiatric symptoms, including mood changes, obsessive-compulsive symptoms, and psychosis. Statistical analyses, including ANOVA and Cronbach's Alpha, were performed to examine associations and assess the reliability of the survey. The findings revealed significant associations between isotretinoin usage duration and depression symptoms ($p=0.042$) and between mood changes and healthcare provider discussions ($p=0.037$). Patients with prior OCD diagnoses were more likely to experience symptom exacerbation ($p=0.030$). The frequency of psychosis symptoms was significantly related to patients' awareness of isotretinoin risks ($p=0.020$). Cronbach's Alpha (0.74) confirmed good internal consistency for the survey items. This study emphasizes the psychiatric risks associated with isotretinoin and highlights gaps in patient education and healthcare provider engagement. Enhanced monitoring protocols and patient counseling are recommended to mitigate these adverse effects. Further longitudinal studies are needed to establish causal relationships and refine treatment guidelines for vulnerable populations.

Key Words: Isotretinoin, Psychiatric disturbances, Diagnosis, Exacerbation, Risks

THE FUTURE OF WORK: WILL HUMANS COMPETE WITH AI?

Saloni SHARMA
Research Scholar, Dept. of Nutrition and Dietetics, Manav Rachna International Institute of Research Studies, (Deemed to be University), Faridabad, India
Suhani SHARMA
MSc. Clinical Research Student, Jamia Hamdard University (Deemed to be University) New Delhi, India

Abstract

The rapid advancement of artificial intelligence (AI) and automation is transforming the workforce, raising critical questions about the future of human labor. As AI-driven technologies increasingly perform tasks that once required human intelligence—ranging from data analysis and customer service to creative writing and medical diagnostics—concerns about job displacement, economic inequality, and workforce adaptability are growing. While AI enhances efficiency, productivity, and innovation, it also challenges traditional employment models, leading to debates over whether humans will need to compete with AI or collaborate with it. Industries such as manufacturing, finance, healthcare, and education are witnessing a shift toward AI integration, where machines handle repetitive and data-driven tasks, allowing humans to focus on critical thinking, emotional intelligence, and problem-solving. However, the transition also demands reskilling and upskilling to prepare the workforce for AI-driven roles. Governments, businesses, and educational institutions play a crucial role in redefining employment policies, implementing AI ethics, and fostering a human-AI collaborative approach rather than a competitive one.

This paper explores the opportunities, risks, and policy considerations associated with AI in the workplace. It examines how AI is reshaping industries, the necessity for human adaptability and lifelong learning, and strategies for achieving a harmonious coexistence between human workers and intelligent machines. While AI may redefine traditional job roles, human ingenuity, creativity, and ethical judgment remain irreplaceable assets in the evolving job market.

Keywords: Future of work, AI in workforce, job automation, human-AI collaboration, AI ethics, workforce reskilling, economic impact of AI, digital transformation, labor market trends, technology and employment.

MODELING OF EMC FILTERS FOR HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

Houcine MILOUDI
Laboratory of APELEC, Djillali Liabes University Sidi-Bel-Abbes, ALGERIA
ORCID: 0000-0002-3118-0126
Abdelber BENDAOUD
Laboratory of APELEC, Djillali Liabes University Sidi-Bel-Abbes, ALGERIA
ORCID: 0000-0002-4502-4415
Mohammed Hamza BERMAKI
Laboratory of APELEC, Djillali Liabes University Sidi-Bel-Abbes, ALGERIA
ORCID: 0000-0001-5769-4435

ÖZET

Güç elektroniğinde elektromanyetik uyumluluğun (EMC) sağlanması, elektrik sistemlerinin performansını etkileyebilecek iletilen girişimlerin en aza indirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Statik güç dönüştürücüleri, elektromanyetik girişim (EMI) kaynakları olarak bilinir ve etkili filtreleme çözümlerinin uygulanmasını gerektirir. Bu çalışma, EMC filtrelerinin yüksek frekansta modellenmesine odaklanarak özellikle ortak mod empedansının karakterizasyonunu ele almaktadır. Yüksek frekans davranışını doğru bir şekilde temsil etmek ve filtre performansını gerçek çalışma koşulları altında değerlendirmek için transfer fonksiyonuna dayalı bir yaklaşım benimsenmiştir.

Başlıca endüktörler ve kapasitörlerden oluşan çeşitli pasif filtre konfigürasyonları, iletilen emisyonları azaltmadaki etkinliklerini belirlemek amacıyla incelenmiştir. Çalışmada ayrıca, filtre verimliliğinde kaynak ve yük empedanslarının rolü ele alınmış ve ekleme zayıflaması ölçümleri temel değerlendirme kriteri olarak kullanılmıştır. Bulgular, empedans uyumunun ve doğru filtre seçiminin optimal zayıflama sağlanmasında büyük önem taşıdığını vurgulamaktadır. Ek olarak, pasif çözümlerin sınırlamalarını gidermek amacıyla aktif filtreleme teknikleri gibi alternatif yöntemler de tartışılmıştır.

Bu araştırmanın sonuçları, EMC filtre tasarımının gelişimine katkıda bulunarak mühendislerin güç elektronik sistemlerinde elektromanyetik performansı iyileştirmelerine yönelik pratik bilgiler sunmaktadır. Filtre seçiminin ve empedans adaptasyonunun optimize edilmesiyle iletilen girişimler etkili bir şekilde en aza indirilebilir, EMC standartlarına uyum sağlanabilir ve sistem güvenilirliği artırılabilir.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik uyumluluk, İletilen emisyonlar, Pasif filtreleme, Ortak mod empedansı, Yüksek frekanslı modelleme, Ekleme zayıflaması, Güç elektroniği, Aktif filtreleme.

MODELING OF EMC FILTERS FOR HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY

ABSTRACT

Ensuring electromagnetic compatibility (EMC) in power electronics is essential to minimize conducted disturbances that can affect the performance of electrical systems. Static power converters are known sources of electromagnetic interference (EMI), requiring the implementation of effective filtering solutions. This study focuses on the high-frequency modeling of EMC filters, particularly in the characterization of common-mode impedance. A transfer function-based approach is adopted to accurately represent high-frequency behavior and evaluate filter performance under real operating conditions.

Various passive filter configurations, primarily composed of inductors and capacitors, are examined to determine their effectiveness in reducing conducted emissions. The study also considers the role of source and load impedances in filter efficiency, with insertion loss measurements used as a key evaluation criterion. The findings emphasize the significance of impedance matching and proper filter selection in achieving optimal attenuation. Additionally, alternative methods, including active filtering techniques, are discussed to address the limitations of passive solutions.

The results of this research contribute to the advancement of EMC filter design, providing engineers with practical insights for improving electromagnetic performance in power electronic systems. By optimizing filter selection and impedance adaptation, conducted disturbances can be effectively minimized, ensuring compliance with EMC standards and enhancing system reliability.

Keywords: Electromagnetic compatibility, conducted emissions, passive filtering, common-mode impedance, high-frequency modeling, insertion loss, power electronics, active filtering.

COMPARING NOVEL DRUG THERAPIES TO CURRENT TREATMENT OF OSTEOARTHRITIS

Samuel TANVEER
M. Zeeshan TAJ
Muhammad Tanzeel ANJUM
Atiqa MESHI
Umme-HABIBA
Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF
Dr. Nabiha IQBAL
The Hajvery University Euro Campus Gulberg III Lahore

ABSTRACT

A comparative study was conducted to evaluate the effectiveness of novel and current treatments for osteoarthritis (OA), a degenerative joint disease characterized by cartilage breakdown. The study aimed to assess the impact of novel therapies on OA patients' quality of life, joint function, and pain levels. A 4-month randomized observational study involving 400 patients was conducted. Data was collected from different hospitals in Lahore via patient and physician questionnaires. The questionnaires were divided into two forms: patient-based and physician-based. Physician-prescribed novel therapies, including platelet-rich plasma therapy, gel therapy, steroid injections, and stem cell therapy, demonstrated significant effectiveness compared to current treatments. In contrast, patients' self-medication with NSAIDs and painkillers showed non-significant results. Statistical analysis using Chi-Square, ANOVA, and factor analysis results supported the effectiveness of novel therapies. Doctors are now prescribing new treatments for osteoarthritis 62% of the time and Old treatments are prescribed 38% of the time. This is because new treatments are showing better results for patients. The study suggests that new treatments for OA can improve patient outcomes, offering hope for better management of the condition.

Keywords: Osteoarthritis (OA), NSAIDs(Non-steroidal Anti-inflammatory drugs),Platelet rich plasma therapy(PRP),Gel therapy(GT),Stem cell therapy(SCT)

TO EVALUATE "FROM CONSULTATION TO FOLLOW UP HOW VIRTUAL MEDICAL ASSISTANCE HELPS?

Muhammad Faraz Awan
Syeda Fiza Kazmi
Bushra Aslam
Raza Ul Mustafa
Abdul Rahman
Dr. Nabiha
Dr. Mah Ru Nisa Atif
Hajvery university, euro campus, Lahore Pakistan

ABSTRACT

Virtual Medical Assistance (VMA) is emerging as a game-changer in Pakistan's healthcare system, addressing major challenges in accessibility and delivery. This study focused on understanding the role of VMA in healthcare, from consultations to follow-up care. A survey of 400 participants, including 83% from urban areas and 17% from rural areas, provided a diverse perspective on VMA usage. Among respondents, 67.5% were male and 32.5% female, representing a balanced gender view. The study found that 65% of participants used VMA for general health consultations, 20% for managing chronic illnesses, and 15% for mental health counseling. Rural participants relied more on VMA due to limited access to physical healthcare, and most users reported high satisfaction—60% were very satisfied, while 25% were moderately satisfied. Challenges with VMA included poor internet connectivity (48%), lack of digital literacy (33%), and cultural barriers (19%), especially for rural users and women. Despite these issues, 65% of respondents reported saving money through virtual consultations, making VMA a cost-effective healthcare option. However, 46% of healthcare providers highlighted a need for better training to use these platforms effectively. The study also explored VMA's role in medical education, with 85% of medical students finding it valuable for learning through remote case discussions and expert consultations. Infrastructure remains a concern, as 40% of respondents noted insufficient facilities as a barrier to fully utilizing VMA. Overall, 67% strongly supported VMA as a viable alternative to traditional healthcare, highlighting its potential to bridge the gap between urban and rural areas. While VMA is reshaping Pakistan's healthcare landscape, its success depends on investments in digital infrastructure, professional training, and culturally sensitive solutions to ensure equitable access for everyone.

Keywords: Virtual Medical Assistance, healthcare access, rural-urban disparity, cost-effective healthcare, medical education, Pakistan.

BEYOND THE LABE: EXPLORING THE BENEFITS & RISKS OF OFF-LABEL DRUGS USE IN HOSPITAL'S

M Aliyan SADDIQUE
Kiran NASIR
Noor FATIMA
Haider ALI
Junaid JAVED
Supervisor: Dr. Mah-Ru-Nisa Atif
Hajvery University, Euro Campus, Lahore

Abstract

This research explores off-label drug use in hospital settings, focusing on the perceived benefits and risks reported by healthcare professionals in Pakistan. Off-label drug use, or prescribing medications for indications, dosages, or patient groups not approved by regulatory authorities, presents both opportunities and challenges in patient care. While off-label use may provide new treatment options, it also raises concerns about safety, efficacy, and ethical implications.

Through a quantitative, cross-sectional survey of 400 physicians and pharmacists, the research explores motivations for off-label prescribing, including the lack of approved treatment options (43.8%) and cost-effectiveness (24.8%). Respondents identified benefits such as expanding therapeutic options and addressing unmet medical needs. However, concerns were raised regarding adverse drug reactions, limited efficacy evidence, and ethical dilemmas, with 44.3% reporting associated risks.

The study highlights the influence of the pharmaceutical industry, with 55% of respondents acknowledging its role in promoting off-label use. Ethical concerns about informed consent were also prominent, with 56.3% advocating situational patient communication.

Adverse effects such as myopathy from atorvastatin and bleeding disorders from aspirin underscore the importance of safety monitoring. Findings reveal that key reasons for off-label use include limited approved treatment options, cost-effectiveness, and clinicians' experience with certain medications. Respondents identified several benefits of off-label prescribing, including meeting unmet medical needs, offering alternative therapies, and enabling personalized care. However, they also highlighted concerns such as potential adverse reactions, limited efficacy data, and safety issues associated with these practices.

The study further examines the pharmaceutical industry's role in influencing off-label practices, with varying perspectives on its involvement. To reduce associated risks, respondents recommended conducting additional clinical trials on off-label uses, implementing stricter guidelines, and closely monitoring adverse effects.

Key Words: Off label Drug Use, Ethical Challenges, Patient Safety

CLINICAL KNOWLEDGE ASSESSMENT OF DERMATOLOGIST PROVIDERS FOR LASER THERAPY IN TREATING DERMAL & EPIDERMAL HYPERPIGMENTATION

Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF (Lecturer)
Kamran SHEHZAD
Muhammad Affaq ALI
Muhammad GHILMAN
Muhammad Haris SHAH
Arbaab HUSSAIN
The Hajvery University, Euro Campus Gulberg III, Lahore.

Abstract

This study evaluates the clinical knowledge and decision-making competencies of dermatology providers in utilizing laser therapy for the treatment of dermal and epidermal hyperpigmentation. Hyperpigmentation, a prevalent dermatological concern, requires precise and effective interventions tailored to individual patient profiles. Laser therapy, particularly fractional, Q-switched, and picosecond lasers, has emerged as a leading treatment modality. However, its success hinges on the provider's expertise in skin assessment, laser parameter optimization, and patient management. The research involved a comprehensive clinical knowledge assessment of dermatology providers, focusing on their understanding of hyperpigmentation pathology, laser physics, and protocol customization for diverse skin types. Providers were also evaluated on their ability to identify contraindications, manage side effects, and achieve patient satisfaction. Data was collected through surveys, case simulations, and peer reviews, aiming to highlight knowledge gaps and best practices. Findings reveal variability in providers' proficiency, with significant gaps in tailoring laser parameters for Fitzpatrick skin types IV-VI and managing post-inflammatory hyperpigmentation. Recommendations include structured training programs, evidence-based guidelines, and continuous education to standardize and enhance laser therapy outcomes for hyperpigmentation. This assessment underscores the critical role of dermatology providers' expertise in ensuring the safe and effective use of laser technology.

Keywords: Laser therapy, hyperpigmentation, clinical competence, laser parameter optimization, Fitzpatrick skin types .

ANALYZING THE IMPACT OF KNOWLEDGE AND BEHAVIORAL MODIFICATIONAL STRATEGIES FOR EFFECTIVE SMOKING CESSATION

Dr. Mah-ru-nisa ATIF (Lecturer)
Dr. NABIHA (HOD)
M. Zohaib Bin ZAFAR
M. ABUBAKAR
Umar MAQSOOD
Adnan NAWAZ
Aqsa HAMID
The Hajvery University Euro Campus Gulberg III Lahore, Pakistan.

Abstract

This study explores the impact of knowledge dissemination and behavioral modification strategies in promoting smoking cessation among individuals with varying sociodemographic characteristics. Using a cross-sectional survey of 401 respondents, the research investigates factors such as smoking habits, duration of smoking, and prior attempts to quit. The findings reveal significant correlations between awareness levels, behavioral interventions, and successful cessation. For instance, 46.8% of respondents reported attempting to quit smoking previously, with knowledge-based interventions significantly enhancing motivation. Behavioral strategies such as Cognitive Behavioral Therapy (CBT) and motivational interviewing demonstrated higher effectiveness, supported by a statistically significant chi-square value ($p < 0.01$) across gender and smoking habits. Public health campaigns and clinical counseling further amplified quit rates by addressing psychological and habitual barriers. The integration of these approaches underscores the importance of multidimensional cessation strategies to combat the global smoking epidemic effectively.

Keywords: Smoking cessation, Cognitive behavioral therapy, Clinical counseling, Behavioral modification.

UPLIFTING QUALITY OF LIFE IN IBS (irritable bowel syndrome). A HEALTH ORIENTED PERSPECTIVE

Sana AMJAD
Sana FATIMA
Shehzad FAREED
Qudrat KHAN
Talha ZAHID
Dr. Mah Ru Nisa ATIF
Dr. NABIHA
Hajvery university, Euro campus, Lahore, Pakistan

ABSTRACT

A cross-sectional design was used to assess the possible hazards associated with Irritable Bowel Syndrome (IBS) parameters in who have a poor lifestyle habbits and unhygienic diet in the Lahore area of punjab. Irritable Bowel Syndrome (IBS) is a chronic functional gastrointestinal disorder characterized by recurrent abdominal discomfort and altered bowel habits. This study aims to explore health-oriented strategies to enhance the quality of life for individuals living with IBS. Software programes like ANOVA . were used for analysis and enhance the accuracy of procedure. It yielded P =0.02, indicating that there are significant difference among groups. In our survey,310 out of 400 participants were included in the study who have poor lifestyle habbits and bowel problems. Participants were classified as rural (n= 52) and urban (n=348). Among the respondents, 57.14% reported IBS symptomps , while 24% were unware of their condition and had never counsulted healthcare symptomps included abdominal pain (51%), bloating (28%), Futhermore,associated psychological symptomps included mood swings (60%), anxiety (40%), Notably, 40% of females reported dysmenorrhea with IBS .The findings highlight the significant impact of dietary modifications, stress management techniques, pharmacological interventions, and lifestyle adjustments.Data was collected through random surveys conducted at hospitals, clinic setups, health care centersDespite challenges like limited resources and data constraints, this study underscores the importance of holistic management in improving the well-being of IBS patients adopting health-oriented perspectives through balance diet and physical activity . Future research may expand on these findings to develop more targeted and sustainable health interventions.

Keywords: Irritable Bowel Syndrome, Quality of Life, Dietary Modifications, Stress Management, Bowel movements, Health awareness

ASSESSING THE LINK BETWEEN AIR POLLUTION AND ACNE PREVALENCE AMONG YOUNG ADULTS IN LAHORE: A STUDY ON THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL STRESSORS

Sana RASHEED
Abdullah ZAFAR
Habiba TAYYABA
Muhammad HAMZA
Amna WAQAR
Zonia MEHMOOD
Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF
Dr. Nabiha IQBAL
The Hajvery University Euro Campus, Gulberg III, Lahore

Abstract

Acne is a highly prevalent and troubling skin condition that disproportionately affects young adults, often leading to significant physical, psychological, and social challenges. This study aims to examine the relationship between air pollution and the prevalence of acne among young adults in Lahore, a city notorious for its extreme pollution levels. This research adopted a quantitative approach, utilizing statistical tools to explore the potential link between air pollution and acne. The collected data was analyzed using PYTHON software. The study's statistical analysis was done using descriptive analysis, correlation analysis, regression analysis, Chi-square analysis. Data was systematically collected and statistically analyzed using tools like ANOVA to determine the correlation between pollution and acne severity. Ethical considerations related to the study are also discussed.

The results indicate significant gender differences in several factors related to acne prevalence and pollution exposure. Notably, females were found to experience higher rates of acne, particularly during periods of high pollution. Furthermore, significant differences were observed between females and males in terms of their perceptions of acne severity, the areas of the face most affected by acne, and their use of medical treatment for acne. The study also found that factors such as smoking, sunscreen usage, and skin sensitivity to external factors like weather and pollution contributed to acne severity. The findings suggest that pollution plays a critical role in exacerbating acne conditions, particularly among young adults in Lahore, and highlight the importance of addressing environmental stressors in the management and prevention of acne. This research contributes to the growing body of knowledge on the relationship between environmental factors and skin health, offering valuable insights for public health initiatives aimed at mitigating the effects of pollution on dermatological conditions.

Keywords: Acne prevalence, air pollution, pollution exposure, environmental stressors, public health initiatives.

MANAGING ACNE INDUCED POST INFLAMMATORY HYPERPIGMENTATION BY USING DERMOCOSMETICS

M. Abu BAKR
Muhammad ZAID
Muhammad UMAIR
Irsa QASIM
Ayesha ASGHAR
Dr. Mah Ru Nisa ATIF
Dr. NABIHA
Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan

Abstract

Post-inflammatory hyperpigmentation (PIH) is a skin condition where the skin becomes darker after an injury or inflammation. This can happen after things like acne breakouts, skin rashes, infections, or even some medical procedures. Our survey based research carried out on population n=400. We totally got 400 response out of which approximately 37.5% participants were married and 62.5% were unmarried. Out of 400 respondents, 150 respondents are married and 250 respondents are unmarried that have hyperpigmentation issue. Mean of married respondents is 195.60 and mean of unmarried respondents is 210.50 indicating that there are visible more cases of post inflammatory hyperpigmentation in unmarried women than married women. Statistical analysis using ANOVA revealed a main effect, P=0.02 , suggesting that there are significant differences among the group. Age of respondents had the highest mean (26.5 years), reflecting the average age of participants. Willingness to invest in PIH management indicated the significant interest with a mean value of 3.6. Other notable averages include sunscreen usage frequency (3.5) and effectiveness of skincare routine (3.2). Frequency of acne breakouts shows a slightly higher mean rank for unmarried women, suggesting that unmarried women might perceive acne as a more significant factor in managing PIH.

Use of dermocosmetic products is also ranked slightly higher among unmarried women, indicating more frequent use or importance of these products in managing PIH for them. Sunscreen usage frequency and effectiveness of skincare routine are ranked similarly between married and unmarried women, showing that both groups value sunscreen and skincare routine effectiveness similarly. This study sought to determine the risk factors, clinical presentation, and treatment outcomes of PIH in this patient population, specifically focusing on acne-induced PIH. When it comes to managing acne-induced PIH, dermocosmetics play a crucial role.

Keywords: Dermocosmetics, acne induced hyperpigmentation, skin care

ASSESSING OSTEOPOROSIS AND ITS AGGRAVATING PHARMACEUTICAL ASSOCIATED ADVERSE EFFECTS IN LAHORE PUNJAB, PAKISTAN

Mudassir HAFEEZ
Muhammad HASHAAM
Kashif ZUBAIR
Aamir SOHAIL
Sumaira YOUNUS
Dr. NABIHA
Supervisor: Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF
Hajvery University Euro Campus, Lahore

Abstract

Osteoporosis is a significant skeletal condition marked by reduced bone mass and structural deterioration, leading to an increased risk of fractures and diminished quality of life. This study aimed to assess the adverse effects of osteoporosis-associated medications and their impact on individuals in Lahore, highlighting the critical need for early diagnosis and effective management strategies. A carefully designed questionnaire was developed to gather data from patients and healthcare professionals, focusing on the effects of osteoporosis and associated pharmaceuticals on daily life. The questionnaire ensured comprehensive coverage of relevant factors, including diagnostic challenges and treatment outcomes. The research employed a cross-sectional methodology, incorporating a robust sample size and rigorous statistical analysis to validate findings. Data collection adhered to stringent ethical standards, ensuring reliability and accuracy in understanding the disease's burden and associated complications. Results revealed a profound impact of osteoporosis on patients, including delayed diagnoses and significant adverse effects of medications. These findings underscore the urgent need for improved diagnostic practices, preventive measures, and targeted interventions to mitigate the disease’s effects on individuals and healthcare systems. The study faced limitations, including constraints in sample diversity and challenges in generalizing findings to broader populations. Despite these challenges, the research provides valuable insights and practical recommendations to address the burden of osteoporosis and enhance patient outcomes.

Keywords: Osteoporosis; Bone mineral density, Proton pump inhibitors; Bone remodeling; Bone resorption; Calcium deficiency; Vitamin D deficiency

ASSESSMENT OF CLINICAL KNOWLEDGE DERMATOLOGIST ABOUT LASER THERAPY TO TREAT HYPERPIGMENTATION

Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF (Lecturer)
Dr. Nabhia IQBAL (Head of Department)
Kamran SHEHZAD
Muhammad Affaq ALI
Muhammad GHILMAN
Muhammad Haris SHAH
Arbaab HUSSAIN
The Hajvery University, Euro Campus Gulberg III, Lahore.

Abstract

This study evaluates the clinical knowledge and decision-making competencies of dermatology providers in utilizing laser therapy for the treatment of dermal and epidermal hyperpigmentation. Hyperpigmentation, a prevalent dermatological concern, requires precise and effective interventions tailored to individual patient profiles. Laser therapy, particularly fractional, Q switched, and picosecond lasers, has emerged as a leading treatment modality. However, its success hinges on the provider's expertise in skin assessment, laser parameter optimization, and patient management. The research involved a comprehensive clinical knowledge assessment of dermatology providers, focusing on their understanding of hyperpigmentation pathology, laser physics, and protocol customization for diverse skin types. Providers were also evaluated on their ability to identify contraindications, manage side effects, and achieve patient satisfaction. Data was collected through surveys, case simulations, and peer reviews, aiming to highlight knowledge gaps and best practices. Findings reveal variability in providers' proficiency, with significant gaps in tailoring laser parameters for Fitzpatrick skin types IV-VI and managing post-inflammatory hyperpigmentation. Recommendations include structured training programs, evidence-based guidelines, and continuous education to standardize and enhance laser therapy outcomes for hyperpigmentation. This assessment underscores the critical role of dermatology providers' expertise in ensuring the safe and effective use of laser technology.

Keywords: Laser therapy, hyperpigmentation, clinical competence, laser parameter optimization,

EVALUATING THE INTENSITY OF DYSTHYMIA AND THEIR CLINICAL MANIFESTATION ON CLINICAL PRACTITIONERS DURING RESEARCH-BASED STUDIES

Asad ULLAH
Muhammad SHAKEEL
Farwa SANA
Abdul QAYYUM
Fizza SHOUKAT
Dr. Nabiha IQBAL
Dr. Mah-Ru-Nisa ATIF
Hajvery University Euro Campus, Gulberg III, Lahore.

Abstract

This study investigates the prevalence, intensity, and impact of dysthymia among clinical practitioners engaged in research-based activities. Findings reveal that 54% of participants were female, with a notable under-diagnosis rate of 8.2%, highlighting a gap in awareness and screening. Dysthymia was found to significantly impair research productivity, with symptoms such as difficulty concentrating (42.8%), fatigue (59.2%), and sleep disturbances (56.9%) being highly prevalent. Emotional challenges, including feelings of worthlessness (53.5%) and guilt (44.3%), alongside workplace stigma, were critical barriers to addressing mental health concerns. Coping mechanisms like mindfulness-based techniques proved beneficial, with 49% of participants finding them helpful. Interest in mental health workshops was also high, indicating readiness among practitioners to engage in supportive interventions. The study emphasizes the urgent need for routine mental health screenings, accessible counseling services, and organizational policies promoting work-life balance to mitigate dysthymia's effects. By fostering a supportive culture and addressing stigma, healthcare systems can enhance practitioners' well-being and professional efficacy, ultimately improving both clinical outcomes and research productivity.

Keywords: Dysthymia, Persistent Depressive Disorder (PDD), Clinical Practitioner, Research Productivity, Mental Health Screening, Workplace Stress, Cognitive Impairments, Mindfulness-Based Interventions, Work-Life Balance, Emotional Challenges

INVESTIGATION OF THE IMPACT OF GASTROINTESTINAL DISEASES AND DIETARY FACTORS ON THE OCCURRENCE, PREVALENCE, AND SEVERITY OF MOUTH ULCERS

Dr. Mah-ru-nisa ATIF (Lecturer)
Abubakar SYED
Dr. NABIHA
Mishal JAVED
Osama BAIG
Akash QASIM
Shahbaz JUTT
The Hajvery University Euro Campus Gulberg III Lahore, Pakistan

Abstract

Mouth ulcers, a prevalent health concern with multifactorial causes, are strongly linked to gastrointestinal (GI) diseases, including GERD, IBD, and Behçet's syndrome, as well as dietary habits. This cross-sectional study, conducted with 400 participants from clinical and hospital settings in Lahore, Pakistan, aimed to explore the relationship between GI health, dietary patterns, and mouth ulcers. Data collection involved a comprehensive questionnaire addressing medical history, dietary habits, lifestyle factors, and patient-reported outcomes. Results indicated that 57.6% of participants had GI diseases, with GERD being the most common (42.6%). Dietary analysis revealed frequent consumption of spicy foods (35.6%), fast foods (30.8%), and caffeinated beverages (50.4%), which were associated with the onset or worsening of ulcers. Notably, 47.6% of participants reported improvement in symptoms after modifying their diet, particularly by reducing spicy and acidic foods. Psychosomatic factors such as stress and anxiety (34.1%) and daily abdominal discomfort (26.2%) were also significant contributors. The study underscores the importance of dietary counseling and stress management in mitigating mouth ulcer severity, emphasizing their potential as effective, non-invasive strategies. These findings call for further research into the underlying mechanisms and the development of targeted therapeutic interventions to enhance prevention and management efforts.

Keywords: Mouth ulcers, gastrointestinal diseases, GERD (gastroesophageal reflux disease), inflammatory bowel disease (IBD), Behçet's syndrome, dietary habits, survey-based observational study, patient-reported outcomes, statistical analysis (SPSS).

CLINICAL STUDY TO EVALUATE THE TREATMENT OF VITILIGO BY USING AESTHETIC METHODS

Muhammad RAFAY
Faizan AHMED
Fiza NOOR
H. M. Umer SALEEM
Dr. NABIHA
Dr. Mah Ru Nisa ATIF
Hajvery University, Euro Campus, Lahore, Pakistan

Abstract

Vitiligo is a skin condition characterized by the loss of melanocytes, leading to depigmented patches on the skin. It affects individuals of all ages, races, and genders, although the exact etiology remains unclear. The disorder has a significant impact on the psychological and emotional well-being of patients, making early diagnosis and treatment essential. Several factors including genetics, autoimmunity, oxidative stress, and environmental triggers are believed to contribute to the development of vitiligo.

Objective: This study aims to evaluate the clinical features, treatment outcomes, and potential biomarkers associated with vitiligo, with a focus on understanding the pathophysiology and the effectiveness of current therapeutic interventions.

Methods: A cohort of 400 patients diagnosed with vitiligo were enrolled. Detailed clinical assessments including age of onset, family history, disease progression, and affected body regions were documented. Patients received either conventional treatments (topical corticosteroids, vitamins).

Results: The study found that patients with an earlier onset of vitiligo showed a higher likelihood of disease progression and more extensive depigmentation. Among the treatments, topical corticosteroids showed the highest rates of regimentation, with significant improvements noted in over 60% of patients. Blood samples indicated increased levels of pro-inflammatory cytokines, suggesting a role for immune dysregulation in vitiligo pathogenesis.

Conclusion: This clinical study highlights the heterogeneous nature of vitiligo and emphasizes the need for individualized treatment strategies. While conventional treatments remain effective for many patients, aesthetic therapies such as vitamin, offer promising results for those with refractory cases. Further research into the molecular mechanisms of vitiligo and the identification of specific biomarkers could enhance therapeutic outcomes and lead to more targeted treatments in the future.

FORMULATION AND EVALUATION OF OTF OF CETIRIZINE FOR RAPID SYSTEMIC ACTION

Taskeen FATIMA
Mahna FATIMA
Areeba ARIF
Mehran MAJEED
Raheela MUQADUS
Hajvery University

ABSTRACT

Allergy has become one of the most common chronic disorder worldwide, affecting nearly 40% of the global population Hypersensitivity reactions are the root cause of allergies, autoimmune diseases, and transplant rejections. Cetirizine, a second-generation H1 histamine blocker, is widely used to manage allergy-related conditions, particularly hay fever and skin welts in patients. Oral thin films (OTFs) are a pharmaceutical dosage form designed to rapidly dissolve within seconds when placed in the oral cavity. One of the main advantages of oral films is that they may be provided without the need for distilled water, preparing oral thin films convenient to use anywhere and whenever. Oral thin films have low disintegration duration and a high dissolution period, which results in a quick onset of action. The solvent casting method is used to prepared films by initially dissolving the excipients; the mixture was stirred for 15 minutes to achieve a clear solution. The films were dried in a hot air oven at a temperature not exceeding 50°C. Once dried, they were gently peeled from the glass plates. The pre-formulation and post-formulation studies, including Organoleptic analysis, solubility testing, stability assessment, drug content analysis, and microscopic examination were conducted. Each OTF was packaged in silver-coloured aluminium foil to protect it from moisture, heat, and light, with twenty films placed in a box, meeting all necessary packaging requirements. Oral thin films are better than conventional dosage forms because of flexibility, rapid onset of action, improved bioavailability, and increased patient compliance. Oral thin films are customizable, according to specific patient need.

Keywords: Autoimmune disease, rapid systemic action, Solvent Casting method, bioavailability, H1 blocker, patient compliance

AI-BASED FAULT DETECTION AND DIAGNOSIS IN HYBRID WIND-PV ENERGY SYSTEMS

Zouhir BOUMOUS, Hadia BELHOUCHET,
Med Mounir ABBAS, Rayane Yasmine MAHFOUDİ, Med Abd Errezak GHELLOUCI
Laboratory of Electrical Engineering and Renewable Energy, University of Souk Ahras, Route Annaba B.P. 1553, Souk Ahras, Algeria.

Abstract

The integration of artificial intelligence (AI) in fault detection and diagnosis enhances the reliability and efficiency of hybrid wind-photovoltaic (PV) energy systems. This study explores AI-based techniques to identify, classify, and predict faults in wind turbines and PV panels, ensuring optimal performance and reduced downtime. Machine learning (ML) algorithms such as Support Vector Machines (SVM), Random Forest (RF), and Artificial Neural Networks (ANN) are employed for fault classification based on real-time operational data. Deep learning (DL) models, including Convolutional Neural Networks (CNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) networks, are used for anomaly detection and predictive maintenance by analyzing sensor data and thermal imaging. Additionally, fuzzy logic and expert systems enhance decision-making under uncertain conditions, while wavelet transform and Fourier analysis improve fault signal processing. The proposed AI-driven framework enables early fault detection, predictive diagnostics, and real-time system optimization, leading to enhanced stability, reduced maintenance costs, and increased energy efficiency in hybrid renewable energy systems.

Keywords: hybrid system, energy efficiency, reliability, Fault control , AI driven.

AI-DRIVEN AGING ANALYSIS OF PHOTOVOLTAIC PANEL MATERIALS FOR ENHANCED DURABILITY

Samira BOUMOUS, Zouhir BOUMOUS, Hadia BELHOUCHET, Sabrine MOURAKEB, Med Abd Errezak GHELLOUCI
Laboratory of Electrical Engineering and Renewable Energy, University of Souk Ahras, Route Annaba B.P. 1553, Souk Ahras, Algeria.

Abstract

The aging study of materials used in photovoltaic (PV) panels is crucial for ensuring long-term efficiency and reliability in solar energy systems. This research integrates artificial intelligence (AI) techniques to analyze degradation mechanisms affecting key PV materials, such as encapsulants, backsheet layers, and solar cells, under environmental stressors including UV radiation, temperature fluctuations, humidity, and mechanical loads. Machine learning models are developed to predict aging patterns by processing large datasets from accelerated aging tests and real-time field exposure. Advanced AI-driven image processing techniques detect microcracks, discoloration, and delamination, while predictive analytics optimize material selection for enhanced durability. The study combines spectroscopy, thermal imaging, and electrical characterization with AI-based algorithms to assess failure modes and improve lifespan prediction. The findings contribute to the development of smart monitoring systems for PV panels, enabling proactive maintenance and enhanced material selection for increased solar panel longevity.

Keywords: Photovoltaic panel, efficiency, reliability, power system, aging.

PRODUCTION OF BIOGAS IN ALGERIA: METHODS AND CHALLENGES

Toumi MERIEM, Abdelli Islem SAFIA,
Abdelmalek FATIHA, Addou AHMED
27000, Abdelhamid Ibn-Badis University, Mostaganem, Algeria

Abstract

Algeria, a country rich in conventional energy resources, has significant potential for developing renewable energy, including biogas. Biogas, produced from the anaerobic digestion of organic waste, offers a sustainable alternative for energy diversification and environmental protection. The country's large agricultural sector, livestock industry, and municipal waste provide ample raw materials for biogas production. Despite its potential, biogas development in Algeria faces challenges such as limited infrastructure, lack of policy incentives, and low public awareness. However, initiatives promoting waste-to-energy projects, rural electrification, and environmental sustainability are gaining traction. This paper explores Algeria's biogas potential, current projects, challenges, and future prospects. It highlights the need for government support, technological advancements, and private-sector involvement to fully harness biogas as a clean and sustainable energy source.

Key words: Algeria, biogas, waste, renewable energy.

PHARMACOLOGICAL ACTIVITY OF BLACKCURRANTS' (*Ribes Nigrum* L.)

S. Sheron KEVIN
Final Year Student Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research
M. K. VIJAYALAKSHMI
Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research
V. SELVAKUMAR
Final year student Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research
S. VENKATESHWARAN
Final year student Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research
E. Hamsini EISHA
Final year student Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research
ASHWINI
Final year student Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research

Abstract

Because to its polyphenol profile, blackcurrant has a number of health-promoting qualities. Recent research has shown that it has therapeutic promise for a number of illnesses. Anti-inflammatory, antioxidant, and antibacterial qualities are only a few of the functional and pharmacological characteristics of the many bioactives found in blackcurrants. The most prevalent and significant bioactive substances include polyunsaturated fatty acids, phenolic acids, flavonols, and anthocyanins. Food forms made from blackcurrants include extracts, juice, powder, and pomace. There are pharmacological, prebiotic, and industrial advantages to all of these dietary forms. The contemporary literature's discussion of the nutritional makeup, industrial uses, and medicinal potential is included in the current article. Additionally, new extraction methods have been developed to extract the bioactive substances found in blackcurrants and address safety issues.

Keywords: Blackcurrant, Anti-inflammatory, antioxidant, antibacterial, prebiotic, extracts.

BIOTIC DRIVERS OF SEASONAL AND SPATIAL VARIABILITY IN RIVERINE PHYTOPLANKTON COMMUNITIES

Rabar Mohammed HUSSEIN
Medical Laboratory Technician Department, Noble Technical Institute

Abstract

Phytoplankton communities in riverine systems are highly influenced by abiotic factors, which shape their seasonal and spatial variability. This study investigates the key environmental drivers affecting phytoplankton abundance and composition in a selected river system. Parameters such as water temperature, pH, light availability, flow rate, and nutrient concentrations were monitored across different seasons and locations. Results revealed that temperature and nutrient levels were the most significant predictors of phytoplankton diversity and biomass. Seasonal variations were more pronounced than spatial differences, highlighting the strong influence of temporal changes in abiotic conditions. Flow rate and turbidity were found to play a critical role in spatial distribution patterns. Understanding these interactions provides insight into river ecosystem health and supports future management strategies. This research emphasizes the importance of continuous monitoring of abiotic variables to predict phytoplankton dynamics in freshwater systems.

Keywords: Phytoplankton, Rivers, Abiotic factors, Seasonality, Spatial variability

AN INVENTORY MODEL FOR DELAYED DETERIORATING ITEMS WITH LEAD TIME AND QUADRATIC TIME DEPENDENT HOLDING COST

Babani Abdullahi UMAR
Department of Mathematical Sciences, Bauchi State University, Gadau, Bauchi State, Nigeria
Zaharaddini Haruna MUSA
Department of Sciences, Jigawa State College of Remedial and Advanced Studies, Babura, Jigawa State, Nigeria
Muttaka Aminu SHITU
Department of Sciences, Jigawa State College of Remedial and Advanced Studies, Babura, Jigawa State, Nigeria
Abubakar ISAH
Department of Sciences, Jigawa State College of Remedial and Advanced Studies, Babura, Jigawa State, Nigeria
Abdullahi ABBAS
Department of Sciences, Jigawa State College of Remedial and Advanced Studies, Babura, Jigawa State, Nigeria
Rabi'u MUHAMMAD
Department of Management Sciences, Jigawa State College of Remedial and Advanced Studies, Babura, Jigawa State, Nigeria

Abstract

In this study, the inventory model for delayed deteriorating items with lead time, price dependent demand and Quadratic time dependent holding cost were developed. The proposed model assumes a price dependent demand before deterioration begins and constant demand rate at the onset of deterioration and beyond. Shortages are allowed and completely backlogged. The mathematical model developed is analytically solved and an iterative method is employed to find its numerical solution. Examples on the application of the model are provided and sensitivity analysis on some selected system parameters carried out.

Keywords: Delayed Deterioration, Inventory, Lead time, Price Defendant Demand.

THE IMPACT OF CROP ROTATION AND DIVERSIFICATION ON SOIL FERTILITY

Hassan ABDULMUMINI
Department of Crop Production School of Agric/Agricultural Technology
Federal Polytechnic Bali, Taraba State

Abstract

Crop rotation and diversification are key strategies employed in modern agriculture to improve soil fertility and sustain agricultural productivity. This paper examines the effect of crop rotation and diversification on soil fertility, focusing on their impacts on soil structure, nutrient cycling, microbial diversity, and overall ecosystem health. Through a review of relevant literature and case studies, the paper highlights the benefits of crop rotation in breaking pest and disease cycles, reducing soil erosion, and enhancing soil organic matter content. Furthermore, it explores how diversification of crop species can promote biodiversity above and below ground, leading to improved soil structure and nutrient availability. The role of legumes in nitrogen fixation and cover crops in soil conservation is also discussed. Additionally, the paper addresses challenges and limitations associated with implementing crop rotation and diversification practices, including economic constraints and knowledge gaps. Finally, recommendations are provided for promoting the adoption of these sustainable agricultural practices, emphasizing the need for policy support, farmer education, and research investments to unlock their full potential in enhancing soil fertility and ensuring long-term agricultural sustainability.

Key Words: crop rotation, crop diversification, soil structure, microbial diversity, soil fertility.

INTRODUCTION

Rotations have been an essential component of agriculture since at least Roman times (White, 1970) if not back to the origins of agriculture itself, not only in Europe but globally as well (King, 1911). The basics of rotations are very simple, but the full magnitude of their effects can be profound. Rotations are the antithesis of monoculture where the same crop is grown on the same piece of land year after year. With rotations a succession of crops is grown, a minimum of two, but, often four or more crops, or best more than seven, before a crop that has been grown previously, returns to the same piece of land. Ideally the crops are as diverse as possible in terms of their taxonomic relationships and physical attributes (e.g., root structure, weed competitiveness, nutrient requirements, etc.) and include a mixture of pasture, arable and vegetable crops. The benefits of rotations include:

On-farm benefits:

Enhancing soil health:

- Improved soil structure;
- Increased organic matter / carbon levels;

Better 'fertility' through nitrogen fixation, increased cation exchange and microbial mobilisation of nutrients:

- Leading to reduced need for nitrogen fertilisers and more efficient use of other fertilisers, especially phosphorus.
- Increased water holding capacity helping counteract droughts;
- Improved drainage helping to counteract high rainfall / flooding;

Increased resistance to erosion, both water and wind.

Better weed, pest and disease (fungal and bacterial) management;

Leading to reduced need for pesticides and therefore reduced likelihood of evolved resistance.

Increased crop growth and farm productivity in the absence or reduced input of pesticides and mineral nitrogen fertilisers;

- Reducing risk and greater stability of income and profit through an increased range of farm products;
- Mitigating weather and soil moisture based risk; Spreading the times of peak labour demand.

Off-farm benefits:

Increased biodiversity, not just of planted crops, but also:

- Above ground biodiversity: plants, vertebrates, invertebrates and microbes, at both farm and landscape scales;
- Below ground biodiversity, particularly soil microbial biodiversity.

Addressing the climate crisis:

Mitigation through:

- Carbon sequestration;
- Reduced nitrous oxide and methane production;
- Reduced nitrogen fertiliser use (both upstream and downstream benefits).

Adaptation through increased soil resilience and therefore farm resilience.

- Reduced losses of nitrogen and phosphorus to the hydrosphere;
- Reduced losses of pesticides to the wider environment; Improved aesthetics of the farmed landscape.

Despite these many benefits, rotations have been used less and less since the middle of the 20th Century, due to the widespread and intensive uptake of mineral fertilisers, particularly nitrogen, and the agrichemical pesticides (xenobiocides), which along with irrigation, and mechanisation are used to replace the benefits and outcomes of rotations (e.g., pest control, nitrogen supply) and are therefore the foundation of the intensive / industrial systems of agriculture that dominate the developed world to this day (Pretty, 2008).

However, there are a multiplicity of problems associated with industrial agriculture, e.g., biodiversity and habitat loss, soil damage and loss, excess phosphorus and nitrogen in the environment, the climate crisis, xenobiocides and xenobiotic compounds (e.g., microplastics) in the environment, etc., (Steffen et al., 2015). Not only has industrial agriculture created a very wide range of problems, it also faces major disruption to the inputs and technologies that have created it, such as: evolved resistance of insects, diseases and weeds to the xenobiocides (Steffen et al., 2015); finite supplies of phosphorus (Jenkins & Jenkins, 2012; Science Communication Unit University of the West of England Bristol, 2013; Merfield, 2014); and nitrogen fertiliser which use large amounts of fossil fuels to manufacture (Sutton et al., 2011). At the same time agriculture is having to adapt to external problems such as the climate crisis (Steffen et al., 2015). There is therefore an increasingly urgent need for a new revolution in agriculture, to reduce its environmental impacts, while also adapting to the environmental challenges that it faces, e.g., climate change, soil loss, reduction of biodiversity, etc., and while still meeting demand for healthy food. In particular, while the pesticides and mineral nitrogen fertilisers reduced, even eliminated, the need for rotations, now that the pesticides are failing due to evolved resistance and societal rejection, and the environmental harm due to nitrogen fertilisers must be mitigated, rotations will again become an important part of the solution to address these, and the many more, negative impacts of industrial agriculture, while also assisting agriculture adapt to a more capricious climate.

Of the multitude benefits of rotations, the focus of this report is on the impacts of rotations on soil health. It does not aim to be a comprehensive review of the entire literature on rotations nor a meta study as that would require orders of magnitude greater resources than are available. Rather, it aims to give an overview of the potential diversity and type of impacts that rotations

can have on soil health with the aim of informing those from outside of agriculture, and to inform policy and public debate.

PROBLEM STATEMENT

Food production is moving far lower than the population growth, leading to continued declines in its already low food production per capita. Ethiopian agriculture is still heavily dependent on the natural soil fertility, terrain, climate, and water availability. In this region soil nutrient balance aggravated through time to time and it leads low crop yield. Nutrient depletion rates are aggravated in Ethiopia by high erosion, biomass and animal manure removal from farm plots, limited application of mineral and organic fertilizers, land degradation, recurrent drought, over grazing and monocropping for the major crops in the area Teklu et al. (2006), [1,2]. In Ethiopia, chemical fertilizers (diammonium phosphate (DAP) and urea) which are most common applied for the last five decades to obtain optimum crop yields. It is apparent that, inorganic fertilizers have a high concentration of nutrients that are rapidly available for plant uptake. Relatively small quantities of inorganic fertilizers are required, and transport and application costs are low. Through time to time, a wide range of inorganic fertilizers are required to maintain soil fertility and productivity of their crops will drop, and soil nutrient levels will decline rapidly Waswa et al. (2007). In contrast, sufficient mineral fertilizers are not available at the right times during cropping season, and this is attributed to high transaction costs Nyamangara et al. (2009). Inorganic fertilizers also contribute to eutrophication (fertilization of surface waters), which results in explosive growth of algae resulting in disruptive changes to biological equilibrium [3]. In the middle of the 19th century, organic material in the form of manure was the only recognized source of plant nutrients added to the soil before the introduction of chemical fertilizers. Research finding showed that a positive correlation between the application of manure and inorganic N-fertilizer on soil organic carbon (SOC), bulk density, macro-aggregate stability, and aggregate protected carbon Dunjana, et al. (2012). Manure is known to increase crop yield by its favorable effect on physical, chemical, and biological factors that determines the productivity and fertility status of soil and supply nutrients in the readily available form to plants. For instance, 1 ton of highquality of phosphorus and 6 kg of potassium as evidenced by Vasundhara (2006), Tennakoon, et al. (2003), found the nutrient content of manure to be between 1.2-1.8; 0.4-0.6 and 1.1-1.9 per cent of N, P, K respectively whereas Bhanuvally reports that FYM contains approximately 0.5, 0.2 and 0.5 per cent of N, P2O5 and K2O, respectively. In a different way of improving soil fertility is crop rotation. It is the practice of growing a sequence of different crops on the same piece of land. Long-term studies indicate that crop rotation, in conjunction with other fertility management

practices, is fundamental to long-term agricultural productivity and sustainability. It plays great role for improving soil physical, chemical and biological characteristics Edesi, et al. (2012). In any case, the effect of rotation on soil fertility is not permanent and mainly depends on managing system, local soil and weather condition.

METHODOLOGY

Commencing of this review was collected from different available research findings from different research journals. References were also made to documents of national statistics and progress reports of research centers. Then, a detailed literature search was carried out using web of science, Google scholars and open access journals search. Papers selection was made through specific searches for appropriate articles on crop rotation and soil fertility studies in the world.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Effect of Crop rotation on Soil Chemical Properties

Crop rotation has improved some of Soil chemical properties like soil PH, total nitrogen, Available Phosphorus, organic carbon, potassium, and Cation exchange capacity. a. Soil PH : Geisseler, et al. (2014), [8,9] showed that cereal- legumes crop rotation cycles, soil PH changed in plots applied with manure but did not change in inorganic fertilizers .It is the principal factor of plant nutrient up take that are easily available at higher rates in weak acid Rahman and Ranamukhaarachchi.

Effect of both rotation and diversification

Crop rotation and diversification play significant roles in improving soil fertility by enhancing nutrient availability, microbial diversity, and soil structure. According to Smith et al. (2019), crop rotation involves alternating different crops over sequential seasons, which helps prevent nutrient depletion and soil degradation. Additionally, diversification, the practice of growing a variety of crops within a single field or farming system, contributes to soil fertility by promoting symbiotic relationships between plants and soil microorganisms (Hartman et al., 2018).

Studies have shown that crop rotation can increase soil organic matter content and nutrient levels, particularly nitrogen, phosphorus, and potassium (Gugino et al., 2009). This is attributed to the fact that different crops have varying nutrient requirements and root structures, which can reduce nutrient leaching and enhance nutrient cycling in the soil (Drinkwater et al., 1998).

Furthermore, diversification has been found to improve soil health by fostering beneficial interactions between plants and soil microbes. For example, leguminous crops in rotation systems can fix atmospheric nitrogen, thereby enriching the soil with this essential nutrient (Hartman et al., 2018). Moreover, the presence of diverse plant species can enhance microbial

diversity in the soil, leading to improved nutrient mineralization and disease suppression (Bender et al., 2016).

In summary, both crop rotation and diversification positively impact soil fertility by enhancing nutrient cycling, microbial activity, and soil structure, thereby promoting sustainable agricultural practices.

Effect of Crop rotation on Soil Physical Properties

Soil physical properties play a critical role in creating favorable conditions for crop growth and soil quality. [32] found that the effects of cropping systems on soil physical properties are often related to changes in SOM. Some research findings proved that the addition of soil organic matter in cropping systems increased organic carbon, moisture retention capacity and infiltration rate of the surface soil, porosity while decrease bulk density, that is important indicators of air and water movement in the soil and restrictions to root growth, by incorporating a less dense material and improving aggregate stability Lal (2004). Furthermore, researchers were reported that higher bulk density values for continuous cereal cropping systems had higher bulk density compared that cereal-legumes rotation systems Karlen, et al. [5, 34] reported that bulk density was 5% greater after 8 years under a corn-soybean rotation compared to continuous corn due to a greater aggregate stability from the addition of soil organic matter under continuous corn. However, several other studies report no effect on bulk density due to the cropping system Huggins et al. (2007).

Effect of Crop rotation on Soil Biological Properties

Soil microbial biomass is a small, but significant for decomposition of organic materials and bring to bears key roles in soil fertility and nutrient cycling in agricultural ecosystems. Although, it comprises 2–5% of soil carbon and 1-5% of soil N Smith, et al. (1990) and has a double function in the soil. Firstly, it helps in the transformation of all organic materials that enter the soil and secondly, acts as a dynamic pool containing appreciable reserves of carbon, nitrogen, phosphorus(P) and sulfur (S). Any changes in the amount of the microbial biomass affect the cycling of N, P and S and their availability to plants Saffigna, et al. (1989), Friedel, et al. (1996).

CONCLUSION

Based on the evidence presented, it can be concluded that both crop rotation and diversification have significant positive effects on soil fertility in agricultural systems. These practices contribute to improved nutrient availability, enhanced microbial diversity, and better soil structure, ultimately promoting sustainable soil health and productivity.

RECOMMENDATIONS

Recommendations for farmers and agricultural practitioners include:

1.Implementing diverse crop rotation schemes that involve alternating crops with different nutrient requirements and root structures to maximize nutrient cycling and minimize soil depletion.

2.Incorporating leguminous crops into rotation systems to take advantage of their nitrogen-fixing abilities, thus reducing the need for synthetic fertilizers and enhancing soil nitrogen levels.

3.Adopting diversified cropping systems that include a variety of plant species to promote soil microbial diversity, which can improve nutrient mineralization and disease suppression.

4.Practicing conservation tillage or no-till farming to minimize soil disturbance and preserve soil structure, which is especially important in maintaining the benefits of crop rotation and diversification.

5.Continuously monitoring soil health indicators, such as organic matter content, nutrient levels, and microbial activity, to assess the effectiveness of crop rotation and diversification practices and make informed management decisions.

By implementing these recommendations, farmers can enhance soil fertility, promote sustainable agricultural practices, and improve the long-term productivity and resilience of their farming systems.

REFERENCES

Adeniyan O A, Ojo A O, Akinbode O A, Adediran J A (2011) Comparative study of different organic manures and NPK fertilizer for improvement of soil chemical properties and dry matter yield of maize in two different soils. J Soil Sci Environmental Management 2(1): 9-13.

AGRA (2014) Africa Agriculture Status Report Climate change and smallholder agriculture in sub-saharan Africa.

Aref S, M M Wander (1998) Long-term trends of corn yield and soil organic matter in different crop sequences and fertility treatment.

Bender, S. F., Wagg, C., van der Heijden, M. G. A., 2016. An underground revolution: biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. Trends in Ecology & Evolution, 31(6), 440-452.

Bhanuvally M (2006) Impact of Farmer's Organic Farming Practices on Soil Properties in Northern Dry Zone of Karnataka. University of Agricultural Sciences Dharwad.

Brodruzzaman M, Meisner C A, Sadat M A, Hossain M I (2010) Long-term effects of applied organic manures and inorganic fertilizers on yield and soil fertility in a heat rice cropping pattern. Congress presented at the 19th Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World Bri.

Bayu W, Rethman N F G, Hammes P S, Alemu G (2006) Application of farmyard manure improved the chemical and physical properties of the soil in a semi-arid area in Ethiopia. Bio Agri Horti 24(3): 293-300.

Camberato JJ (2001) Nitrogen in Soil and Fertilizers. South Carolina Turfgrass Foundation 8(1): 6-10.

C L van Beek, E Elias, G S Yihenew, H Heesmans, A Tsegaye, et al. (2016) Soil nutrient balances under diverse agro-ecological settings in Ethiopia. Nutr Cycl Agroecosyst 106: 257-274.

Cercioglu M, Okur B, Delibacak S, Ongun A R (2012) Effects of Tobacco waste and Farmyard Manure on Soil Properties and Yield of Lettuce (*Lactuca sativa* L. var.capitata). Communi in Soil Sci and Plant Analysis 43(6): 875-886.

Cordell D, Rosemarin A, Schröder J J, Smit A L (2011) Towards global phosphorus security: A systems framework for phosphorus recovery and reuse options. Chemosphere 84: 747-758.

Crews T E Peoples M B (2004) Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. Agriculture, Ecosystems &Environment 102(3): 279-297.

Drinkwater, L. E., Wagoner, P., & Sarrantonio, M., 1998. Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. Nature, 396(6708), 262-265.

Donelly P K, J A Entry, D L Crawford K J Cromack (1990) Cellulose and lignin degradation in forest soils: response to moisture, temperature and acidity. Microb Eco 20(1): 289-295.

Edesi L, Järvan M, Noormets M, Lauringson E, Adamson A (2012) The importance of solid cattle manure application on soil microorganisms in organic and conventional cultivation.

Gugino, B. K., Idowu, O. J., Schindelbeck, R. R., van Es, H. M., Wolfe, D. W., Thies, J. E., ... & Moebius-Clune, B. N., 2009. Cornell soil health assessment training manual. Cornell University Cooperative Extension, 57.

Hartman, K., van der Heijden, M. G. A., Wittwer, R. A., Banerjee, S., Walser, J. C., & Schlaeppi, K., 2018. Cropping practices manipulate abundance patterns of root and soil microbiome members paving the way to smart farming. Microbiome, 6(1), 1-14.

Imtiaz Rashid M, de Goede R G M, Brussaard L, Lantinga E A (2013) Home field advantage of cattle manure decomposition affects the apparent nitrogen recovery in production grasslands. Soil Biology Biochemistry 57: 320-326.

Kibblewhite, M. G., Ritz, K. & Swift, M. J. (2008). Soil health in agricultural systems. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences, 363(1492), 685-701https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2610104/DOI:10.1098/rstb.2007.2178

King, F. H. (1911). Farmers of forty centuries, or permanent agriculture in China, Korea, and Japan: Mrs. F.H.

King Kwak, Y.-S. & Weller, D. M. (2013). Take-all of wheat and natural Page disease suppression: A review. The plant pathology journal, 29(2), 125-135. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4174779/DOI:10.5423/PPJ.SI.07.2012.0112

Li Q, Yu P, Li G, Zhou D (2016) Grass-legume ratio can change soil carbon and nitrogen storage in a temperate steppe grassland. Soil Tillage Research 157: 23-31.

Mckenzie RH, J W B Stewart, J F Dormaar, G B Schaalje (1992) Long-term.

Mitchell C C, R L Westerman, J R Brown, T R Peck (1991) Overview of long-term agronomic research. Agron J 83: 24-29.

Mohammadi K, Sohrabi Y, Heidari G, Khalesro S, Majidi M (2012) Effective factors on biological nitrogen fixation. African J Agri Res 7: 1782-1788.

Nidhi Rai, Priyanka Ashiya, Devendra Singh Rathore (2014) Comparative Study of the Effect of Chemical Fertilizers and Organic Fertilizers on Eisenia foetida 3(5).

Raghothama K G (1999) Phosphate acquisition. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 50: 665-693.

Rahman M M, S L Ranamukhaarachchi (2003) Fertility status and possible environmental consequences of Tista Floodplain soils in Bangladesh. Thammasa Int J Sci Techno 8(3): 11-19.

Santa R I (2000) Biomass estimation and nutrient pools in four Quercus pyrenaica in Sierra de Gata Mountains, Salamanca, Spain. Forest Eco and Manage 132: 127-141.

Sadananda N, I C Mahapatra (1972) A study of the effect of multiple cropping on the phosphorus content of upland alluvial

Selles F, C A Campbell, R P Zentner (1995) Effect of cropping and fertilization on plant and soil phosphorus. Soil Sci Soc Am J 59: 140-144.

Smith, R. G., Martínez-Espejo Zaragoza, I., Mann, J. J., Bausch, W. C., & McDaniel, M. D., 2019. Crop rotation and tillage effects on soil health indicators in the Midwestern United States. Soil Science Society of America Journal, 83(6), 1725-1738.

TRANSFORMATIONAL LEADERSHIP IN SCHOOLS: FOSTERING A CULTURE OF CONTINUOUS IMPROVEMENT

Christian Putra SIMANJUNTAK, April AMBARITA
Universitas Kristen Indonesia

Abstract

The main challenge in school management today is how to create a culture of continuous improvement that not only enhances student academic performance but also motivates the professional development of teachers and staff. Transformational leadership, with its focus on vision, inspiration, and empowerment, emerges as a potential solution to address this issue. This study aims to explore the impact of transformational leadership in fostering a culture of continuous improvement within schools. A qualitative approach was employed, utilizing case studies from several schools that have implemented transformational leadership principles. Data was collected through interviews with school principals, teachers, and administrative staff, as well as direct observations of leadership practices within the schools. The results of the study indicate that the application of transformational leadership successfully enhanced teacher and student motivation, improved interpersonal relationships, and created an environment that encouraged innovation and collaboration. Additionally, the study found that the success of this leadership approach was closely tied to the strategies employed by school leaders to overcome internal and external challenges, such as resistance to change and resource limitations. The study concludes that transformational leadership can serve as a catalyst in fostering a culture of continuous improvement, which in turn contributes to the overall enhancement of educational quality in schools.

Keywords: Transformational Leadership, School Management, Culture of Continuous Improvement, Professional Development, Teacher Motivation, Educational Innovation, Collaboration, Educational Quality.

KEPEMIMPINAN TRANSFORMASIONAL DI SEKOLAH: MEMBANGUN BUDAYA PERBAIKAN BERKELANJUTAN

Abstrak

Permasalahan utama dalam manajemen sekolah saat ini adalah bagaimana menciptakan budaya perbaikan berkelanjutan yang tidak hanya meningkatkan kinerja akademik siswa, tetapi juga memotivasi pengembangan profesional bagi guru dan staf. Kepemimpinan transformasional, dengan pendekatan yang mengutamakan visi, inspirasi, dan pemberdayaan, menjadi salah satu solusi yang potensial untuk mengatasi tantangan ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh kepemimpinan transformasional dalam menciptakan budaya perbaikan berkelanjutan di sekolah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kualitatif dengan studi kasus di beberapa sekolah yang telah menerapkan prinsip kepemimpinan transformasional. Data dikumpulkan melalui wawancara dengan kepala sekolah, guru, dan staf administrasi, serta observasi langsung terhadap praktik kepemimpinan di sekolah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan kepemimpinan transformasional berhasil meningkatkan motivasi guru dan siswa, memperbaiki hubungan interpersonal, serta menciptakan lingkungan yang mendorong inovasi dan kolaborasi. Selain itu, ditemukan bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dari strategi yang diterapkan oleh kepala sekolah dalam mengatasi tantangan internal dan eksternal, seperti resistensi terhadap perubahan dan keterbatasan sumber daya. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kepemimpinan transformasional dapat menjadi katalisator dalam menciptakan budaya perbaikan berkelanjutan, yang pada gilirannya berkontribusi pada peningkatan kualitas pendidikan di sekolah.

Kata Kunci: Kepemimpinan Transformasional, Manajemen Sekolah, Budaya Perbaikan Berkelanjutan, Pengembangan Profesional, Motivasi Guru, Inovasi Pendidikan, Kolaborasi, Kualitas Pendidikan.

WOMEN AND FAMILY: THE INTERPLAY OF ROLES AND DYNAMICS

Maryam HASSAN
Student of masters department of women ,s studies Ahlul bayt international university of Iran.

Abstract

This paper explores the multifaceted relationship between women and family structures, examining how traditional roles have evolved and the implications for contemporary society. Women have historically been viewed as primary caregivers and nurturers within the family unit; however, recent sociocultural shifts have led to an expansion of their roles, including increased participation in the workforce and leadership positions. This evolution has significant impacts on family dynamics, including the redistribution of household responsibilities and the negotiation of power within familial relationships.

The study employs a multidisciplinary approach, integrating perspectives from sociology, psychology, and gender studies to analyze how varying cultural, economic, and political contexts shape women's experiences within the family. It highlights the challenges women face, such as balancing professional aspirations with family obligations, and the effects of these dynamics on mental health and well-being. Additionally, the paper discusses the role of policies and societal attitudes in supporting or hindering women's contributions to family life.

Ultimately, this research underscores the importance of recognizing women's diverse roles within families and advocates for policies that promote gender equality and support family cohesion. By fostering a more inclusive understanding of women's contributions, society can better address the needs of families in a rapidly changing world.

MODERATING ROLE OF PARENTAL FAVORITISM IN RELATIONSHIP BETWEEN SIBLINGS RIVALRY AND QUALITY OF LIFE AMONG YOUNG ADULTS

Zakriya PARVEEN
Umm Eman SYED
Warda ZAINAB
Rawalpindi Women University, Rawalpindi
Neelam BIBI
Rawalpindi Institute of Cardiology
Dr. Anam KHAN
Rawalpindi Women University, Rawalpindi

Abstract

The present study investigated the moderating role of Parental Favoritism in relationship between siblings rivalry and Quality of life among young adults. It was quantitative Correlational research comprised of young adults (N=301) from Rawalpindi and Islamabad. The measures used in exploring the relationship was Adult Sibling Relationship Questionnaire Short Version (ASRQ) and World Health Organization Quality of Life Brief Scale (WHOQOL-Brief). Following analysis such as correlation, t-test, ANOVA, regression and moderation through (Hayes process Macro) were run. It was revealed that Sibling Rivalry was negatively related to Quality of Life. The results clearly indicated that Adults who experience Sibling Rivalry and parental favoritism have low quality of life. It was also revealed that Sibling rivalry and parental favoritism negatively predicts the quality of life among young adults. Results Indicated that Parental favoritism positively moderate the relationship between Sibling Rivalry and Quality of life among young adults. The result provide insight into the dynamics within the context of Pakistani families shedding light on the importance that how parental favoritism and Sibling rivalry affect siblings relationships and their quality of life. It was found that Sibling Rivalry seems more in joint family system then nuclear families. Results also indicated that It was also seemed that Sibling rivalry is higher in females as compared to males among young adults. Further research and interventions in this area can potentionally enhance family relationship and explore more additional variables to deepen the understanding of complex dynamics within the families.

Keywords: Parental favoritism, Siblings rivalry, Quality of life, Family dynamics, ANOVA, Hayes Process Macro, Young Adults.

REVIEW ON MEDICATION ERROR

K. POOJA, Dr. M. K. VIJAYALAKSHMI
Bharath Institute of Higher Education and Research

Abstract

Medication errors are a significant concern in healthcare systems worldwide, contributing to patient morbidity, prolonged hospital stays, and increased healthcare costs. These errors can occur at various stages of the medication process, including prescribing, transcribing, dispensing, administering, and monitoring. Common causes include human error, communication breakdowns, inadequate knowledge, and system-related issues such as poor labeling and confusing drug names. Strategies to reduce medication errors include the implementation of electronic prescribing systems, proper staff training, standardized protocols, and active involvement of clinical pharmacists. Continuous reporting and analysis of medication errors are essential to identify patterns and develop preventive measures. Improving medication safety remains a critical priority for enhancing overall patient care quality.

BOARD COMPOSITION AND BOARDROOM DYNAMICS: A COMPARATIVE ANALYSIS ACROSS DIFFERENT GOVERNANCE STRUCTURES

Pooja SHUKLA
Senior Lecturer, Hong Kong Metropolitan University, Hong Kong

Abstract

In the realm of corporate governance, the composition of a board of directors plays a pivotal role in shaping organizational performance and strategic decision-making. This study undertakes a comprehensive analysis of how different board compositions and governance structures impact boardroom dynamics and corporate governance outcomes. By examining both unitary and two-tier boards, as well as public and private companies, the research aims to provide a nuanced understanding of the interplay between board diversity, independence, and structure.

The governance structure of an organization—whether it employs a unitary board where executive and non-executive directors work together, or a two-tier board that separates these roles—significantly influences decision-making processes and oversight. Unitary boards are often praised for their agility and streamlined decision-making, while two-tier boards are noted for their enhanced oversight and checks on executive power. Public companies, subject to stricter governance requirements and shareholder scrutiny, may prioritize board independence and diversity to ensure accountability and transparency. In contrast, private companies might focus more on strategic expertise and operational acumen.

The study also explores the role of board diversity and independence in enhancing governance effectiveness. A diverse board, comprising members with varied skills, experiences, and backgrounds, is better equipped to address complex challenges and make informed decisions. Independent directors, free from conflicts of interest, play a crucial role in ensuring objectivity and oversight, thereby safeguarding shareholder interests.

Through a combination of literature review, case studies, and empirical analysis, this research provides actionable insights into how different governance structures and board compositions impact organizational performance. The study identifies best practices for optimizing board composition to enhance governance and strategic decision-making, highlighting the importance of tailoring governance structures to meet the unique needs of different organizations.

Ultimately, this research contributes to the ongoing discourse on corporate governance by emphasizing the need for adaptable and responsive governance structures. As businesses navigate increasingly complex and dynamic environments, understanding how board composition and governance structures influence boardroom dynamics is essential for promoting effective governance and long-term organizational success.

Keywords: Board Composition, Boardroom Dynamics, Governance Structures, Corporate Governance, Organizational Performance

ROBUST NON-LINEAR CONTROL OF A DOUBLY-FED INDUCTION GENERATOR

Mohammed OUINTEN
Riyadh ROUABHI
Abdelghafour HERIZI
Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology/ LGE Research Laboratory, Mohamed Boudiaf University of M'sila (28000), Algeria

Abstract

In this presentation the principle of direct vector control using oriented stator flux is presented, applied to a doubly-fed asynchronous machine. The decoupling of currents in a rotating reference frame is discussed, and a conventional PI regulator is implemented for control. To improve performance, fuzzy logic control is introduced and a fuzzy PI controller based on "Mamdani" technique is evaluated, showing superiority over the classical PI regulator in terms of dynamics and robustness against parameter variations. Furthermore, type-1 fuzzy logic is replaced with type-2 fuzzy logic to better handle uncertainties, with its effectiveness in maintaining speed regulation and stator flux orientation demonstrated under varying conditions. Finally, type-2 fuzzy control is shown to be robust against external disturbances and parameter changes.

Keywords – Double fed induction generator (DFIG), Proportional and integral controller, type-1 fuzzy logic controller, type-2 fuzzy logic controller.

ADVANCED STRATEGIES FOR THE REMOVAL OF PHARMACEUTICALS FROM WASTEWATER

Mohd Arsh KHAN
Saimah KHAN
Department of Chemistry, Integral University, Lucknow – 226026

Abstract

Pharmaceutical pollutants in wastewater have suddenly become a major environmental worry as they stay, build up biologically and have ecotoxic properties. Leading to their release into natural water bodies, where they threaten human health and aquatic ecosystems, conventional wastewater treatment plants (WWTPs) are often useless in complete elimination of pharmaceutical residues. Investigation of next-generation treatment technologies for pharmaceutical removal including adsorption, advanced oxidation processes (AOPs), membrane filtration and biological degradation are necessary. Adsorption with activated carbon and new nanomaterials has demonstrated great efficiency in eliminating pharmaceuticals. Pharmaceuticals are efficiently broken down by AOPs, including photocatalysis into less damaging byproducts. Though they are energy-intensive, membrane technologies like reverse osmosis and nanofiltration have great removal rates. Furthermore, microbial biodegradation in designed systems presents a sustainable and environmentally friendly approach for pharmaceutical breakdown. The literature also draws attention to modern developments in hybrid therapies using several technologies for increased removal capacity. Comparative examination of several methods is given with respect to their cost, effectiveness, environmental impact, and suitability for widescale use. The results highlight the importance of environmentally friendly and effective methods of wastewater treatment to reduce pharmaceutical pollution and preserve water quality.

Keywords: Pharmaceutical removal, wastewater treatment, advanced oxidation processes, adsorption, membrane filtration, biodegradation.

GEOPOLITICS OF ENERGY: HOW IS MOROCCO RESHUFFLING THE CARDS?

Sanae HANINE
Faculty of Science and Technology Hassan I University – Settat – Morocco

Abstract

It is almost a truism to state that access to energy and power are closely intertwined. Two significant developments are currently taking place on the European scene: its vicissitudes in the energy sector and the risks weighing on its security of supply, increasingly pushing it towards deploying renewable energies. Although fossil fuels remain a dominant factor, the ongoing energy transition is a catalyst for transforming the balance of power between countries and impacting the reconfigurations of international trade and interstate cooperation. This article analyzes the energy dynamics currently being implemented by Morocco on the Atlantic shore and how this could be part of the solutions to the EU crisis. The facts suggest that Morocco is transforming itself into a geostrategic energy pivot at the regional and international levels. In addition to its commitment to a national strategy for the profound transformation of its energy production system and the consolidation of its energy sovereignty, Morocco is currently implementing infrastructure and economic projects that are likely to reshape the geopolitics of energy in Africa and Europe.

Mots clés: Gazoducs Européen, Gazoduc Africain Atlantique,Energies renouvelables, Maroc, Union Européenne.

Introduction

What is the relationship between three significant events that marked the beginning of 2025: the first is the disruption of Russian gas supplies to European Union countries via Ukraine in January 2025, the second consists of the joint announcement by Mauritania and Senegal of the start of gas production in their joint offshore field "Grand Tortue Ahmeyim" (GTA), and the third announces the integration of Mauritania into the Africa Atlantic Initiative? Analysis of these elements suggests probable transformations in energy geopolitics on the African Atlantic shore. In addition to its geostrategic location, which gives it the status of the only energy and trade corridor linking Europe, Africa, and the Atlantic basin, Morocco is seen as a possible energy supply buffer for Europe. The operationalization of the Africa Atlantic Initiative and in particular, the Africa Atlantic Gas Pipeline project, which should in principle link Nigeria to Europe, combined with the acceleration of its energy transition towards clean energies, those

oriented towards export, will be one of the major projects of this reconfiguration of energy geopolitics.

Morocco is likely to become an energy game changer for both Europe and Africa. Indeed, Morocco can supply both fossil fuels from the African coast and clean energy from its own production, thus redrawing the geopolitical balance in the region.

Indeed, thanks to the advantages of nearshoring, Europe could benefit from the new African energy dynamic. And since the geopolitics of energy primarily mirrors that of maritime routes, the Africa-Atlantic Gas Pipeline project, approximately 6,000 km long and expected to connect Nigeria to the European market, is a major development in this new configuration of energy geopolitics. The Africa-Atlantic Gas Pipeline is expected to cross thirteen African countries on the Atlantic coast to transport billions of cubic meters of Nigerian gas to Morocco. From there, it is to be connected to the Maghreb Europe Gas Pipeline (GME) to connect the EU. Nigeria, rich in huge fossil reserves (proven oil reserves are estimated at 5,030 Mt at the end of 2022, or 2.0% of the world total, and natural gas at 5,913 Gm3, or 9th in the world with 2.8% of the world total and 1st in Africa) is likely to create a stable and profitable gas market for West African and Sahelian countries as well as for Europe.

Mauritania's commitment to this project reinforces its viability, as it represents a real link between Morocco and the ECOWAS countries. Mauritania signed a memorandum of understanding with Morocco and Nigeria in 2022. This will enable it to transport the Grand Tortue Ahmeyim (GTA) gas field, which it shares with Senegal, via the Africa Atlantic gas pipeline. On another note, the EU's target of 42.5% renewable energies in its European energy mix by 2030 means that we need to step up our efforts to achieve it. Morocco, with its enormous potential in this field, could become one of Europe's key levers for achieving this target. Morocco has already become an exporter of solar energy to the EU, and of electricity in 2019 thanks to its interconnection with Spain. In the same vein, Morocco's objective is to become one of the leading exporters of high value-added green hydrogen to Europe in 10 years' time (IRESEN, 2020).Indeed, Morocco is qualified to become a key player in the development of green hydrogen thanks to its exceptional renewable resources, which made up 37% of the country's overall installed capacity in 2020 (around 4 GW) (this is set to rise to 52% by 2030) (Zarkik, 2023).

Morocco aims to triple its renewable energy capacity and increase investment in electricity networks fivefold by 2030. The country is expected to become an exporter to Europe. The emergence of green hydrogen, linked to that of renewable energies, is reshaping the energy and, potentially, industry of the future, and will reshape the global energy and resources landscape

by 2030. The influx of investment in green hydrogen from EU member states, notably the Power-to-X project, which is the first large-scale industrial green hydrogen project in Morocco, in collaboration between the Moroccan Agency for Sustainable Energy (MASEN) and the German government, supports this trend. In light of the above, in this article we attempt an analysis of Morocco's strategic energy projects and how it is articulating an emerging regional energy architecture. According to Tellenne, 2019), energy is at once a means, an issue, and a terrain of geopolitics, and this at different scales of spatial analysis from the international to the local.

Based on a conceptual framework for the geopolitics of energy, we present an analysis based on the geopolitical facts that are reshaping the contours of energy in Europe and Africa. Our basic question is as follows: ***How is Morocco reconfiguring regional and international energy geopolitics?*** To answer this question, we analyze the energy transformations taking place in Morocco and the African Atlantic Facade, and how the latter could contribute to resolving the energy crisis in Europe. Our material is based mainly on academic articles, think-thanks and press publications on the subject.

1.The European energy crisis

The European energy crisis, which has escalated since 2021, continues to drag on since Nord Stream 1 and 2 were shut down at the end of September 2022. According to Furfari (2024), European industry and citizens are currently suffering from an unprecedented energy crisis. Energy has become expensive and scarce. Indeed, Gazprom had stopped the flow of gas from Russia via Ukrainian gas pipelines. This decision marks the end of a five-year agreement signed in 2019 between the two warring countries, which allowed liquefied natural gas (LNG) exports from Russia to Europe to transit through Ukraine before being rerouted to their final destination. The annual volume of gas sent to Europe via Ukraine has dropped from more than 130 billion m^3 to "zero." The EU has replaced most of its Russian gas with LNG imported in larger quantities from the Middle East or the United States.

By 2025, according to the International Energy Agency (IEA), gas stocks will cover only 30% of the European Union's winter consumption. On March 16, 2025, reserves stood at just 34%, compared with 60% at the same time the previous year. This gas shortage situation puts further pressure on energy prices in Europe. In 2025, gas prices are expected to rise to 45 euros per megawatt-hour (MWh), almost twice as high as before the energy crisis of 2022. This price increase is likely to harm the competitiveness of European industry, in addition to public dissatisfaction with rising prices. According to the IEA, prices for European industrial consumers are on average 30% higher than in China and five times higher than in the USA. On

a different note, another source of suffering comes from the decline in the EU's gas pipeline supplies, notably from Norway and Algeria, even though European gas demand will remain constant until 2040. Whatever the case, one thing is certain: while natural gas accounted for 22% of the EU's energy mix in 2018, the EU's low gas production will continue to decline sharply, and its dependence on gas imports, which already represented 83% of its consumption in 2018, can only increase. Without natural gas, the production of hydrogen in Europe, an energy now declared a research priority by the future European Green Deal, would see its long-term costs rise by 37% (Sebille-Lopez, 2020).

Source: Wood Mackenzie 2019

1.1.Situation of gas pipelines in Europe

To understand the fragile situation of Europe's supply sources, we have attached a summary of the main gas pipelines that supply it:

***The Yamal-Europe gas pipeline*:** approximately 4,000 km long, it connects Russia to Western Europe, crossing Belarus and Poland to supply Germany. With 30 billion cubic meters per year, it is one of the main vectors of Russian gas supply to Europe. It has been shut down since 2022. Since December 21, 2024, it no longer transports gas from east to west and now operates in the opposite direction after Poland stopped purchasing gas from Russia in favor of gas stored in Germany.[1]

[1] https://www.connaissancedesenergies.org/afp/gazoducs-russo-europeens-les-raisons-du-regain-de-tension-211228

***The EastMed Pipeline of the East Mediterranean Gas Forum (EMGF)*:** a forum of seven countries (Egypt, Jordan, Italy, Greece, Cyprus, Israel and the Palestinian Authority), launched in Cairo in January 2019, with the aim of creating a subregional gas market, pooling projects to optimize costs and competitiveness. It would link Israel to the EU via Cyprus, Egypt, then Greece and Italy. It is part of the Eastern Mediterranean Gas Corridor, bringing Azerbaijani gas to Europe. Nevertheless, this pipeline is facing difficulties in terms of viability. The location of the EastMed pipeline is in a highly unstable zone, characterized by growing tensions against a backdrop of redefining regional alliances that are protean and uncertain over the long term. (Sebille-Lopez, 2020). EastMed's theoretical route includes the passage of the pipeline through an area disputed by Turkey and Cyprus, which have never defined their maritime borders (Wakim, 2020). With the dispute still unresolved, construction of the pipeline could be seriously hampered by Turkish-Greek-Cypriot tensions (Koutantou, 2020).In early 2025, two major conflicts added new complexity to the regional energy landscape: the Israeli-Lebanese war, and Israel's war on Gaza, which strained regional alliances and security calculations. Egypt, for its part, was forced to suspend its LNG exports due to the internal economic crisis and the outbreak of conflict between Israel and the Palestinian Hamas movement in the Gaza Strip. However, instead of becoming a unifying force, natural gas has deepened divisions. The maritime dispute between Israel and Lebanon, apparently settled in 2022, has resurfaced, threatening future investment in Lebanon's offshore gas sector. The Eastern Mediterranean remains a zone of competing national interests, contested sovereignty, and militarized maritime claims (Belhaj, 2025). *The Nabucco gas pipeline*: a project initiated in 2002 and abandoned. It was intended to link Iran and the Transcaucasian countries to Central Europe. Supported by the EU, from 2017 it was intended to diversify Europe's energy supplies, particularly for a country like Hungary, which is 80% dependent on Russian gas. Nabucco was expected to become the European Union's fourth-largest source of supply, with 30 billion m^3. In 2006, following the Russia-Ukraine gas conflicts, the EU included Nabucco in its list of priority projects. This 3,300-kilometer pipeline aims to supply Western Europe with gas from Central Asia, the Caspian and the Middle East, while avoiding Russian territory. The planned route would take it through Turkey, Bulgaria, Romania and Hungary to Baumgarten in Austria, where it would be connected to the European gas grid. Eventually abandoned in favor of a much more modest project that would bring only 16 billion cubic meters to European markets, it was replaced by the Southern Energy Corridor, which increased rather than replaced the share of Russian gas.

***The South Stream gas pipeline*:** planned to link Russia to Bulgaria over a distance of 3,600 kilometers, then on to Western Europe via Serbia, Hungary, and Slovenia - without passing

through Ukraine - was abandoned at the end of 2014. The presumed capacity of this pipeline is 30 billion m³. Gas from both Turkmenistan and Kazakhstan would require infrastructure under the Caspian Sea (the Transcaspian), which appears to be compromised at present. Gas from these two countries would also require priority to be given to the EU, to the detriment of Russia. However, since 2007, this hypothesis no longer seems credible. Supplies from Iran, for their part, come up against the uncertainties of production, the orientation of this production, Iranian-Russian relations and the international climate, with the persistent assumption of sanctions. In short, Iranian gas will not be arriving quickly in the Nabucco pipes. Iraqi gas is even more unlikely, as is Egyptian gas, which would first require new discoveries. But Iranian discoveries and a preference for Asia (China, India, Pakistan) are possible, in addition to gas cooperation with Russia (Nies, 2008).

***The Trans-Anatolian Natural Gas Pipeline (TANAP)*:** completed in October 2020, it links Azerbaijan to Italy via Greece, Albania, and the Adriatic Sea. Its objective is to ensure the transit of 10 billion m3 of gas per year to the European continent (Kotsev, 2020). The resumption of fighting by Azerbaijan against the Armenian enclave of Nagorno-Karabakh in autumn 2020 illustrates the vulnerability of this strategic energy corridor. For Azerbaijan's oil reserves are becoming increasingly depleted and costly to extract.

The Turkstream gas pipeline: inaugurated in 2020, it links southern Russia with Turkey and the European Union market, notably south-eastern and southern Europe, in particular Hungary and the Balkan countries. TurkStream is the only operational gas pipeline linking Russia and Europe, and enables 31.5 billion cubic meters of Russian gas to be transported to southern Europe every year without passing through Ukraine. Its extension, Balkan Stream, runs under the Black Sea to Bulgaria, Serbia and Hungary. According to Russia, the pipeline has been attacked by drones, and Ukraine is accusing Russia, but has not yet commented on these allegations. Already in 2024, it was only used to 50% of its capacity, for a total volume of around 16 billion m3 (Le Figaro and AFP, 2025).

***The Soyuz pipeline (also known as Brotherhood)*:** links Russia to Central Europe via Ukraine, distributing gas to countries such as Slovakia, Austria and Hungary. The TAG is an extension of the Soyuz pipeline, from the Austro-Slovak border to Italy, while the Megal, which runs to Germany, will stop carrying Russian gas in 2025. The tap is thus turned off after the end of a five-year agreement between the two countries. An agreement dating back to 2019 had been respected by both sides despite the conflict between them.

***The Baltic Pipe gas pipeline*:** went into service at the end of 2022. It links Norway, Denmark, and Poland. It enables up to 10 billion cubic meters of gas to be imported from Norway to

Poland every year and 3 billion cubic meters of gas to be transported from Poland to Denmark. The Baltic Pipe has been a project of common interest since 2013 and has received EU funding of around 267 million euros. In July 2020, activists from the Baltic Pipe Nej Tak campaign occupied one of the project's pre-construction sites. Baltic Pipe Nej Tak ("Baltic Pipe, no thanks!") is a campaign platform for the broad movement against new fossil fuel infrastructure and focuses specifically on opposition to the construction of the Baltic Pipe gas pipeline.

***The Trans Adriatic Pipeline (TAP)*:** transports gas from Azerbaijan to Europe. It has a capacity of 10 billion cubic meters of gas per year. Its purpose is to transport natural gas from Azerbaijan to the European market. It runs from the Greek-Turkish border through Greece, Albania and the Adriatic Sea to Italy. Construction was completed in 2020. The total length of the pipeline is 878 kilometers, including 550 kilometers in Greece, 215 kilometers in Albania, 105 kilometers under the sea and 8 kilometers in Italy. The subsea section will reach a maximum depth of 810 m. The capacity of the pipeline is around 10 billion m^3 of natural gas per year, with an option to double capacity to 20 billion m^3. The TAP project is strongly opposed by environmentalists.

For gas pipelines crossing the Sahara and the Mediterranean: Maghreb-Europe, Medgaz, TransMed and Green Stream.

***The Maghreb-Europe gas pipeline*:** Operational since 1996, with a capacity of 13.5 billion cubic meters. The GME supplies Spain and Portugal via Morocco and the Strait of Gibraltar. It is part of a network of three pipelines linking Algeria to the EU: the TransMed pipeline, which serves the Italian market via Tunisia, and the Medgaz, which links Algeria directly to Spain. Algeria is Spain's leading supplier of natural gas, with almost 50% of its supplies dependent on Spain. In this respect, there are two major points to note. The first is Algeria's recourse to gas as a means of pressure, as happened in its crisis with Morocco and Spain. Indeed, Algeria has not renewed its operating contract with Morocco, which expires in 2021. Since then, gas destined for Spain has passed through Medgaz without transiting through Morocco, despite the disadvantages of this option: lower capacity, financial losses, higher gas prices, etc. (AFP, 2021). The second is the decline in Algerian gas volumes. According to (ObservAlgérie.com, 2025), in addition to very high domestic consumption compared with previous years, there will be a sharp drop in the volumes of gas transported by the GME. This will bring total Algerian gas production to 98.41 billion cubic meters in 2024, compared with 105.24 billion cubic meters in 2023, according to (ObservAlgérie.com).

***The GreenStream pipeline*:** a 520-kilometer-long gas pipeline that connects Libya to Italy. It is subject to considerable uncertainty and the prospect of closure due to deep political divisions

in the country, which degenerated into civil war, as happened in 2019-2020. In addition, a decrease in flows has been noted. In fact, Italy imported 2.522 billion cubic meters of gas from Libya in 2023, a decrease of 3.7 percent compared to 2022. This is due to the fact that the vast majority of Libyan production is intended for local consumption. The presence of other countries such as Turkey and Russia complicates the situation (Agenzia Nova, 2024).

In the current international context, no source of supply is 100% secure. Analysis of the situation of gas pipelines supplying Europe highlights that major political, geopolitical, geostrategic and security problems are plunging the security of supplies into uncertainty. (Machrouh, 2022) noted that the concentration of supply sources (no less than 50% of the gas consumed in European Union (EU) countries comes from a single supply source) exacerbates this fragility. This would naturally constitute a dangerous geopolitical weapon that could be used against Europe. This is why it is important for Europe to work towards greater diversification of its gas imports. In its RepowerEU plan, the European Union indicated that it intends to free itself from Russian natural gas by 2027. To this end, the plan is structured around three actions that deepen certain aspects of the European Green Deal: diversifying supply, saving energy, and investing in renewable energy. This includes establishing a hydrogen market for the EU in particular and accelerating the development of renewable energy. Morocco, through its Africa Atlantic Initiative, could be part of the solution to Europe's energy problem. We explain the basis for this assertion in the second section.

2.Meanwhile, what's happening in Africa?

Africa's energy reserves are very significant, particularly offshore, offering strong growth potential, even though the continent's production is still only 400 million tonnes of oil per year. The main deposits are located in the Gulf of Guinea, Nigeria, Angola, Gabon, Ghana, Niger, and Mozambique.

2.1.Gaz field between Mauritania and Senegal

Senegal and Mauritania will become gas exporters as part of the joint project called Greater Tortue Ahmeyim (GTA). The Senegalese-Mauritanian field, whose reserves are estimated at 25 trillion cubic feet of natural gas, will reach a volume of 2.5 million tons per year. Mauritania and Senegal announced on January 2, 2025, the start of gas production in their joint marine field "Grand Tortue Ahmeyim" (GTA). This convergence is expressed first in the energy sector, where the Africa-Atlantic Gas Pipeline (AAGP) project linking Nigeria to Morocco via Mauritania crystallizes common ambitions. This project, combined with initiatives in renewable energies, outlines the contours of a true West African energy backbone. In addition to the GTA field, Mauritania has its own gas field, "BirAllah", whose reserves are estimated at

around 1,400 billion cubic meters. Its exploitation is expected to begin in 2027 or 2028. Mauritania has gas reserves estimated at between 120,000 and 160,000 billion cubic feet of gas, making it the continent's fourth largest gas reserve after Nigeria, Mozambique, and Algeria (Diop, 2024).The Africa-Atlantic Gas Pipeline and the Initiative to Promote Sahelian Access to the Atlantic Ocean are designed to supply Europe with gas at the same time as the GTA cross-border gas field, shared by Mauritania and Senegal, begins operations. The integration of the GTA field into this project will make it more profitable and viable, and will allow Mauritania to export its gas to Europe.

2.2.The African Atlantic Gas Pipeline (AAGP)

The rapprochement between Morocco and Mauritania suggests that Morocco could transport hydrocarbons from Senegal or Nigeria to Europe through the Maghreb-Europe gas pipeline, which connects Morocco to Spain, just 14 km away. Other gas discoveries have been made in Ghana and Côte d'Ivoire. These discoveries demonstrate the potential for exports via the African Atlantic Gas Pipeline. Launched in 2016 by Morocco and Nigeria, the African Atlantic Gas Pipeline (AAGP) project entered an advanced phase in 2022, moving from a bilateral agreement to a regional initiative with the signing of a Memorandum of Understanding between the Economic Community of West African States (ECOWAS), Nigeria, and Morocco. The project aims to transport gas resources from Nigeria to Morocco, crossing eleven West African countries, and linking it to the Maghreb-Europe Gas Pipeline, which crosses the Mediterranean, ultimately interconnecting it with the European energy grid. In June 2023, the signing of a Memorandum of Understanding with Guinea, Ivory Coast, Liberia, and Benin confirmed these countries' commitment to joining the project. It is designed to be an underwater gas pipeline following the west coast of Africa, passing through the Gulf of Guinea. The objective of this multilateral project is to connect all West African countries to Morocco, thus creating a regional natural gas market. This would provide countries in the region with access to a reliable and affordable source of energy, and provide outlets for natural gas-producing countries.

Although Nigeria is the main and primary supplier, given that it holds the majority of the continent's gas reserves, other West African countries could also contribute to future supplies. Another important objective, not without meaning in the current European context, is that this gas will ultimately be redistributed to Europe. The project has a capacity of 30 billion cubic meters of natural gas per year, with the potential to supply 18 billion cubic meters for export to Europe. The African-Atlantic Gas Pipeline will be merged with the existing West African Gas Pipeline (WAGP) Extension Project, connecting the Nigerian Delta to Takoradi, Ghana, via Benin and Togo. Phase I of the project will extend the WAGP to San Pedro, Ivory Coast, while

connecting Kayar, Senegal, to northern Morocco. As for Phase II, once all segments are completed and connected, this 6,800 km long infrastructure, including 5,100 km offshore, will have a capacity to transport 30 billion cubic meters of natural gas per year. It will connect Nigeria to Morocco, while supplying ECOWAS member states, as well as Mauritania, with a future extension planned to Europe. Gas transport via the African Atlantic Gas Pipeline (AAGP) is expected to be operational from 2029. The overall cost is estimated at $26 billion (Kofi, 2024).

The concrete implementation of the project will take place in several stages and will be an extension of the West Africa Gas Pipeline (WAGP) which connects the Nigerian Delta to Takoradi in Ghana, passing through Benin and Togo. Finally, phase III will connect San Pedro to Kayar. Once these different phases are completed, the transport of gas via the pipeline is expected to take place from 2029. It should be noted that this important structuring project will allow the evacuation of significant quantities of gas from the West African region to Europe at a lower cost, compared to liquefied natural gas (LNG). Nigeria, which has the largest gas reserves on the continent (7th in the world with estimated reserves of 5,284 billion cubic meters), is only third among African gas producers, mainly due to flaring and the priority given until now to oil production.The pipeline could thus encourage Nigeria to exploit its significant gas reserves, thereby overcoming the obstacle of exporting via LNG. It is no coincidence that the Nigerian authorities have expressed their willingness to inject $12.5 billion into the construction of the African Atlantic Gas Pipeline, equivalent to half the estimated cost of the project. Alongside Nigeria, other countries have discovered significant gas resources in recent years.

(Machrouh, 2022) demonstrated Europe's interest in the implementation of the Nigeria-Morocco Gas Pipeline project for multiple benefits. The project would effectively contribute to the diversification of gas resources in European countries and give them more room for maneuver and help curb the asymmetric threats from which Europe suffers. The project would also reduce the risk of replacing European dependence on Russian gas with dependence on unconventional energy sources with dangerous climatic consequences. It would also prevent the emergence of a strong European gas dependence on Algeria. And, finally, the project would give a positive dynamic to the process of economic integration in the West African region which would, in turn, constitute a vast consumer market useful for European economies.

3.Renewable energies

According to the International Energy Agency, global demand for renewable energy is expected to increase sevenfold between 2020 and 2040. The EU aims to become the "first climate-neutral

continent" by 2050. The energy transition has global geopolitical and socio-economic consequences similar to those "as profound as those caused two centuries ago by the transition from biomass to fossil fuels," with the emergence of "new energy leaders" (Irena, 2018). Given the dynamics of renewable energy in Morocco, it is estimated that it will play a major role in this regard. The (CESE, 2020) states that Morocco's renewable energy potential, now more competitive, could equal the gas and oil production capacity of Nigeria or Venezuela.Given its geographical location and enormous renewable energy potential, Morocco could also strengthen its position as a key player in the Euro-Mediterranean energy transition and integration, as evidenced by the launch of the UfM1 cooperation platforms. Morocco can soon play a fundamental role in supplying Europe with green energy via electricity or hydrogen. The new European commitments to carbon neutrality by 2050, formalized in the Green New Deal, open up this opportunity.

3.1.Electricity

Located at the gateway to Europe, it aims to produce 52% of its electricity from renewable sources by 2030. The goal is to export a large portion of this electricity to Europe via submarine cables. This strategic position positions it as a relay between Europe and Africa, particularly in terms of electrical interconnections, as is the case with Spain, via two submarine power lines with a capacity of 1,550 MW. A third electrical connection with a capacity of 700 megawatts has been implemented. A submarine interconnection project with a capacity of 1,000 MW between Morocco and Portugal has also been launched.

Morocco also signed a memorandum of understanding with Mauritania in January 2025 for an electricity interconnection project between the two countries, in addition to Spain. This project is a prelude to electricity interconnection with the West African Power Pool (WAPP), as well as the Desert-to-Power Initiative linking North Africa to West Africa and, more broadly, sub-Saharan Africa. It also represents a potential opportunity for electricity exports to Southern Europe and through the Senegal-Mauritania-Morocco axis.

This interconnection will open up unprecedented opportunities for the development of renewable energy. The project positions both countries to strengthen their ties with European and African electricity markets.

The interconnection network from Spain in the north to Senegal in the south, via Morocco and Mauritania. (Source: AfDB, 2011 Report)

Following the signing of the agreement of the joint declaration of the "SET Roadmap" roadmap relating to electricity exchanges between the Kingdom, Germany, France, Spain and Portugal at COP-22 in Marrakech, Morocco will supply the United Kingdom with 8% of its electricity needs from renewable energy sources produced in Morocco at low cost within the framework of the XLinks electricity project which will be a new electricity production facility powered entirely by solar and wind energy combined with a battery storage facility.

3.2.Green hydrogen

The emergence of green hydrogen, linked to that of renewable energies, will redraw the global energy and resources landscape from 2030, with a key positioning for North Africa (Deloitte, 2023). The green hydrogen of the future will, therefore come from the electrolysis of water using wind, solar or hydraulic electricity. According to a study published by the Fraunhofer Society entitled "Study of Power-to-X opportunities in Morocco", the latter could capture up to 4% of global demand for green hydrogen by 2030. In this sense, Morocco has concluded partnership agreements with European countries, such as Germany (whose project amount is $2.5 billion) and Portugal, on joint projects aimed at developing value chains and R&D around green hydrogen.

With investments of $102 billion, Morocco has selected major projects in the fields of green ammonia, synthetic fuels and low-carbon steel.[2] The selected companies are: Ortus (United States), Acciona (Spain), and Nordex (Germany) will be involved in ammonia production. A second consortium brings together Taqa (United Arab Emirates) and Cepsa (Spain) for the production of ammonia and industrial fuels. Two other investors, Acwa Power (Saudi Arabia) and a Chinese consortium comprising UEG and China Three Gorges, will focus on the production of green steel and ammonia. Other investors will be in the race, including Total Energies' $10.6 billion project with a forecast of producing 200,000 tons of green ammonia per year in Morocco.

At the national level, the Moroccan company Nareva will focus its investments on ammonia, and the OCP group will work to transform fertilizer production using clean energy, worth $13 billion. In addition, more than 30,000 hectares will be dedicated to green energy infrastructure. By 2030, Morocco is expected to become the leader in the green hydrogen market in Africa, strengthening its role as a key supplier to Europe and beyond. According to UN forecasts, demand for hydrogen could reach 650 million tons by 2050, or approximately 14% of total anticipated global energy demand. This explains Morocco's desire to position itself as an exporter of green hydrogen. However, it is not alone in this race. Morocco has several arguments in its favor, including its proximity to Europe, the Maghreb-Europe gas pipeline, which it can convert, and political stability that reassures investors.

Conclusion

In light of all of the above, it is clear that Morocco is pursuing a resilient energy future through a multifaceted strategic approach. Its strategy combines geopolitics and economics. This could suggest that Morocco could play an important role in resolving the European energy crisis and fostering peace through economic development in African countries that will be served by the Africa-Atlantic gas pipeline.

References

1. AFP (2021). Algeria-Morocco friction threatens gas supplies to Spain, September 30
2. Agenzia Nova (2024). Nova analyst: Shutting down the GreenStream pipeline would be a problem for Libya, not for Italy, February 26
3. Belhaj F. (2025). The ebbs and flows of Eastern Mediterranean gas politics, Policy Center for the New South, PB -11/25
4. Economic, Social and Environmental Council (2020). Accelerating the Energy Transition to Position Morocco in Green Growth, Opinion of Self-Referral No. 45/2020
5. Diop M. (2024). The Challenges of Mauritania's Accession to the King of Morocco's Initiative to Open Up Sahel Countries, le 360, 12/21/2024 at 12:52 PM
6. Furfari S. (2024). Energy, State Lies: The Organized Destruction of the EU's Competitiveness,

[2] https://energynews.pro/maroc-six-projets-dhydrogene-vert-valides-pour-325-milliards-de-dollars/

Ed. L'artilleur.
7. Kofi G. (2024). The African Atlantic Gas Pipeline: ECOWAS Has Made Progress in Implementing This Structuring Megaproject, le 360, 12/15/2024
8. Kotsev, V. East (2020). Med Pipeline: Maybe Someday. Petroleum Economist
9. Koutantou, A. (2020). Greece, Israel, Cyprus Sign EastMed Gas Pipeline Deal, Reuters
10. Le Figaro, AFP (2025). War in Ukraine: Russia Accuses Ukraine of Drone Attack on TurkStream Pipeline, January 13 at 8:10 a.m.
11. Machrouh (2022). Why Does Europe Have a Strategic Interest in the Construction of the Nigeria-Morocco Gas Pipeline?, Policy Center for the New South, PB-56/22
12. Nies S. (2008). Nabucco and South Stream: Are Gas Pipelines Too Politicized? Financial Times
13. Sebille-Lopez Ph. (2020). Natural Gas in Europe: What Energy and Geopolitical Issues? Part One, The Geopolitical Review
14. Sebille-Lopez Ph. (2020). Natural Gas in Europe: What Energy and Geopolitical Issues? Part Two, The Geopolitical Review
15. Tellenne, C. (2019). Introduction to Geopolitics; La Découverte, Paris, 127 p.
16. Wakim, N. (2020). Why Gas Is Making the Mediterranean Burn, Le Monde, August 18
17. Zarkik A. (2023). Gas Crisis in Europe: A Harbinger of Sustainable Cooperation with North Africa, Istituto Affari Internazionali (IAI)

PHOTO HUNTING THE GREEN SIDE OF HUNTING TOURISM

Bratislav PEŠIĆ
Nikola STOLIC
Toplička Academy of Vocational Studies, Prokuplje

Abstract

The aim of this paper is to show the green side of hunting. Hunting tourism means the provision of services to interested hunters - tourists, for the purpose of organizing a visit to hunting grounds for the purpose of shooting game, or for observing or filming game, with the payment of certain compensations prescribed in the price list of the hunting grounds. Within the scope of recreational hunting (local and tourist), photo hunting stands out, which is the most profitable for every hunting ground, because the price of photographing high-trophy game ranges from several thousand euros (e.g. for red deer), so with such a type of tourism, a hunting ground can to ensure the survival of certain species of animals, food and medicines for future generations of game animals, that is, for certain economic measures in the hunting grounds, especially outside the hunting season. The advantages of photo-hunting are multiple: it is available to all generations, without age restrictions. Someone who engages in photo-hunting does not need to have passed a hunting exam, nor training in the handling of firearms and all that a hunter needs. The potential of hunting grounds in Serbia is large and diverse, but it has its limits for commercial exploitation in hunting tourism. The increase in the number of tourist hunters limits the number of game that can be shot in one hunting season. If you want to preserve biological diversity and the abundance of all kinds of game, it is necessary to limit shooting, which directly affects the reduction of income from hunting tourism. But, as a solution that the potential of hunting can still be better used, a new tourist product that expands the offer in hunting tourism - photography of wild animals throughout the year, without hunting grounds, where no new investments are needed, because the infrastructure exists, and also exists knowledge and experience.

Keywords: hunting, hunting, tourism, photography, game

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF CARBON NANOTUBES FROM BIOCHAR UNDER MICROWAVE IRRADIATION

Faisal NAZİR
2018-ag-1386 A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master Of Philosophy Physics, Department Of Physics, Faculty Of Sciences, The University Of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

ABSTRACT

Carbon nanotubes (CNTs) are widely used in a variety of fields to produce a diversity of products, including hydrogen storage systems, and field emitters. In the proposed study, CNTs synthesized via biochar under the microwave irradiation method. In this method, the combination of charcoal and ferrocene are used to synthesize CNTs from the biochar approach. Biochar samples for CNTs synthesis are made from pyrolyzed agro-industrial waste such as rapeseed cake, hazelnut hulls, wheat straw, and oat hulls at different temperatures. The biochar was produced from agro-industrial biomass. During experiments, 100g of biomass was placed in a microwave reactor. The samples were pyrolyzed at 400 °C to 600°C. SEM analysis was used to confirm the morphology of CNTs. SEM micrographs revealed the perfect structure of multiwall carbon nanotubes, while interlayers spacing was changed due to variation of catalysts and measured about 0.34nm. Further, the optical properties were examined by UV-visible spectroscopy. In the UV, one band is clear at 240 nm region due to resonance of nanotubes pi(π) electrons of carbon nanotubes. XRD was used to analyze the glassy structure of prepared CNTs under microwave revealed that the creation and growth of CNTs were mostly influenced by microwave irradiation and the ferrocene catalyst. The structure of CNTs was developed under microwave heating and in the presence of ferrocene catalyst. To research how nitrogen impurities adhere to CNTs, FTIR experiments were conducted in the 400–4000 cm^{-1} range. The sample's FTIR spectra exhibit prominent peaks that correspond to C-H and C=C, respectively.

ANTIBACTERIAL POTENTIAL OF METHANOLIC EXTRACT OF *Moringa oleifera* FRUIT

Mohd Danish KHAN
Shirin Mahapara KHAN
Department of Biochemistry, University of Lucknow, Lucknow-226007, India
Mohd Arsh KHAN
Department of Chemistry, Integral University, Lucknow-226026, India
SHAIZEE
Department of Biosciences, Integral University, Lucknow-226026, India

ABSTRACT

This study investigates the antibacterial potential of methanolic extract from the fruit of *Moringa oleifera*, commonly known as the drumstick tree. This plant is rich in bioactive compounds like flavonoids, phenolics, and alkaloids, which have shown promise as antimicrobial agents. The research aimed to assess the effectiveness of *M. oleifera* fruit extract against common bacterial pathogens, exploring its potential as a natural antibacterial source.

The experiment involved preparing the extract using a Soxhlet apparatus and assessing its antibacterial activity using the Agar Diffusion Method. This method evaluated inhibition zones, which indicate the extract's effectiveness against four bacterial strains: *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Escherichia coli*. Results revealed notable antibacterial activity, with varying inhibition zones across different concentrations of the extract. The most significant inhibition was observed against *Bacillus subtilis* and *Escherichia coli*, suggesting the extract's broad-spectrum antibacterial capability.

The findings highlight *M. oleifera*'s potential as a natural antimicrobial agent due to its bioactive components. It could serve as an alternative to synthetic antibiotics, addressing challenges like antibiotic resistance. While the extract's effectiveness against different pathogens is promising, further research is required to understand its mechanisms, optimize dosage, and evaluate its safety for potential medical and pharmaceutical applications.

Keywords: *Moringa oleifera*, Methanolic extract, Bioactive compounds, Antibacterial activity, Agar diffusion method.

MICROBIAL MODULATION THERAPY FOR CANCER PATIENTS- A SYSTEMATIC REVIEW

Dr. Mehwash KASHIF
BDS, FCPS (Oral and Maxillofacial Surgery) (M. Phil), PhD Scholar Karachi, Pakistan
Head of the department, Associate Professor, Department of Oral Pathology, Karachi Medical and Dental College, Karachi Metropolitan University
Anusha AHMED
Final Year BDS Student Karachi, Pakistan Karachi Medical and Dental College, Karachi Metropolitan University
Asma Bint-e-ADIL
Final Year BDS Student Karachi, Pakistan Karachi Medical and Dental College, Karachi Metropolitan University

ABSTRACT

Background

Microbial Modulation therapy has become known as a favorable attachment in cancer treatment, mainly in head and neck region (HNC). The gut and oral microbiomes play a vital role in regulating immune response, tumor progression and treatment results. Dysbiosis relates to disparity in microbial composition and may cause conditions like mucositis, tumor development and decreased reactions to radiotherapy. Nevertheless, to eliminate the negative results in cancer patients, different microbial interferences have been explored. These include probiotics, prebiotics, postbiotics, antibiotics, Synbiotics and fecal microbiota transplantation (FMT) to enhance therapeutic effectiveness.

Objective

In order to assess the effect of microbial modulation therapies on HNC patients by inspecting their effects over various treatment plans, response of their immune system and overall survival.

Methods

A comparative analysis was held based on various studies analyzing microbial interventions in HNC patients. A comprehensive search identified 180 records from databases and 10 records from registries, leading to a total of 190 records. After removing 50 duplicates, 140 records remained for screening. Additionally, 5 records were excluded due to inaccessibility or irrelevant source type, leaving 135 records for screening.

During the screening phase, 80 records were removed based on title and abstract relevance, and 55 full-text reports were sought for retrieval. However, 5 reports could not be retrieved, resulting in 50 full-text reports assessed for eligibility. Among these, 38 reports were excluded for various reasons, including 12 studies that were not relevant to microbial modulation therapy, 8 that did not focus on head and neck cancer, 10 that lacked microbiome or metabolome data, and 8 that were excluded for other reasons, such as being review articles or case reports.

Eventually, 12 studies were included in the review, evaluating interventions such as probiotics, microbiome profiling, and microbial diversity analysis.

Results

Modulating the microbiota shows that how well patients respond to radiotherapy, aiding to decrease the severity of mucositis and effects of immune responses. For the patients with head and neck cancer who are undergoing chemoradiotherapy, probiotics played an important role in relieving severe oral mucositis. Researchers also found that disturbances in oral bacteria were somehow connected to tumor growth, defective treatment response and inflammation-driven cancer progression. Studies proposed that aiming microbiota configuration may improve radiotherapy and immunotherapy effectivity while decreasing adverse effects.

Conclusion

The findings of this research focused mainly on the growing ability of microbial modulation therapy as a supplementary approach in HNC treatment. Reconstituting stability in the microbiome may assist to enhance treatment effectiveness, decrease side effects, and improve immune responses. Probiotics, microbiome profiling, and microbial diversity analysis may help to predict tumor progression and personalizing treatment plans, eventually improving patient results.

Key words: Microbes, Modulation Therapy, Cancer, Patients

ADVANCED OXIDATION PROCESSES (AOPs) FOR SUSTAINABLE POLLUTION CONTROL: EMERGING TRENDS AND CHALLENGES

Wazeeha Zubair ANSARI
Department of Industrial Chemistry, Aligarh Muslim University, Aligarh
Mohd Arsh KHAN
Department of Chemistry, Integral University, Lucknow 226026
Rizwan HUSSAIN
Department of Industrial Chemistry, Aligarh Muslim University, Aligarh

Abstract

Advanced Oxidation Processes (AOPs) have emerged as a revolutionary approach to sustainable pollution control in response to worsening environmental conditions. These processes generate highly reactive radicals, such as hydroxyl (•OH) and sulfate ($SO_4^{\bullet -}$), to effectively degrade persistent organic contaminants, including pharmaceuticals, pesticides, and industrial dyes, into non-toxic by-products. Recent advancements have enhanced AOP efficiency through the integration of nanotechnology, hybrid systems, and energy-efficient catalysts, broadening their applications in wastewater treatment, air purification, and industrial effluent remediation. The synergy of AOPs with photocatalysis, electrocatalysis, and bio-catalysis has led to the development of high-performance, eco-friendly treatment technologies. Emerging trends such as AI-driven process optimization, solar-powered AOPs, and circular water treatment systems are poised to accelerate their adoption. However, challenges such as high operational costs, energy consumption, and catalyst stability must be addressed to enable large-scale implementation. This paper aims to discuss the role of AOPs in attaining net-zero pollution, together with their front-line technologies, and its integration with renewable energy, for a more environmentally friendly and sustainable future.

Keywords: Advanced Oxidation Processes, Hydroxyl Radicals, Photocatalysis, Nanotechnology, Sustainable Water Treatment, Renewable Energy, Green Chemistry, Pollution Remediation.

ACCESS AND USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY AMONG RICE FARMERS IN ISHIELU, EBONYI STATE, NIGERIA

Izuogu, C.U., Okonwe, P.N., Njoku, L.C., Ibrahim-Olesin, S., Umeh, N.E., Agou, G.D., Iroegbu, S.C

Abstract

The study assessed the use of information and communication technology among rice farmers in Ishielu, Ebonyi State, Nigeria. Multistage sampling procedure was used to select a hundred and twenty respondents for the study. Data were analysed with frequencies, mean scores and regression analysis. Results show that 63.3% of the respondents were above 30 years with 22.2% not having formal education. The main sources of agricultural information were mass media (67%), extension services (34%), and fellow farmers (32%). Majority of the respondents (66.72%) had access to information and communication technology. Factors that influenced rice farmers access to information communication technology include education, income, membership of cooperative society and extension contact. Some of the challenges of accessing information and communication technology include high cost (73.4%), low level of digital literacy (67.3%), inadequate access to power supply (54.8%), and high cost of maintenance of ICT tools (48.7%). The study concludes that rice farmers have adopted ICTs and recommends that government should subsidize the cost of ICT and improving power supply in the rural areas.

Keywords: Mass media, extension contact, power supply.

INCREASING MURDERS IN HOTELS IN NIGERIA IN LIGHT OF JUDGES 4:17-19

Favour C. UROKO (Ph.D)
Department of Religion and Cultural Studies, Faculty of the Social Sciences
University of Nigeria, Nsukka

Abstract

This study investigates the rising trend of murders occurring in hotels across Nigeria, examining the phenomenon through the lens of the biblical passage Judges 4:17–19, which recounts the deceptive murder of Sisera by Jael in a seemingly safe domestic setting. The aim of the research is to draw parallels between ancient narrative warnings and modern incidents to highlight how trust and hospitality can be manipulated to facilitate violent crimes in private accommodations like hotels. The problem lies in the increasing number of reported hotel-related homicides in Nigeria, which reflects a growing threat to public safety and trust in the hospitality industry, with limited effective preventive measures in place. The methodology involves a qualitative approach combining biblical hermeneutics, content analysis of media reports, and interviews with hotel managers, law enforcement officers, and criminologists. The study also reviews secondary data from newspapers, police records, and online news platforms covering hotel-related murders between 2015 and 2024. Findings reveal that poor security protocols, inadequate guest screening, corruption among hotel staff, and the lack of digital surveillance are major enablers of these crimes. Moreover, just as in Judges 4:17–19 where false trust led to a fatal outcome, the illusion of safety in hotel environments often blinds victims to lurking dangers. The study recommends the enforcement of stricter hotel guest identification protocols, staff training in security awareness, installation of surveillance systems, and stronger collaboration between hotel associations and law enforcement agencies. Additionally, the paper suggests public enlightenment through religious and moral teachings to raise awareness about the deceptive nature of evil, as illustrated in the biblical narrative.

DYNAMIC RELATIONSHIP BETWEEN ENERGY PRICES AND MACRO-POLICY VARIABLES IN BICS: EVIDENCE FROM MULTIPLE THRESHOLD MODEL

Rubia JALAL
Gopinathan. R.

Abstract

This study examines the asymmetric impact of exchange rate on oil prices by employing the threshold nonlinear ARDL model with various quantile and using sample period from January 2004 to September 2021. The findings suggest that across all sample countries minor exchange rate variations have significantly different impact on crude oil than major exchange rate variations. It is also evident that upper quantiles exhibit a substantially stronger correlation than lower quantiles. Moreover, the findings of this study have significant implications, since they will encourage policymakers in these oil-importing nations to adopt alternative energy sources such as hydro, nuclear, and wind energy and subsidising these sources will further lower crude oil imports, thus lowering the current account deficit.

AOPs FOR A GREENER TOMORROW: EMERGING TRENDS IN POLLUTION CONTROL

Sufia Anis KHAN
Department of Commerce, University of Lucknow, Lucknow 226007
Mohd Arsh KHAN
Department of Chemistry, Integral University, Lucknow 226026

Abstract

The increasing concentrations of greenhouse gases (GHGs), especially carbon dioxide (CO_2), have greatly contributed to climate change, demanding immediate action to lower emissions. Carbon capture technologies have surfaced as a vital instrument in reducing CO_2 emissions from industrial operations, power generation and even directly from the air. These technologies function by capturing CO_2 either prior to or following fuel combustion and then either storing it underground (carbon sequestration) or utilizing it for industrial uses such as fuel production, enhanced oil recovery and the creation of construction materials. The main techniques of carbon capture consist of pre-combustion, post-combustion and direct air capture (DAC), each providing distinct benefits based on the source of emissions.

Recent progress in nanomaterials, solvent-based absorption, membrane separation and bioengineered carbon capture systems have substantially enhanced the efficiency and cost-effectiveness of these methods. Additionally, the incorporation of artificial intelligence (AI) and machine learning assists in optimizing capture effectiveness, minimizing energy usage and improving scalability. However, despite its significant promise, carbon capture encounters obstacles such as elevated operational costs, increased energy requirements and the need for regulatory backing and public acceptance. Tackling these challenges through policy incentives, technological advancements and large-scale implementation will be essential for attaining net-zero emissions and a sustainable future. This presentation investigates the latest developments in carbon capture, its significance in climate change mitigation and future paths for extensive implementation.

Keywords: Carbon Capture, Nanomaterials, Absorption, Greenhouse Gas, Sustainable Future, Artificial Intelligence, Carbon Dioxide.

INFLUENCE OF OCCUPATIONAL STRESS MANAGEMENT STRATEGIES ON EMPLOYEE PRODUCTIVITY

Amritha L. J.
Research Scholar, Department of Commerce, St Joseph College of Arts and Science (Autonomous) Cuddalore I - Affiliated to Annamalai University
Dr. A. Alex
Dean of studies & Head Department of commerce (Bank Mgt) and Business Administration St. Joseph's College of Arts & Science (Autonomous) Cuddalore-1
Dr. Stalin Panneer SELVAM
Associate Professor Hindustan Institute of Technology and science Deemed to be University Padur, Chennai

Abstract

In its 2020 Global Risk Report, the World Economic Forum categorized the Indian banking sector as the highest priority and the most vulnerable industry in India. Taking everything into account, it is noticeable that the banking sector functions in a volatile and competing environment. Employees often go through and deal with a tremendous amount of stress from organizational and job-related problems. The current study looks into the 'Influence of Stress Management Strategies on Employees' Productivity in the Banking Sector' in order to understand the dimensions of stress with respect to the stress management programs and intervention in the workplace. The research aims to fill a gap in theory and practice in organizational policies and practices directed towards employee well-being and organizational effectiveness.

Based on a broad literature review and primary data collected, the study identifies the following as important stress determinants: workload, job expectations, firm's culture, and social relations in the banking industry. It also attempts to assess the range and degree of stress of banking employees so that it can help understand the depth and extent of stress. Looking at different organizational policies that banks employ to manager stress - employee assistance programs, training and organizational policies, the study analyses the respective policies to determine their effectiveness in managing stress and promoting employee health.

The results of this study hold important implications for theory and practice, providing actionable insights for organizational leaders, human resource practitioners, and policymakers not only from the banking industry but also from other sectors.

Organizations can cultivate workplace cultures of well-being and resilience that promote healthier and more productive workplaces, leading to greater employee well-being, enhanced organizational performance, and the potential for sustainable growth in the banking industry of India.

Keywords: Banking sector, Employee productivity, Stress management strategies, Workload, and performance.

THE GOVERNANCE OF INTERNATIONAL FINANCE

Amritha L. J.
Research Scholar, Department of Commerce, St Joseph College of Arts and Science (Autonomous)
Cuddalore I - Affiliated to Annamalai University
Sreejith J.
Executive, BUOM Praj Industries Pune

ABSTRACT

Contemporary international finance raises important questions about whether, and how, it might be overseen by national governments and international institutions. Inasmuch as global financial stability is a global public good, there is a normative case for governance structures to try to achieve this goal—whether they take the form of interstate cooperation or international institutions. This, however, does not mean that national states will necessarily be willing or able to work together to provide this global public good, as the incentives to free-ride are enormous. Nonetheless, the past 25 years do indicate that there has been some movement toward the provision of such global public goods as financial harmonization and a semblance of global lender-of-last-resort facilities. The record is spotty, but the trend appears to be in the direction of more global governance of global finance

Keywords: International finance, global governance, international externalities, monetary cooperation

ANTIFUNGAL PROPERTIES OF *Vernonia amygdalina* (BITTER LEAF) EXTRACTS AGAINST *Rhizopus stolonifer* ASSOCIATED WITH SWEET POTATO SPOILAGE

Olaomi A. A.
Olakunle D. E.
Adeyemi, T. A.
Olubenshe, C. T.
Department of Biology, Federal University Lokoja, Kogi state, Nigeria

ABSTRACT

Fungal diseases often reduce crop yield and lower crop quality by producing toxins which are hazardous to human health of which Rhizopus stolonifer is a major type. Plants of medicinal important have been proven to be very effective even where treatments with antibiotics failed. The increased recognition and importance of phytopathogenic fungi, the difficulties encountered in their control and the increase in resistance to antifungal, have stimulated the search for natural alternatives. This study determined the antifungal properties of Vernonia amygdalina (bitter leaf) extracts against Rhizopus stolonifer associated with sweet potato spoilage. The plant material was extracted by maceration method using water and ethanol as solvents. The fungi under study was isolated by direct plating technique and identified via microscopy. Varying concentrations of 100mg/ml, 75mg/ml, 50mg/ml and 25mg/ml of the plant extract were prepared and used for the antifungal assay. Both the aqueous and ethanolic extracts of bitter showed inhibitory potential against the tested isolate. The ethanolic extract was more effective with zones of inhibition ranging from 10.00±2.0mm to 4.00±1.0mm as compared to the aqueous extract which ranged between 8.00±2.0mm and 2.00±0.1mm zones of inhibition. The MIC result revealed that the extracts showed lowest inhibition at concentration of 100mg/ml and 75mg/ml against the study isolate. The study concluded that both ethanolic and aqueous extracts of bitter leaf possess antifungal activities against the tested fungal isolate. The study recommends the isolation and separation of the phytochemicals present in bitter leaf responsible for the antifungal activity using advance scientific techniques.

Keywords: Phytopathology, antifungal, *Rhizopus stolonifer*, bitter leaf, *in-vitro*, biocontrol

Introduction

Many fungi have been identified as causal organism of plant diseases. Fungal diseases often reduce crop yield and lower crop quality by producing toxins which are hazardous to human health. In Nigeria, about 308 phyto-pathogenic fungi have been recorded (Abubakar and Usman, 2016). With the recent trend of high percentage resistance of multiple drug resistant

microbial strains, efforts have been intensified by researchers to search for possible alternatives (Adetunji *et al*., 2013). Medicinal plants and traditional preparation with antimicrobial activities have been used extensively in the West African regions. These plants of medicinal important have been proven to be very effective even where treatments with antibiotics failed (Anysor *et al*., 2011). *Vernonia amygdalina* commonly called bitter leaf (English) and Ewuro (Yoruba) is a perennial shrub belonging to the family Asteraceae. It is a shrub that can grows to 10m tall with petiole leaf of about 6mm in diameter and elliptic in shape and grows throughout tropical Africa and has been domesticated in various parts of West Africa including Nigeria, where it is locally used as vegetable in soups. In some African countries including Nigeria, this plant species is traditionally used to treat many ailments including diabetes (Akah *et al*., 2009), malaria, helminth infections, fever, promote wound healing (Ganie *et al*., 2015) and to treat microbial infections. Also, the Hausa tribe of the northern part of Nigeria used the root and twig of *Vernonia amygdalina* to treat stomach-ache and gastrointestinal troubles. It is also prescribed to nursing mother as it improves lactation.

Increased recognition and importance of phytopathogenic fungi, the difficulties encountered in their control and the increase in resistance to antifungal, have stimulated the search for natural alternatives (Igbinosa *et al*., 2009) with a view to countering obvious pollution problems in the environment and avoiding the toxic effects on non-target organism associated with use of synthetic chemicals among others. Hence, it is obligatory to find out some alternate methods to produce the usage of chemical fungicides. The present-day global interest in control of plant pathogens by biocontrol agents has direct impact on economic assistance to farmers. Antifungal activity of higher plants has long been speculated as an important factor to disease resistance and control against a wide range of fungi that infect crops. Applications of plant metabolites for plant disease management have become important viable component of integrated pest management as they are eco-friendly where botanicals play an important role (Satish *et al*., 2010). Natural products either as pure compounds or as standardized plant extracts provide unlimited opportunities for the development of antimicrobials because of the great diversity in their chemical structure and novel mechanism of action and this has led to the screening of several medicinal plants for potential antimicrobial activity.

Materials and Methods

Study area

This research was carried out in the Department of Biological Sciences Laboratory, Federal University Lokoja, Kogi State. Lokoja is situated in the tropical guinea savanna zone of Nigeria.

It is located on latitude 7.74°N to 7.79°N and longitude 6.57°E to 6.63°E. It is about 162.3km from the Federal Capital Territory (FCT) Abuja.

Experimental materials

Materials used includes: Potato dextrose agar (PDA), Petri dish, microscope, microscope slides, cover slip, cotton blue-lactophenol, beaker, conical flask, test-tubes, filter paper, normal saline water, knife, nose mask, hand gloves, cotton wool, foil paper, masking tape, spirit lamp, ethanol, cork borer, forceps and dropper.

Sample collection

Healthy and fresh samples of sweet potato (*Ipomoea batatas*) tubers and samples showing symptoms of rottening were obtained locally from the market; Old market, Lokoja, Kogi State. Diseased samples of sweet potato tubers were collected in a sterilized polythene bag and transferred to the Laboratory of Biological Sciences Department, Federal University Lokoja, Kogi State for phytopathological analysis.

Preparation and extraction of crude extracts

The leaves of *Vernonia amygdalina* were separated manually. The materials were cleaned with sterile distilled water, air dried and finely ground using a grinder mill. Twenty grams of the fine powder from *Vernonia amygdalina* leaves were placed in 250 ml of solvents (95% ethanol), placed in a conical flask and refluxed at 50°C for 60 min (Chen *et al*., 2017). The extracts were filtered through Whatman filter paper No. 1 and ethanol extracts were evaporated to dryness using a hot air oven at a much-reduced temperature (40°C). The residues obtained were dissolved in 1% DMSO (for antimicrobial assay). The weight of the extract was determined and stored below ambient temperature.

Isolation and identification of associated fungi

The diseased tubers were washed with tap water and surface sterilized with 10% ethanol solution for 2-3 minutes to remove surface contaminants and rinse twice in sterile distilled water (Olaomi *et al*., 2025). The healthy samples were then cut through by means of sterile knife. Slicing was done starting from the healthy portions. Pieces of 5 × 5mm was cut and placed on potato dextrose agar (PDA) medium and incubated at room temperature for 2 days. Representative colony types were purified by sub-culturing on fresh PDA plates. Pure cultures were then transferred to slants of PDA. Pure cultures of the isolates were grown singly on PDA for identification. The isolated fungi were identified based on the isolates' colonial characteristics on culture plates and microscopic features in slide cultures. A drop of lactophenol cotton blue stain was placed on a clean grease-free slide. A small portion of the filamentous part of the fungal isolates was emulsified in the stain. Then, the slide was then covered with a cover

slip avoiding bubbles. The slide was then viewed under the microscope. This technique shows various microscopic characteristics of the fungal isolates (Olaomi *et al*., 2025).

Evaluation of antifungal activity

The extracts of the *Vernonia amygdalina* leaves was applied on the fungal isolates using agar diffusion as described by Igbinosa *et al*. (2009) in order to determine their antifungal activity on the isolates. The fungal isolates were allowed to grow on a Potato dextrose agar PSDA) (Oxoid) at 25°C until they sporulated. The fungal spores were harvested after sporulation by pouring a mixture of sterile glycerol and distilled water to the surface of the plate and later scraped the spores with a sterile glass rod. The harvested fungal spores were standardized to an OD600nm of 0.1 before use. One hundred microliter of the standardized fungal spore suspension was evenly spread on the PDA (Oxoid) using a glass spreader. Wells were then bored into the agar media using a sterile 6 mm cork borer and the wells filled with the solution of the extract taking care not to allow spillage of the solution to the surface of the agar medium. The plates were allowed to stand on the laboratory bench for 1 hour to allow for proper diffusion of the extract into the media. Plates were incubated at 25°C for 96 hours and later observed for zones of inhibition. Miconazole at a concentration of 1mg/ml was used as the positive control while water was used as negative control.

Minimum inhibitory concentration (MIC)

The MIC estimation of the crude extract was determined using the method of Igbinosa *et al*. (2009). Two-fold dilutions of the crude extract was prepared and 2 ml aliquots of different concentrations of the solution were added to 18 ml of pre-sterilized molten PDA for fungi at 40°C to give final concentration regimes. The medium was then poured into sterile Petri dishes and allowed to set. The surface of the medium was allowed to dry under laminar flow before streaking with 18 hours old fungal cultures. The plates were later incubated at 25°C for up to 72 hours for fungi, after which they were examined for the presence or absence of growth. The MIC was taken as the lowest concentration that prevented the growth of the test fungus.

Statistical Analysis

The data analysis was done using software SPSS version 21.0 and Duncan Multiple Range test was applied to consider statistical significance at $p>0.05$.

Results

The identification of selected fungal pathogen was confirmed based on microscopic and morphological characteristics of the isolate. The fungal isolate obtained from the rot of sweet potato was identified as *Rhizopus stolonifer*, which was revealed macroscopically as white and fluffy in appearance, sporangia turn blackish brown at maturity and microscopically shows

aseptate sporangiophore and large sporangium. Tables 1 and 2 show the potency of the extracts against the test organism at different concentrations of the extracts. Both the aqueous and ethanolic extracts of bitter showed inhibitory potential against the tested isolate. The ethanolic extract was more effective with zones of inhibition ranging from 10.00±2.0mm to 4.00±1.0mm as compared to the aqueous extract which ranged between 8.00±2.0mm and 2.00±0.1mm zones of inhibition. The MIC result revealed that the extracts showed lowest inhibition at concentration of 100mg/ml and 75mg/ml against the study isolate. Ethanolic extract was more effective against *Rhizopus stolonifer* as compared to the aqueous extract. Tables 3 reveals the smallest inhibitory concentrations of the extracts. The extracts show to be at lowest inhibition at concentration of 100mg/ml and 75mg/ml against the test organism (*Rhizopus stolonifera*) compared to other concentrations for both extracts.

Table 1: Antifungal Activity of ethanolic extract of bitter leaf against *Rhizopus stolonifer*

Test Organism	Concentration (mg/ml)	Zones of Inhibition ± SD (mm)
Rhizopus stolonifer	100	10.00 ± 2.0^{a}
	75	8.00 ± 1.0^{c}
	50	6.00 ± 0.5^{a}
	25	4.00 ± 1.0^{bc}
	C^{+}	15.00 ± 3.0
	C^{-}	0.0

Value with the same superscript in the same row are not significantly different at p>0.05 by Duncan Multiple Range test.

Table 2: Antifungal Activity of aqueous extract of bitter leaf against *Rhizopus stolonifer*

Test Organism	Concentration (mg/ml)	Zones of Inhibition ± SD (mm)
Rhizopus stolonifer	100	8.00 ± 2.0^{a}
	75	6.00 ± 1.8^{bc}
	50	4.00 ± 1.2^{a}
	25	2.00 ± 0.1^{b}
	C^{+}	15.00 ± 3.0
	C^{-}	0.0

Value with the same superscript in the same row are not significantly different at p>0.05 by Duncan Multiple Range test.

Table 3: Minimum Inhibitory Concentrations of ethanolic and aqueous extracts of bitter leaf against *Rhizopus stolonifer*

	Concentrations (mg/ml)				
Solvents	100	75	50	25	C^+
Ethanolic	---	--	+	++	+
Aqueous	---	--	+	+	+

+ = Turbid; ++ = Very Turbid; - = Clear; --- = Very Clear

Discussion

Ethanolic and aqueous extracts of bitter leaf (*Vernonia amygdalina*) were tested against *Rhizopus stolonifer* and it revealed that ethanolic extract was viable with viable zone of inhibition than aqueous extracts. This finding is similar with the findings of Ganie *et al*. (2015). But the control used in this research (Ketaconazole) showed greater antifungal activity when compared to the extracts used in this study which agreed with the report of Abubakar and Usman, (2016). The effect of these extracts on the tested fungal isolate have been evident to lie in their bioactive constituents which include tannins, alkaloids, flavonoids, phenols e.t.c. (Anysor *et al*., 2011; Onegbu *et al*., 2020). It was also observed that the higher the concentration of both extracts, the higher the zones of inhibition. The inhibitory properties of the two extracts affect the growth of fungi by affecting their metabolism which may have resulted in their inability to use the required substrates efficiently (Natsir *et al*., 2019). This is also in line with the statement made by Wang *et al*. (2016). Several studies have been carried out and reported on the use of plant extracts in the family of Asteraceae for the control of fungal and other related plant disease (Ilondu, 2012a). The antifungal activities of *Vernonia amygdalina* (Ilondu, 2012b), *Vernonia ambigua* (Abubakar *et al*., 2011; Ilondu, 2012a) and *Vernonia cinerea* (Latha *et al*., 2011; Ilondu, 2012a) have been documented.

Latha *et al*., (2011) had reported that extract of *Vernonia cinerea* completely inhibited the growth of *Candida albicans* and caused alterations in the morphology and complete collapse of yeast cells following 36 hours exposure. Ilondu (2012a) reported that extract of *Vernonia cinerea* was very effective in reducing the mycelia growth of *Sclerotiumrolfsii* and caused 100% inhibition at 80mg/ml, while *Vernonia ambigua* at 60mg/ml was more effective in inhibiting the sclerotia germination of the same fungus. The antimicrobial activities of *Vernonia ambigua* have been reported by Kunle *et al*. (2010). On the other hand, Satish *et al*. (2010) reported a significant inhibition of some seed borne fungi of sorghum including *Candida lunata* with extract of *Lawsonia inermis*. Increased antifungal activity was observed with a corresponding increase in the concentration of all plant extracts studied. This is in accordance

with the study of Olaomi *et al*. (2025). The antifungal study showed that ethanolic extract was more effective. The reduction in mycelia growth of the test fungi in the presence of these extracts is a demonstration that they are, among other important extracts, capable of checking the spread of many fungal diseases of food crops.

Conclusion

This study highlighted the antifungal effects of *Vernonia amygdalina* extracts on fungal pathogens associated with sweet potato thereby verifying its use as traditional medicine. Sooner than expected, broad-spectrum drug which might be able to cure various human ailments could be developed from *Vernonia amygdalina*. Further work should be carried out in order to isolate the active compounds for further antimicrobial, pharmacological and clinical testing. The study recommends the isolation and separation of the phytochemicals present in bitter leaf (*Vernonia amygdalina*) responsible for the antifungal activity using advance scientific techniques and utilize it in developing synthetic chemotherapeutic agents. The study also recommends the use of methanol as the extracting solvent for bitter leaf (*Vernonia amygdalina*).

References

Abubakar, B.A., Aliyu, M.M., Mikhail, S.A., Hamisu, I. and Adebayo, O.O. (2011). Phytochemical screening and antibacterial activities of *Vernonia ambigua, Vernonia blumeoides* and *Vernonia oocephala* (Asteraceae). *ActaPoloniaePharmaceuticaDrug Research*. 68(1): 67-73.

Abubakar, R. C. and Usman, V. C. (2016). Fungi toxic activity of extracts of some medicinal plants on *Sclerotium rolfsii*, causal organism of basal stem rot disease of tomato. *Nigerian Journal of plant. Protection,* 25:106-111.

Adetunji, C. O., Olaniyi, O. O. and Ogunkunle, A. T. J. (2013). Bacterial Activity of Crude Extracts of *Vernonia amygdalina* on Clinical Isolates. *Journal of Microbiology and Antimicrobials*. 5(6): 60– 64.

Akah, P., Njoku, O., Nwanguma, A. and Akunyili, D. (2004). Effects of Aqueous Leaf Extract of *Vernonia amygdalina* on Blood Glucose and Triglyceride Levels of Alloxan–Induced Diabetic Rats (Rattus rattus). *Animal Research International*. 1: 90–94.

Anysor, W. M., Truong, V. D., Wiesenborn, D. P and Carvajal, P. (2011). Rheological and Physico-chemical Properties of starches from Moist and Dry-type Sweet potatoes. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 48: 2937-2942.

Chen, Y., Xie, M.Y., and Gong, X.F. (2017). Microwave assisted extraction used for the isolation of total triterpenoid saponins from *Ganoderma atrum*. *Journal of Food Engineering*. 81: 162-170

Ganie, Y., Yamashita, Y., Hori, I., Abe, K. and Fuwa, H. (2015). Developmental changes in the properties of potato (*Solanum tuberosum* L.) starches. *Journal of Applied Glycoscience (Oyo Toshitsu Kagaku)* 42: 345-353.

Igbinosa, O. O, Igbinosa, E. O, Aiyegoro, O. A., (2009). Antimicrobial activity and phytochemical screening of stem bark extracts from *Jatropha curcas* (Linn). *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 3(2): 058-062.

Ilondu, E.M, (2012a). Fungitoxic activity of leaf extracts from four Asteraceae against *Sclerotium rolfsil*, an isolate of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam) vine rot disease. *Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3(2): 287-295.

Ilondu, E.M. (2012b). Etiology and Management of leafspot disease of sweet potato (*lpomoea batatas* (L) Lam) in Delta State, Nigeria Ph.D Thesis Department of Agronomy, Faculty of Agriculture Delta State University, Asaba campus. 180.

Kunle, O.F., Egharevba, H.O. Ibrahim, J., Iliya, I., Abdullahi, M.S., Okwute, S.K. and Okogun, J.I. (2010). Antimicrobial activity of the extract of *Vernonia ambigua* (aerial part). *Researcher*. 2(6):74-80.

Latha, L.Y., Darah, I., Jain, K. and Sasidharan, S. (2011). Effects of Vernonia cinerea Less 171 methanol extract on growth and morphogenesis of *Candida albicans*. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 15(5): 543 -549.

Natsir, B.O., Achidi, A. U., Asiedu, R. and Bokanga, M. (2019). *Food Quality attributes of Pona yam*. Paper presented at 8th Triennial Symposium of the International Society for Root and Tuber Crops-Africa Branch (ISTRC-AB) held at International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, 12-16 August, 2012.

Olaomi A.A., Daikwo, S., Amuna, O.T., Olusanmi, P.K., Ayodele, F.A., Olusanmi, P.T. and Simon, V.O. (2025). Antibacterial activities of garlic (*Allium sativum*) on bacteria *Neisseria gonorrhoeae* and *Treponema pallidum* associated with sexually transmitted diseases. *Proceedings of 9th International Çukurova Agriculture and Veterinary Congress, Ankara, Turkiye, February 14-15, 2025.* 748-754.

Onegbu, C. K., Wheatley, A. O. and Asemota, H. N. (2020). Isolation and characterization of starches from eight *Dioscorea alata* cultivars grown in Jamaica. *African Journal of Biotechnology.* 5(17): 1528-1536.

Satish, S., Raghavendra, M.P. and Ravesha, K.A. (2010). Management of seed borne fungal pathogens of sorghum seeds by aqueous extract of *Lawsonia inermis* L. *Journal of Biopesticides*. 3(1):237-241.

Wang, R. K., Kwan, T., Kwan, C. Y. and Sorger, G. J. (2016), “Effect of papaya leaves Extract and Benzyl Isothiocyanate on vascular contraction. *Journal of life Science.* 21 (10): 497-507.

TREE-PLOT ALGORITHM FOR INTERACTIVE VISUALIZATION OF LARGE DATASETS USING H_2O's IN-MEMORY NODE TECHNIQUE

Dr. Chandani SHARMA
Department of Computer Science & Engineering MMICTBM (MCA) Maharishi Markandeshwar (Deemed to be University) Mullana, Ambala, Haryana 133207, India

Abstract

Effective visualization tools are crucial for identifying patterns in unstructured data, especially as datasets grow larger and more complex. Most large-scale data visualization techniques require programming expertise or access to commercial software, limiting accessibility. With the increasing volume of data, statistical visualization often demands multiple displays to capture various perspectives. Model tuning, optimization, and rapid decision-making benefit significantly from uncovering meaningful patterns through visualization. However, conventional methods such as histograms, pie charts, box plots, and bar graphs often fail to convey the intricate patterns hidden within massive datasets.

To address this limitation, this paper presents a tree-plot method that leverages the H2O package's in-memory node technique for efficient data storage and visualization. The Data.Tree package is used for charting, enabling clear representation of modelled trees, which are constructed using an AdaBoosted Model as the underlying learning framework. The visualization of the modelled trees, along with performance evaluation metrics such as AUC, RMSE, execution time, and MSE, provides valuable insights into the effectiveness of the data training process.

Keywords: Large dataset, Visualization, Optimization, Efficient algorithm.

PECTIN BASED STIMULI RESPONSIVE NANOVESICLES: A PROMISING STRATEGY FOR SUSTAINED RELEASE, AND AUGMENTING BIOAVAILABILITY OF GEMCITABINE

Rashna MIRZA
Mohsin FAWAD
Amjad Ali SHAH
Kifayat Ullah SHAH
Atif Ullah KHAN
Naveed AHMED
Department of Pharmacy, Faculty of Biological Sciences, Quaid-i-Azam University, Islamabad, Pakistan
Muhammad AMER
Department of Pharmacy Abasyn University Islamabad

Abstract

This study aimed to develop pectin based, stimuli-responsive nanovesicles for gemcitabine delivery to address issues such as short half-life, poor bioavailability, and systemic side effects by providing targeted and sustained cancer treatment. Gemcitabine-loaded pectin nanovesicles (Gem-Pec@NVs) were formulated using an emulsification crosslinking technique. Optimizing concentrations of pectin, Labrasol®, and calcium chloride resulted in nanovesicles with a vesicle size of 96.79±0.12 nm, a PDI of 0.357±0.04, and an entrapment efficiency of 83.2±0.2%. Statistical ANOVA and response surface plots were used to analyze the effects of formulation variables on vesicle size, PDI, and entrapment efficiency. Physicochemical characterization confirmed drug compatibility with other ingredients and successful loading into the nanovesicles. Morphological analysis revealed non-spherical nanovesicles. The optimized formulation was incorporated into a thermosensitive in situ gel for rectal delivery. *In vitro* release studies showed sustained release (79.1±2.01%) within 72 hours with enzyme pectinase-triggered release compared to gemcitabine solution (98.66±2.26%). Cell cytotoxicity studies showed significant inhibition of colon cancer cells by Gem-Pec@NVs compared to Gemcitabine solution. *Ex vivo* studies demonstrated high permeation and mucoadhesion of the Gem-Pec@NVs-loaded *in situ* gel (834±5.7 µg/cm² and 15,821.4±4.9 dyne/cm²) compared to gemcitabine solution (62±1.7 µg/cm²). Similarly, *in vivo* studies indicated high retention of nanovesicles in the colon, improved bioavailability, and confirmed the targeting ability of the nanovesicle-based *in situ* gel. Rectal irritation studies confirmed the non-irritant nature of the formulation, ensuring compatibility. This nanovesicle-based rectal delivery strategy offers a promising, non-invasive targeting approach for colorectal cancer.

DECAY RATES AND EIGENVALUE ASYMPTOTICS FOR ABSTRACT STRONGLY COUPLED HYPERBOLIC EQUATIONS WITH INFINITE MEMORY

PhD student Rayan Ikram ADDOUN
University M'hamed Bougara of Boumerdes, Algeria
ORCID: 0009-0005-0467-6950

ABSTRACT

Introduction

This paper investigates the asymptotic behavior of strongly coupled hyperbolic equations with one infinite memory term, specifically modeling the dynamical behavior of piezoelectric beams under magnetic effects. The system includes a fractional operator in the memory term, characterized by the parameter a∈[0,1)a \in [0, 1)a∈[0,1), which governs the dissipation properties.

Objective

The main goal is to establish the polynomial stability of the coupled system by analyzing the effects of the infinite memory term located on one of the equations. The explicit decay rates, depending on the fractional parameter aaa, are derived and verified.

Methodology

The study employs frequency domain analysis to prove the polynomial stability of the system with decay rates t−12−2at^{-\frac{1}{2} - 2a}t−21−2a. For the case of an exponentially decreasing memory kernel, a spectral analysis of the system operator is performed, providing asymptotic expressions for its eigenvalues and confirming the optimality of the decay rates.

Conclusion

This research demonstrates that a single infinite memory term is sufficient to stabilize strongly coupled hyperbolic systems polynomially. The decay rates, explicitly dependent on the fractional parameter aaa, are shown to be optimal. Moreover, the spectral analysis offers deeper insights into the role of memory terms in the stabilization of such systems, paving the way for future studies in this domain.

Keywords: Polynomial stability, strongly coupled system, fractional operator, infinite memory, frequency domain method, spectral analysis.

References:

Zhang, H. E., Xu, G. Q., & Han, Z. J. (2023). Decay Rates and Eigenvalue Asymptotics for Abstract Strongly Coupled Hyperbolic Equations with Infinite Memory. *arXiv e-prints*, arXiv:2305.07833. https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.07833

INSIGHTS FROM HUMAN ERYTHROCYTE "IN VITRO" MODEL OF ZnONPs CYTOTOXICITY TESTING

Erion SUKAJ
Eldores SULA
Western Balkans University, Faculty of Medicine and Technical Medical Sciences, Tirana, Albania
Valbona ALIKO
University of Tirana Faculty of Natural sciences, department of Biology, Tirana Albania

Abstract

Zinc oxide nanoparticles (ZnONPs) find attractive applications in different fields of biomedicine, environment, and cosmetics. They have shown potential interactions with blood cells, particularly erythrocytes, raising concerns about potential adverse effects. This study delves into the intricate interplay between nano-sized zinc oxide particles and human erythrocytes, aiming to provide a comprehensive understanding of the molecular mechanisms governing red blood cell toxicity response. After incubation of human erythrocytes with different concentrations of ZnONPs (12.5, 25, 50 and 100 µg/ml) for 3 and 24 hours, hemolytic activity and morphological alterations were determined. Our results demonstrate that zinc oxide nanoparticles caused hemolytic effects through cell membrane distortions leading so toward echinocyte formation and later to eryptosis and hemolysis. Combination of *in-vitro* exposure simulations offers valuable insights for better understanding the implications of ZnONPs exposure on erythrocyte function.

Keywords: zinc oxide nanoparticles, erythrocyte, echinocyte, hemolysis, eryptosis

Introduction

The term nanomaterial actually refers to a diverse group of materials that vary in their physical andchemical properties, such as their size, composition, shape, and charge. Metal oxide nanoparticles have gained great scientific interest because of its complex patterns and therapeutic importance [1–3]. Among the metal oxide nanoparticles zinc oxide nanoparticles (ZnONPs), being increasingly used in biomedical fields due to its unique chemical and physical properties.

These nanoparticles can substitute the macromolecule zinc oxide in various industries and give special properties to the final product [4]. Zinc oxide nanoparticles have globular shape and recently, have received more attention in animal studies [5]. They are widely used as an additive in various materials and products including textiles, cosmetics, rubbers, plastics, ceramics, glass, cement, lubricants, paints, and ointments. [6–8] ZnONPs were also used as fillers in

orthopedic and dental implants to enhance the hardness and mechanical properties. [9, 10] The antimicrobial activity of dental products (toothpaste and an endodontic cement) was also increased by adding ZnONPs, therefore they inhibited the growth of bacteria (*Enterococcus faecalis*), which adhere to tooth surface.[11] It is also used as an anticancer agent in medical science.[12] Production and usage of different synthetic substances have influenced the health of many organisms.

Zinc (Zn) is an essential element in the human body also used in food industries as a food additive and in packaging of food product because of its fungicidal and antimicrobial activity.[13, 14] Along with extensive application of ZnONPs in the industrial field, it is conceivable that the human body may be intentionally or unintentionally exposed to ZnONPs via several possible routes, including ingestion, inhalation, and direct contact with skin.[15] Despite the widespread uses of nanoparticles, there is limited information about their toxic effects in environment and in humans. Nanoparticles do not have any special problem in passing the physiological barriers due to their small size, so they are widely distributed in the circulation [16–18].

Erythrocytes, or red blood cells (RBCs), represent the most abundant cellular component in the human circulatory system and play a critical role in oxygen transport and carbon dioxide exchange. Due to their constant exposure to environmental agents and foreign substances via systemic circulation, erythrocytes are frequently used as a model for investigating the toxicity of nanoparticles [19]. The unique biconcave structure of erythrocytes, coupled with their anucleate nature, makes them particularly vulnerable to oxidative stress and membrane damage. Despite their critical function, these cells lack the ability to synthesize new proteins or repair damaged cellular components, rendering them particularly vulnerable to oxidative stress and membrane damage induced by external agents. Interaction with ZnONPs can disrupt erythrocyte integrity through oxidative stress, membrane lipid peroxidation, hemolysis, and ion homeostasis dysregulation [20]. Several studies have reported that exposure to nanoparticles, including ZnONPs, can result in adverse effects on erythrocytes, ranging from hemolysis and oxidative stress to alterations in membrane integrity and functionality [1].

Oxidative stress in biological systems was introduced first by Sies and colleagues. It is an imbalance in oxidant and antioxidant systems in which there is an increase in the oxidant ones that cause damage [21]. The production of ROS can disturb mitochondrial function and may also cause changes in the expression of genes that are involved in inflammation and apoptosis. The science of nanoparticles toxicology will have an important role in the development of stable and safe nanotechnology. Although little information is available about toxic effects of

nanoparticles on environment and humans, according to physical- chemical properties of nanoparticles it is expected that these substances interact with biological components and have a large impact on behavior and features of macromolecules, cells and bodies of organisms [22]. Although, acute and chronic neurotoxic, genotoxic effects of ZnONPs were demonstrated in time and concentration-dependent manner using in vitro and in vivo models, biocompatibility and intrinsic hemolytic activity of ZnONPs remains to be elucidated. [23, 24]

Among the various biological systems that ZnONPs may interact with, human erythrocytes, or red blood cells (RBCs), have garnered particular attention due to their direct and frequent exposure to nanoparticles in the bloodstream. Hence, critical analysis on concentration-dependent effect on RBCs and Hb becomes most essential part in understanding and evaluating the adverse effects of ZnONPs. Recent research has also highlighted the influence of ZnONPs physicochemical properties, such as size, shape, surface charge, and coating, on their interaction with erythrocytes. Smaller ZnONPs, for instance, tend to exhibit greater toxicity due to their higher surface area, enabling increased ROS generation and membrane interaction [25].

ZnONPs' toxicity largely depends on factors such as particle size, surface charge, aggregation state, and concentration. These nanoparticles can generate reactive oxygen species (ROS) upon exposure to biological fluids, contributing to oxidative damage to cellular components, including lipids, proteins, and nucleic acids [26]. In erythrocytes, the elevated ROS levels induced by ZnONPs may lead to oxidative hemolysis, compromising the ability of RBCs to maintain cellular integrity and perform their physiological functions [27]. Excessive ROS production can lead to oxidative damage of the erythrocyte membrane, lipid peroxidation, and protein oxidation, ultimately compromising cell integrity and viability [28]. Furthermore, the dissolution of ZnONPs in physiological environments results in the release of Zn^{2+} ions, which contribute to their toxicity. High concentrations of Zn^{2+} ions can alter membrane fluidity, disturb ionic gradients, and trigger apoptosis or necrosis in various cell types [29]. For erythrocytes, Zn^{2+} ions disrupt the delicate balance of intracellular ions, exacerbating oxidative damage and membrane destabilization. The toxicological implications of ZnONPs on human erythrocytes have thus become a critical area of study, emphasizing the need for thorough investigations to assess their safety profiles and develop strategies for mitigating adverse effects.Despite the growing body of evidence on ZnONP-induced erythrocyte toxicity, significant gaps remain in our understanding of the underlying molecular mechanisms and the long-term consequences of chronic exposure. For instance, the interplay between ZnONPs and plasma proteins, which may modulate nanoparticle behavior and toxicity, has yet to be fully

elucidated. Moreover, the potential synergistic effects of ZnONPs in combination with other environmental or pharmacological agents warrant further investigation.

The results of studies show that ZnONPs can have both antioxidant effects and be an oxidative stress factor [30–32]. It seems this multiple functions are related to the amount of existing material and nanoparticle concentration. Zinc in low doses has beneficial functions in metalloenzymes, transcription factors, immune regulation and growth and synthesis of cell proteinsand plays antioxidant, anti-apoptotic and anti-inflammation roles, but in high doses, it has toxic effects and causes oxidative stress through increasing end products of lipid peroxidation and decreasing glutathione and protein thiol level [33]. Cytotoxicity increases with rise in nanoparticles concentration and also exposure time [34]. The ZnONPs can pass from protective layers of body; enter the circulation and lead to severe effects especially predispose individuals to thrombosis in high doses [35, 36]. Zinc nanoparticles participate in free radical formation in skin and damage cells and may cause cancer [37, 38]. Nanoparticles can easily cross from cell membranes and even blood- brain and blood-testis barriers [39-41].

This article aims to provide a detailed overview of the toxic effects of ZnONPs on human erythrocytes, emphasizing membrane damage, and hemolysis. The discussion will also explore the influence of ZnONP physicochemical properties on their toxicity and highlight recent advances in mitigating strategies, such as surface modifications and antioxidant supplementation. By consolidating findings from recent studies, we seek to contribute to the growing knowledge surrounding nanoparticle toxicity and highlight the importance of balancing the benefits of ZnONPs with their potential risks.

2. Materials and methods

2.1 Characterization of ZnONPs

ZnONPs size of<50 nm, were purchased by Sigma-Aldrich Co GmbHUSA (544906, CAS number: 1314-13-2, white powder, 15-25 m2/g andpurity >99 %). The analysis of SEM-EDS (Scanning Electron Microscopyand Energy Dispersive X-ray Spectroscopy) using the scanning electronmicroscope TESCAN VEGA3 LMU (Tescan, Czech Republic) with an EDSenergy system INCA250, UK) was used for the characterization of thenanoparticles. Material samples were analyzed in high vacuum (pressure 0.018Pa).

2.2 Preparation of the ZnONPs 100 µg/mL solution

First of all, the calculation of the amount of ZnONPs required was done. For a 100 µg/mL solution, we needed 100 µg (0.1 mg) of ZnONPs per 1 mL of solvent.Weused a precise weighing balance to measure the appropriate mass of ZnONPs powder based on the desired final volume. For example: For 10 mL solution: 0.1 mg/mL × 10 mL = 1 mg of ZnONPs. To

dissolve the ZnONPs we added the weighed ZnONPs to the chosen solvent in a volumetric beaker.To mix thoroughly we used a sonicator to ensure proper dispersion of the nanoparticles in the solvent. To ensure uniformity we checked the solution visually for uniform dispersion. The solution was stored in a clean, airtight container and sonicated for 15 minutes before each experiment. The creation of different concentrations in the blood was obtained by taking different volumes of the ZnONPs 100 µg/mL solution and exposing it always to 1 ml of blood (Table 1)

Table 1. The obtaining of different concentrations of ZnONPs exposure in the blood.

Concentration	Blood (RBC) ml	ZnONPs solution (100 µg/ml)
100 µg/ml	1 ml	100 µL
50 µg/ml	1 ml	50 µL
25 µg/ml	1 ml	25 µL
12,5 µg/ml	1 ml	12,5 µL

2.3 Sampling of human erythrocytes

The blood specimens were collected from healthy nonsmoker volunteers (male and female) of our staff and students at the Western Balkans Universityafter informing and taking their consen according to the Albanian Medical Law and Ethics Committee Nr. 10 171, 22/10/09. All the volunteers were tested according to standard procedures and guidelines and resulted with normal erythrocyte count and hemoglobin values. Blood was drawn through a 5 ml syringe with 22 Gneedle and was collected in 3 ml test tubes containing tripotassiumethylenediaminetetraacetic acid (K3 EDTA).

The sample was processed for further experiment procedure within an hour from the time of withdrawal.

2.4 Preparation of human erythrocytes for morphological examination

Blood was processed within 1 hour of sampling and was centrifuged in a NUVE NF 400 centrifuge device for 10 min at 4000 rpm at room temperature, in order to divide the plasma and buffy coat from the erythrocytes. The plasma was removed and 1 ml of erythrocyte volume mass was taken and diluted in 3 ml of physiologic solution (NaCl 0,9%) to wash them from remaining plasma and protein traces. Each washing procedure was followed by centrifugation. The procedure was repeated 3 times until a clear supernatant was acquired. Then 1 ml of the erythrocyte mass was put in 5 different tubes and exposed and incubated at different volumes of ZnONPs solution (12.5, 25, 50, 100 µl and control tube) for 3 and 24 hours. The morphological alterations were determined under light microscopy through a ZEISS Scope. A1 microscope on 1000 power field magnification with imersion oil used on top of the cover slide.

2.5 Preparation of human erythrocytes for hemolysis examination

Blood was processed within 1 hour of sampling and as taken was divided in 5 tubes each of 1 ml volume and directly exposed to the different volumes of ZnONPs (12.5, 25, 50, 100 µl and control tube). The tubes were put in rotatory device and incubated at room temperature for 3 and 24 hours. Then each tube was centrifuged in a NUVE NF 400 devicefor 10 min at 4000 rpm to divide the plasma and buffy coat from the cells. The plasma only was taken from each tube and examined in a Sysmex XS-1000i Blood Analyser for presence of hemoglobin traces.

2.6 Statistical analysis

The data were explored through graphical tools and tables of descriptive statistics. A Shapiro-Wilk Test was performed to check if the data had normal distribution. Then a one-way and two-way ANOVA test was conducted to determine if there was a difference between groups with different ZnONPs concentrations and between the two times of exposure. Statistical analysis was performed using SPSS 28.0. Statistical significance was set at p-value <0.05.

3. Results

3.1 ZnONPs characterization

According to the SEM-EDS analysis, ZnONPs had a spherical shape with a size ranging from 8 – 15 nm in diameter (Fig. 1). The spectrum obtained through EDX characterization of the sample confirmed the purity of ZnONPs.

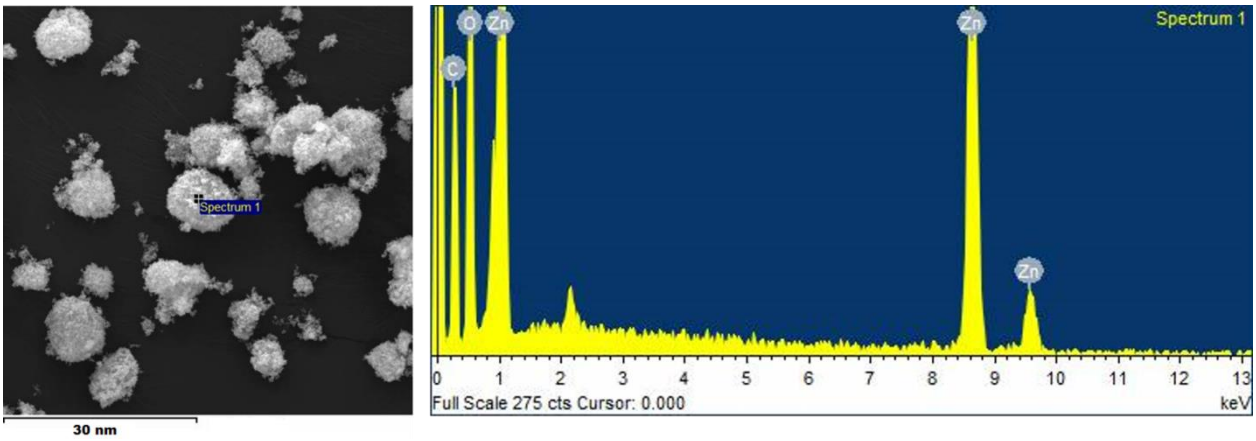


Fig. 1. ZnONPs are spherical particles of 8 – 15 nm in diameter. SEM-EDS images of ZnONPs performed using a TESCAN VEGA3 LMU (Tescan, Czech Republic) scanning electron microscope, equipped with an EDS INCA Energy 250XT system (Oxford instruments, UK). The analysed samples were mounted on the sample holder with double-sided adhesive conductive carbon tape. The samples were analysed in high vacuum mode (pressure of 0.018Pa).

3.2 Morphological results in 3 hours ZnONPs exposure.

Under light microscopy examination the presence of echinocytes (abnormal erythrocytes) was detected in each concentration at the 3 hours time exposure. Echinocytes were counted by eye in 10 different high power fields (1000 power magnification with oil imersion) as a ratio (percentage) over 100 erythrocytes. What was observed is a concentration dependent rising number of echinocytes ranging from <5% at the lowest ZnONPs concentration to >50% at the highest ZnONPs concentration, of the erythrocyte total number. (Table 2)

The Correlation Analysis showed:

- **Pearson Correlation:** 0.956 (very strong positive correlation)
  - p-value: 0.044 (statistically significant at $\alpha = 0.05$)
- **Spearman Correlation**: 1.0 (perfect monotonic relationship)
  - p-value: 0.0 (highly significant)

Regression Analysis showed:

- **Linear Regression Slope:** 0.0043 (positive trend)
- **Bootstrap Confidence Intervals (95%):**
  - Intercept CI: [-0.095, 0.25]
  - Slope CI: [0.0030, 0.0108]

Non-Linear Sigmoidal Fit Parameters

- **Max response (a):** 0.55 (suggests saturation at 55% echinocytes)
- **Steepness (b):** 0.081 (moderate transition speed)
- **Midpoint (c):** 36.9 mcg/ml (suggests major increase occurs around 37 mcg/ml)

Conclusion

- The Pearson correlation is significant, confirming a strong link between ZnONP concentration and echinocyte formation.
- Non-linear regression suggests a biological saturation effect around 55%echinocytes.
- Bootstrap analysis supports the statistical significance of the trend.

Table 2. Number of echinocytes over total number of the erythrocytes in 3 hours ZnONPs exposure.

ZnONPs concentration (mcg/ml)	Nr. of echinocytes/100 erythrocytes
12.5	<5/100
25	5-30/100
50	30-50/100
100	>50/100

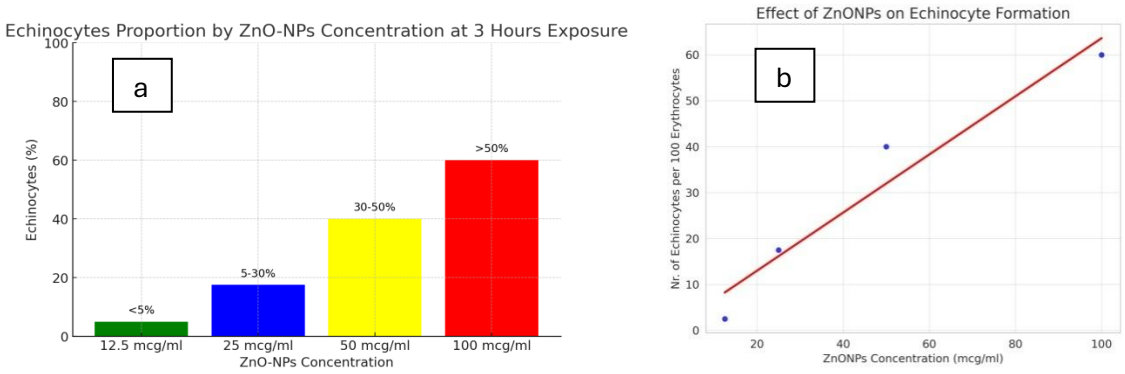


Fig. 2. a) Shows the number of echinocytes over 100 erythrocytes in 3 hours ZnONPs exposure. b) Scatter plot shows a clear increasing trend.

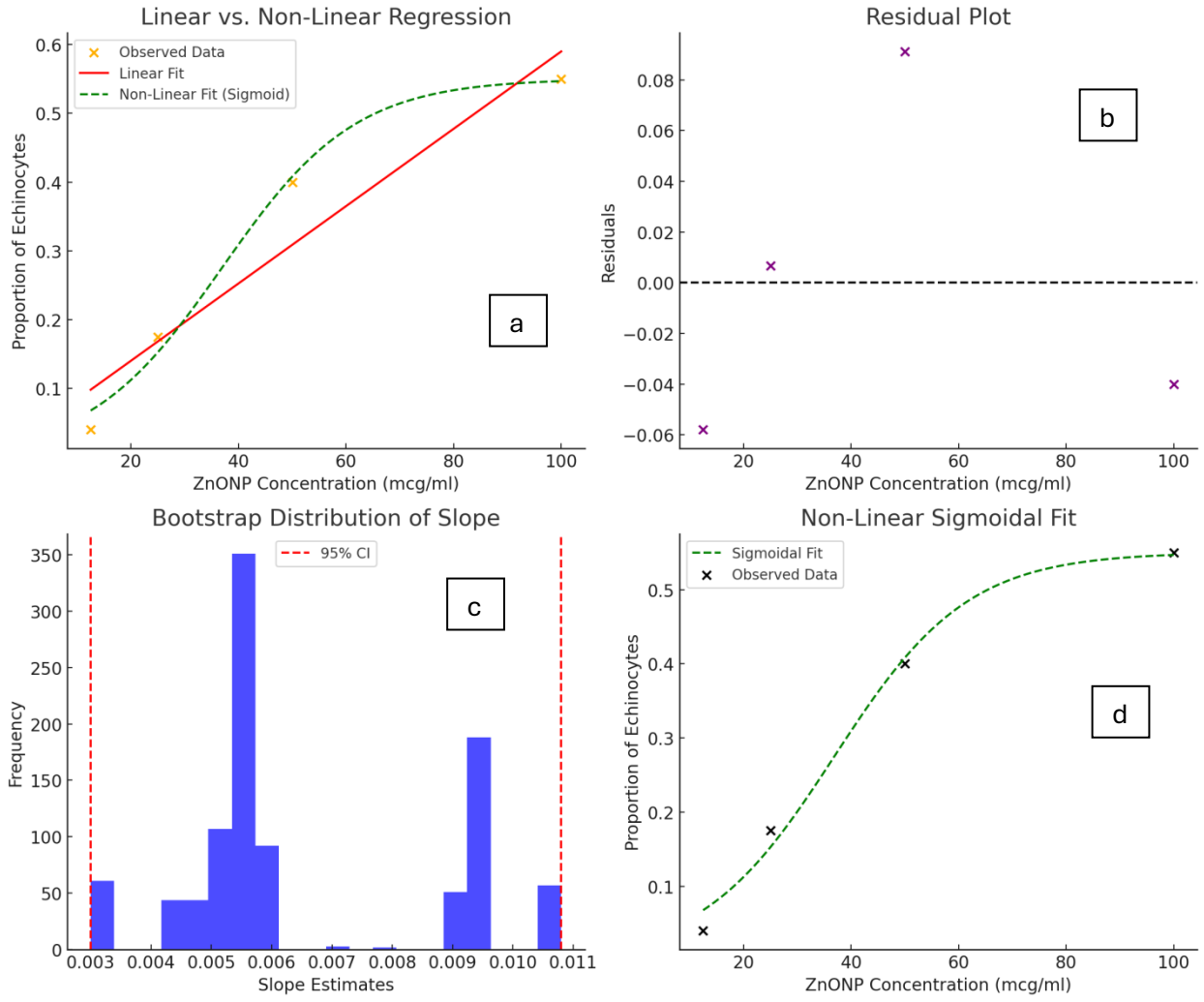


Fig. 3 3 hours exposure. a, d) Linear regression fit (red line) suggests a positive trend. Non-linear sigmoidal fit (green dashed line) better captures the saturation effect. b) Residual plot suggests some deviation from a purely linear trend. c) Bootstrap histogram confirms a mostly positive slope, reinforcing the trend.

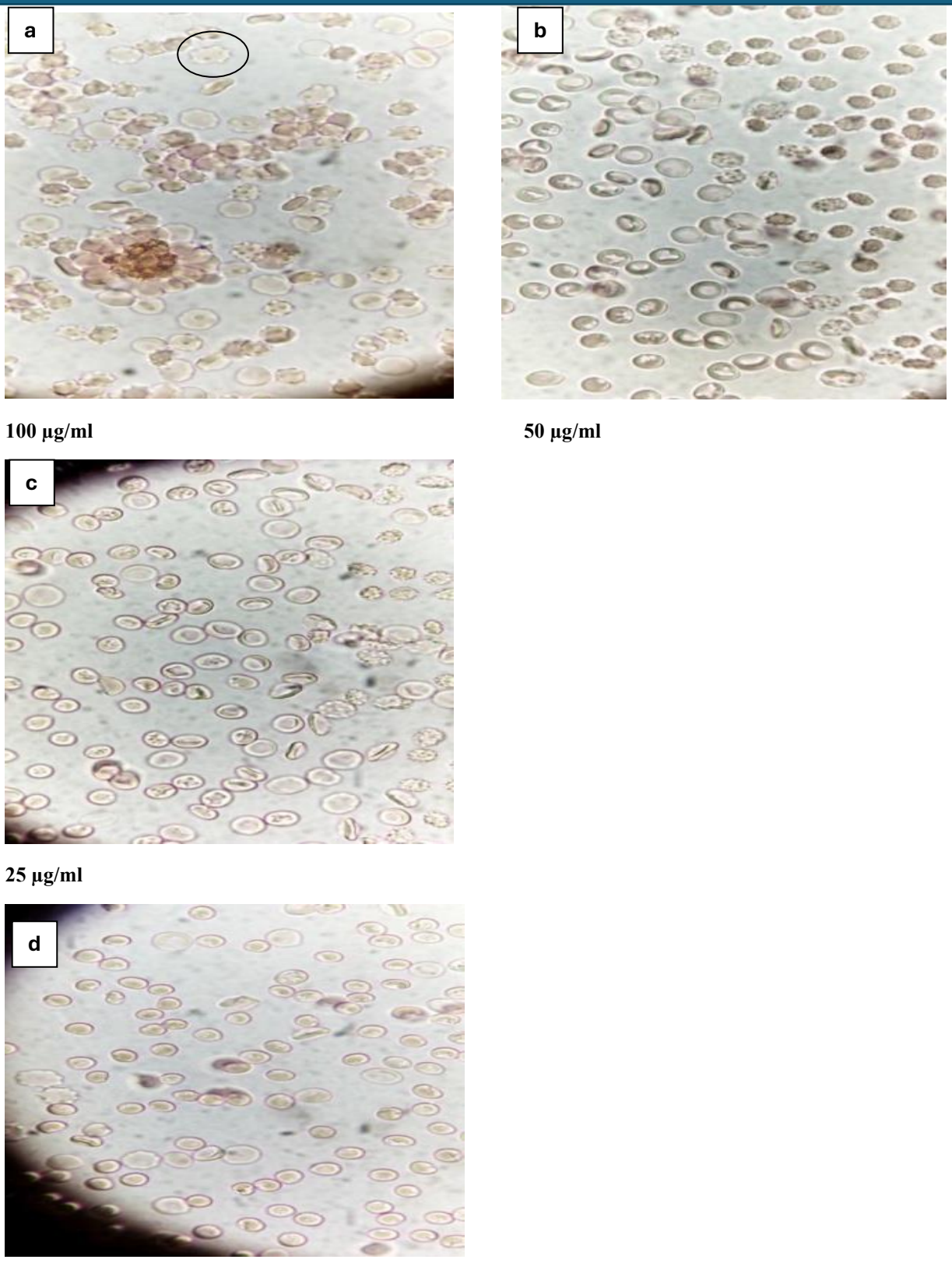


Fig. 3. Morphological changes of the erythrocytes towards echinocytes (in circle) increasing in number as percentage, ZnONPs concentration dependant for 3 hours exposure.

3.3 Morphological results in 24 hours ZnONPs exposure.

Under light microscopy examination, the presence of echinocytes (abnormal erythrocytes) was detected in each concentration at the 24 hours time exposure. Echinocytes were counted by eye in 10 different high power fields (1000 magnification with oil imersion) as a ratio on the overall number of erythrocytes. Here also was observed a concentration dependent rising number of echinocytes ranging from 40-55 to >80 % of 100 erythrocytes.(Table 3)

Table 3. Number of echinocytes over total number of the erythrocytes in 24 hours ZnONPs exposure.

ZnONPs concentration (mcg/ml)	Nr. of echinocytes/total nr. of erythrocytes
12.5	40-50/100
25	50-70/100
50	70-8-/100
100	>80/100

Correlation Analysis

- **Pearson Correlation:** 0.931 (strong positive correlation)
  - p-value: 0.069 (not statistically significant at $\alpha = 0.05$, but close)
- **Spearman Correlation:** 1.0 (perfect monotonic relationship)
  - p-value: 0.0 (statistically significant)

Regression Analysis

- **Equation:**
  Echinocyte proportion=0.4652+0.0042×ZnONP concentration\text{Echinocyte proportion} = 0.4652 + 0.0042 \times \text{ZnONP concentration}Echinocyte proportion=0.4652+0.0042×ZnONP concentration
- **R^2 (coefficient of determination):** 0.866 (strong model fit)
- **p-value of slope:** 0.069 (suggests a trend but not highly significant)

Trend Analysis (Mann-Kendall Test)

- **Kendall's tau:** 1.0 (strong increasing trend)
- **p-value:** 0.083 (not statistically significant at $\alpha = 0.05$, but suggests a trend)

Bootstrap Confidence Intervals (95%)

- **Intercept CI:** [0.30, 0.65]
- **Slope CI:** [0.002, 0.012]
  (Indicates some uncertainty but generally positive effect)

Non-Linear Sigmoidal Fit Parameters

- **a (max response):** 0.854 (suggests a saturation effect at ~85% echinocytes)
- **b (steepness):** 0.052 (how quickly the proportion increases)
- **c (midpoint):** 9.78 (suggests a rapid change at lower ZnONP concentrations)

Conclusion

- There is a **strong positive correlation** between ZnONP concentration and the proportion of echinocytes.
- The regression model fits the data well (**R^2 = 0.866**), but the small sample size limits statistical significance.
- The **Mann-Kendall test supports an increasing trend**, but the **p-value is slightly above 0.05**, indicating that more data points could improve significance.

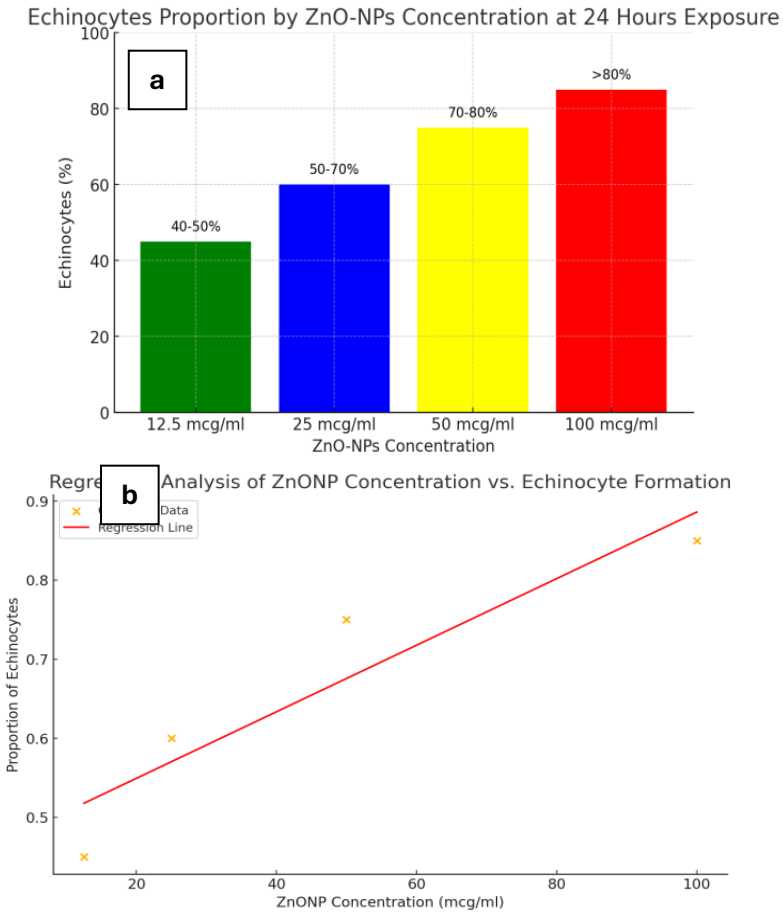


Fig. 4. a) Shows the number of echinocytes over 100 erythrocytes in 24 hours ZnONPs exposure. b) Scatter plot shows a clear increasing trend.

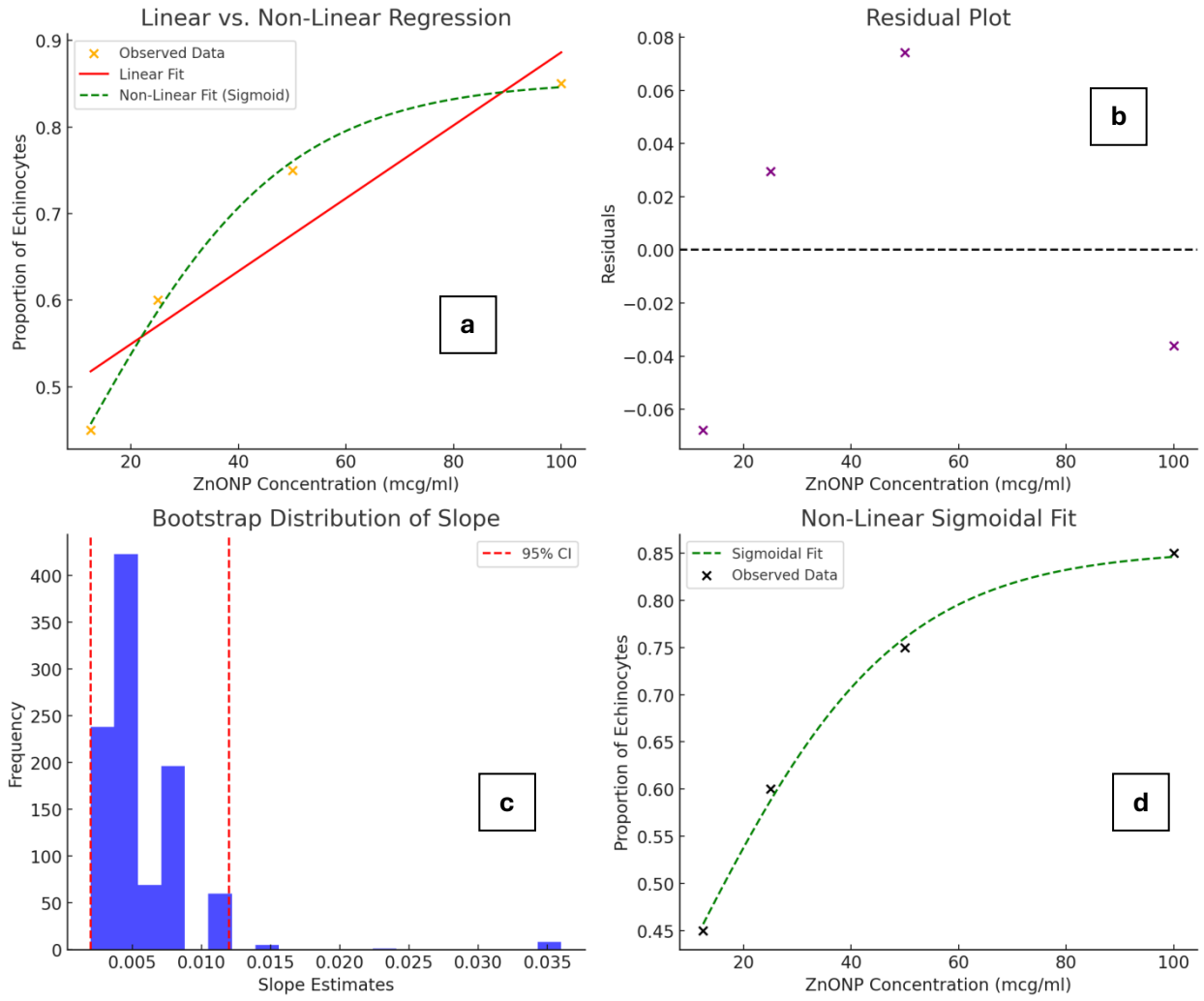
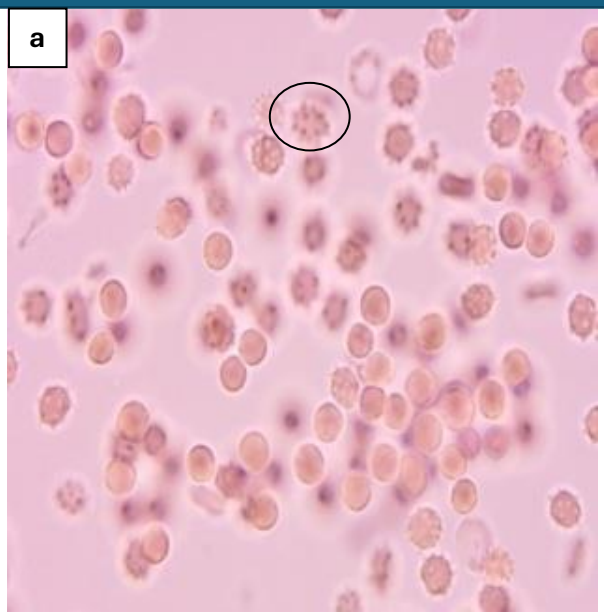
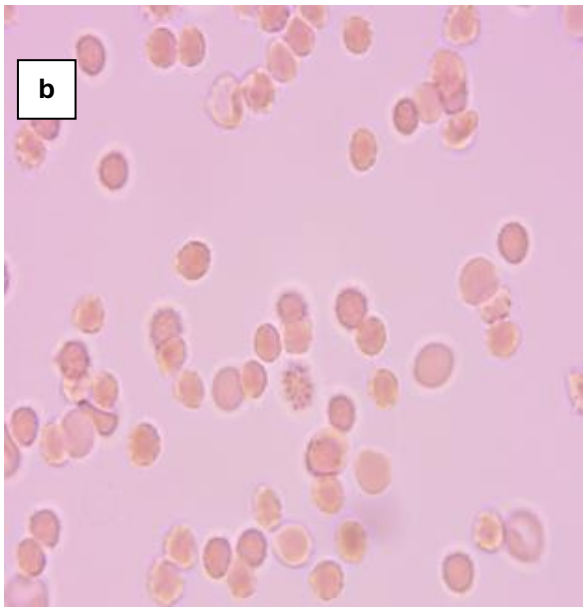


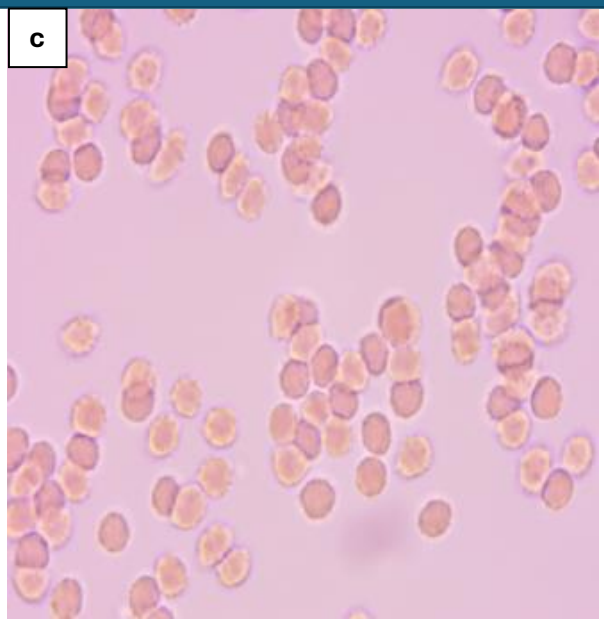
Fig. 5. 24 hours exposure. a, d) The linear regression fit (red line) shows a clear positive trend. The non-linear sigmoidal fit (green dashed line) better captures the biological response, showing saturation at higher concentrations. b) The residual plot suggests some deviation from linearity. c) The bootstrap histogram confirms a mostly positive slope, reinforcing the trend.



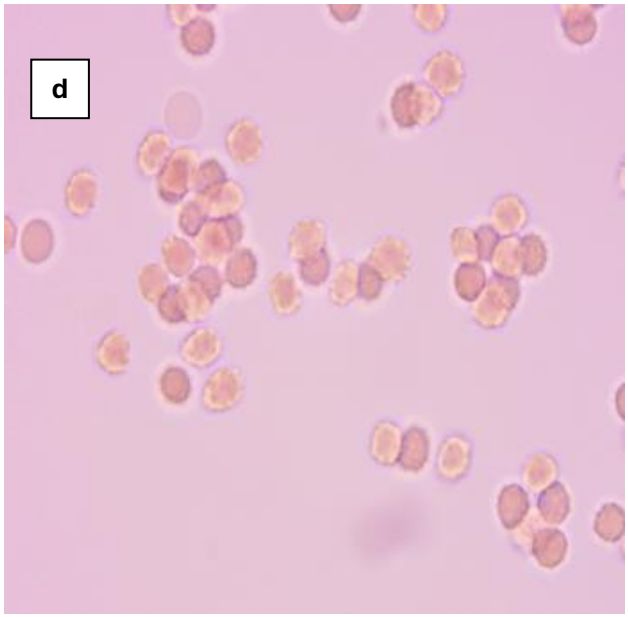
100 µg/ml



50 µg/ml



25 µg/ml



12.5 µg/ml

Fig. 5. Morphological changes of the erythrocytes towards echinocytes (in circle), ZnONPs concentration dependant for 24 hours exposure

3.4 Comparison and correlation of morphological results for the two times of exposure

To perform a statistical analysis comparing the two exposure times (3 hours vs. 24 hours) at different ZnO-NPs concentrations we used the paired t-test. The results are:

- **t-statistic** = -13.30
- **p-value** = 0.00092

Since the p-value is much smaller than 0.05, we conclude that there is a **statistically significant difference** between the number of echinocytes after 3 hours and 24 hours of exposure to ZnO nanoparticles. The number of echinocytes increases significantly with longer exposure duration.

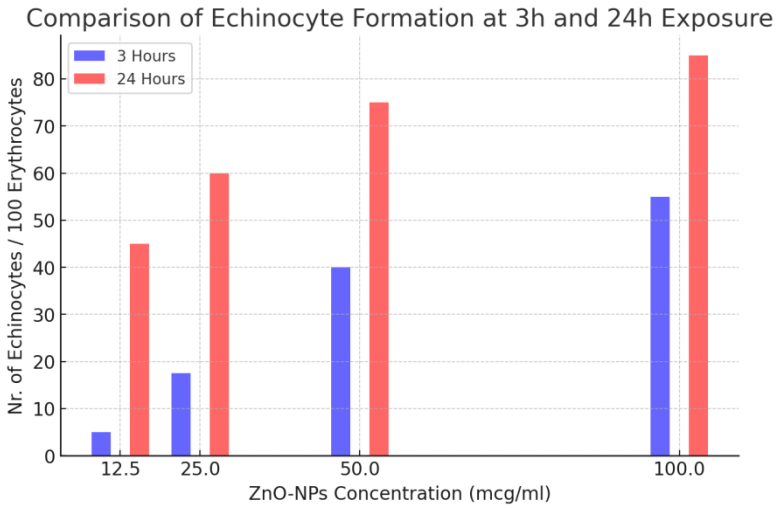


Fig. 6. The bar chart comparing the number of echinocytes formed at 3 hours (blue) and 24 hours (red) for different ZnO-NPs concentrations. The results show a significant increase in echinocyte formation with longer exposure duration, especially at higher concentrations.

3.5 Hemolysis results for 3 hours of ZnONPs exposure

The analysis for presence of hemoglobin in the plasma was repeated 3 times consecutively for each ZnONPs concentration. It revealed a rising dose dependent presence of hemoglobin for the rising ZnONPs concentrations. Respectively, in 3 hours exposure the hemoglobin values for the 3 tests are listed at the Table 4. The Pearson correlation coefficient between ZnONPs concentration and hemoglobin values after 3 hours of exposure is **0.997** with a p-value of **0.003** was statistically relevant.

- **Correlation Coefficient (0.997):** This value is very close to 1, indicating a strong positive linear relationship between the concentration of ZnONPs and the hemoglobin values. As the concentration increases, the hemoglobin values also increase linearly.
- **P-Value (0.003):** This is less than 0.05, which suggests that the correlation observed is statistically significant.

These results confirm that higher concentrations of ZnONPs are associated with higher hemoglobin values at 3-hour exposure times, and this association is statistically significant.

Table 4. Hemolysis results for each ZnONPs concentration at 3 hours exposure

	Hemoglobin values (g/dL)			
ZnONPs concentration (mcg/ml)	**Test 1**	**Test 2**	**Test 3**	**Mean Value**
12.5	0	0.1	0.1	0.07
25	0.2	0.1	0.3	0.20
50	0.4	0.5	0.4	0.43
100	0.6	0.7	1.1	0.80

Table 5. Descriptive statistical results for hemolysis at each ZnONPs concentration for 3 hours exposure

12,5		*25*		*50*		*100*	
Mean	0.0666	Mean	0.2	Mean	0.4333	Mean	0.8
Standard Error	0.033333	Standard Error	0.057735	Standard Error	0.033333	Standard Error	0.152753
Median	0.1	Median	0.2	Median	0.4	Median	0.7
Mode	0.1	Mode	#N/A	Mode	0.4	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.057735	Standard Deviation	0.1	Standard Deviation	0.057735	Standard Deviation	0.264575
Sample Variance	0.003333	Sample Variance	0.01	Sample Variance	0.003333	Sample Variance	0.07
Kurtosis	#DIV/0!	Kurtosis	#DIV/0!	Kurtosis	#DIV/0!	Kurtosis	#DIV/0!
Skewness	-1.7320	Skewness	-4E-15	Skewness	1.7320	Skewness	1.4578
Range	0.1	Range	0.2	Range	0.1	Range	0.5
Minimum	0	Minimum	0.1	Minimum	0.4	Minimum	0.6
Maximum	0.1	Maximum	0.3	Maximum	0.5	Maximum	1.1
Sum	0.2	Sum	0.6	Sum	1.3	Sum	2.4
Count	3	Count	3	Count	3	Count	3
Confidence Level(95.0%)	0.143422	Confidence Level(95.0%)	0.248414	Confidence Level(95.0%)	0.143422	Confidence Level(95.0%)	0.657241

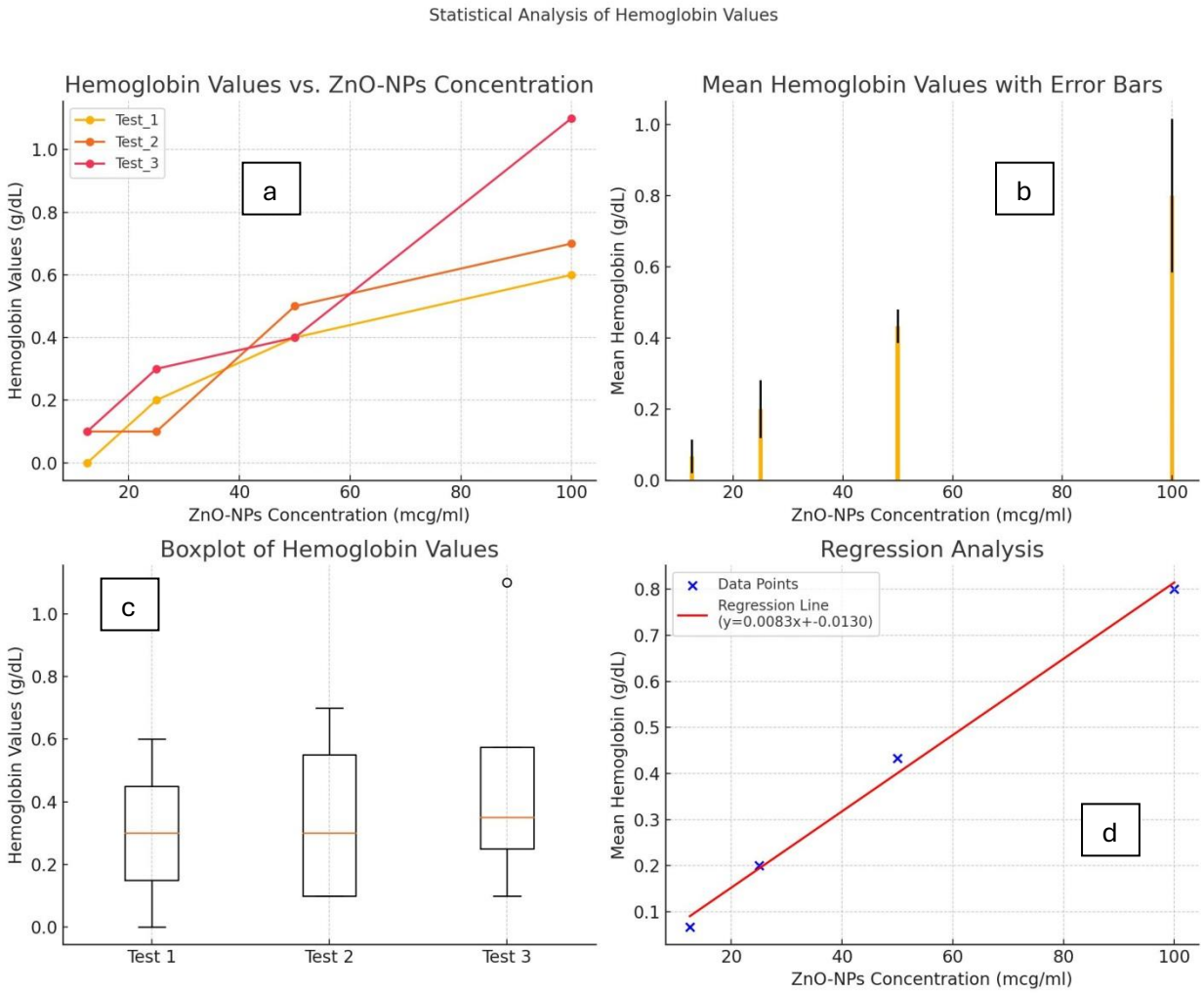


Fig. 6. 3 hours exposure. a) Line Plot: Shows the hemoglobin values across ZnO-NPs concentrations for each test. b) Bar Plot with Error Bars: Displays mean hemoglobin values with standard deviation at each concentration. c) Boxplot: Compares the distribution of hemoglobin values across the three tests. d) Scatter Plot with Regression Line: Illustrates the linear relationship between ZnO-NPs concentration and mean hemoglobin values.

Fig. 6 Tubes with plasma hemolysis in different ZnONPs concentrations for 3 hours exposure (left). Control tube (right)

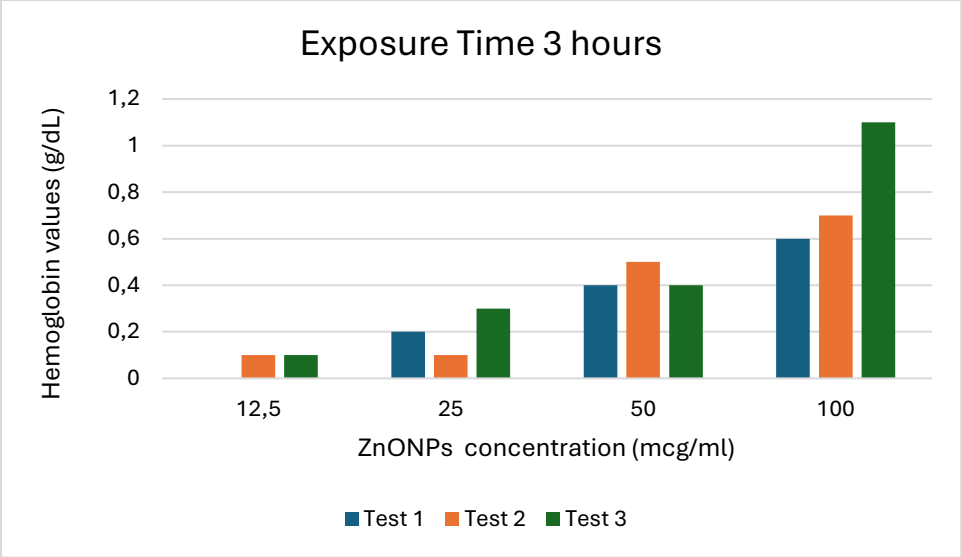


Fig. 7 Graphic of hemolysis in different ZnONPs concentrations for 3 hours exposure.

3.6 Hemolysis results for 24 hours of ZnONPs exposure

The analysis for presence of hemoglobin in the plasma was repeated 3 times consecutively for each ZnONPs concentration. It revealed a rising dose dependent presence of hemoglobin for the rising ZnONPs concentrations. Respectively, in 24 hours exposure the hemoglobin values for the 3 tests are listed at the Table 6. The Pearson correlation coefficient between ZnONPs concentration and hemoglobin values after 24 hours of exposure is **0.96** with a p-value of **0.004** was statistically relevant.

- **Correlation Coefficient (0.96):** This value is also very close to 1, indicating a strong positive linear relationship between the concentration of ZnONPs and the hemoglobin values after 24 hours. As the concentration increases, the hemoglobin values continue to increase linearly.
- **P-Value (0.004):** This is again less than 0.05, suggesting that the correlation observed is statistically significant.

These results confirm that higher concentrations of ZnONPs are associated with higher hemoglobin values at 24-hour exposure times, and this association is statistically significant.

Table 6. Hemoglobin values of hemolysis after 24 hours ZnONPs exposure.

	Hemoglobin values (g/dL)			
ZnONPs concentration (mcg/ml)	**Test 1**	**Test 2**	**Test 3**	**Mean Value**
12.5	0.2	0.2	0.1	0.17
25	0.2	0.3	0.2	0.23
50	0.4	0.5	0.4	0.43
100	0.7	0.6	0.8	0.70

Table 7. Descriptive statistical results for hemolysis at each ZnONPs concentration for 24 hours exposure

12,5		*25*		*50*		*100*	
Mean	0.1666	Mean	0.2333	Mean	0.4333	Mean	0.7
Standard Error	0.033333	Standard Error	0.033333	Standard Error	0.033333	Standard Error	0.057735
Median	0.2	Median	0.2	Median	0.4	Median	0.7
Mode	0.2	Mode	0.2	Mode	0.4	Mode	#N/A
Standard Deviation	0.057735	Standard Deviation	0.057735	Standard Deviation	0.057735	Standard Deviation	0.1
Sample Variance	0.003333	Sample Variance	0.003333	Sample Variance	0.003333	Sample Variance	0.01
Kurtosis	#DIV/0!	Kurtosis	#DIV/0!	Kurtosis	#DIV/0!	Kurtosis	#DIV/0!
Skewness	-1.7320	Skewness	1.7320	Skewness	1.7320	Skewness	1.55E-14
Range	0.1	Range	0.1	Range	0.1	Range	0.2
Minimum	0.1	Minimum	0.2	Minimum	0.4	Minimum	0.6
Maximum	0.2	Maximum	0.3	Maximum	0.5	Maximum	0.8
Sum	0.5	Sum	0.7	Sum	1.3	Sum	2.1
Count	3	Count	3	Count	3	Count	3
Confidence Level(95.0%)	0.143422	Confidence Level(95.0%)	0.143422	Confidence Level(95.0%)	0.143422	Confidence Level(95.0%)	0.248414

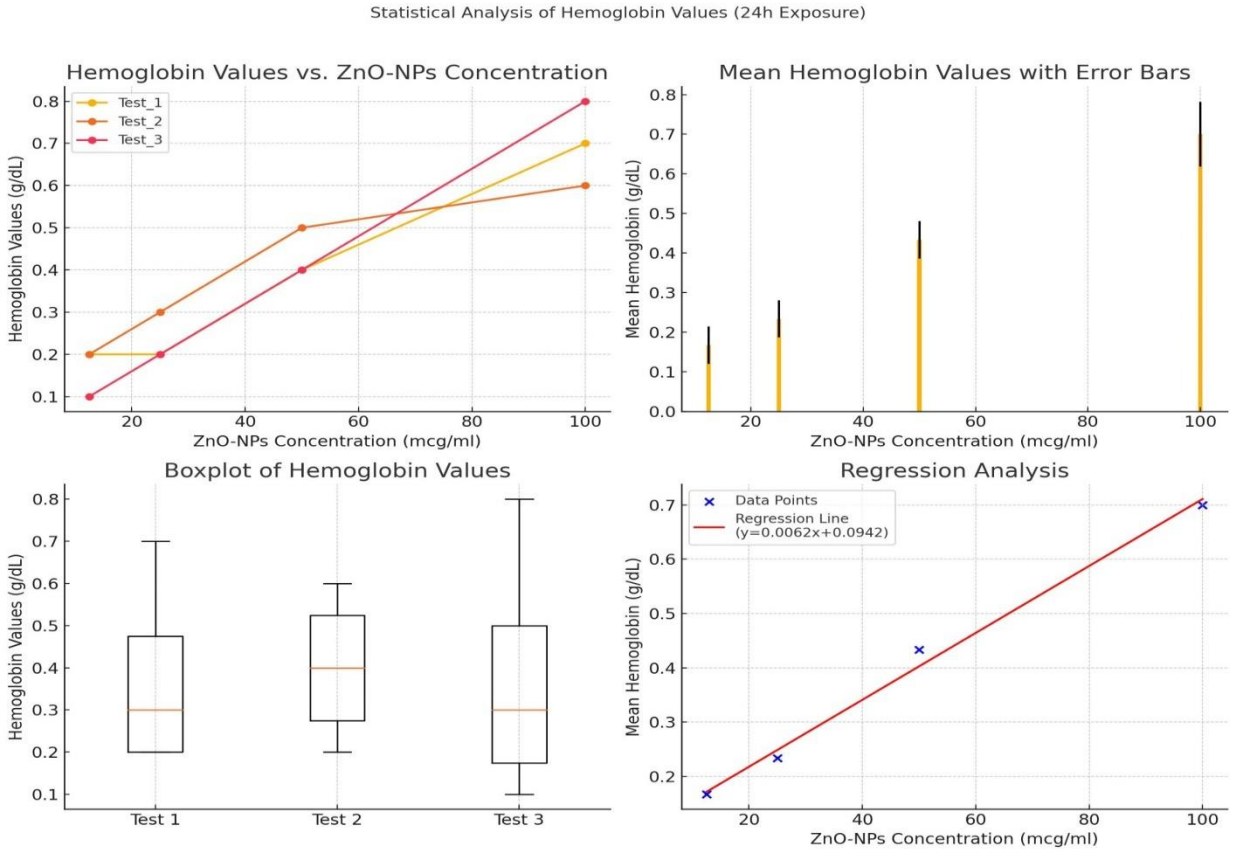


Fig. 8 24 hours exposure. a) Line Plot: Hemoglobin values for Test 1, Test 2, and Test 3 versus ZnO-NPs concentrations. b) Bar Chart: Mean hemoglobin values with error bars representing standard deviation. c) Boxplot: Distribution of hemoglobin values across the tests. d) Scatter Plot with Regression Line: Relationship between ZnO-NPs concentrations and mean hemoglobin values, with the regression equation displayed.

Fig. 9 Tubes with plasma hemolysis in different ZnONPs concentrations for 24 hours exposure (left). Control tube (right)

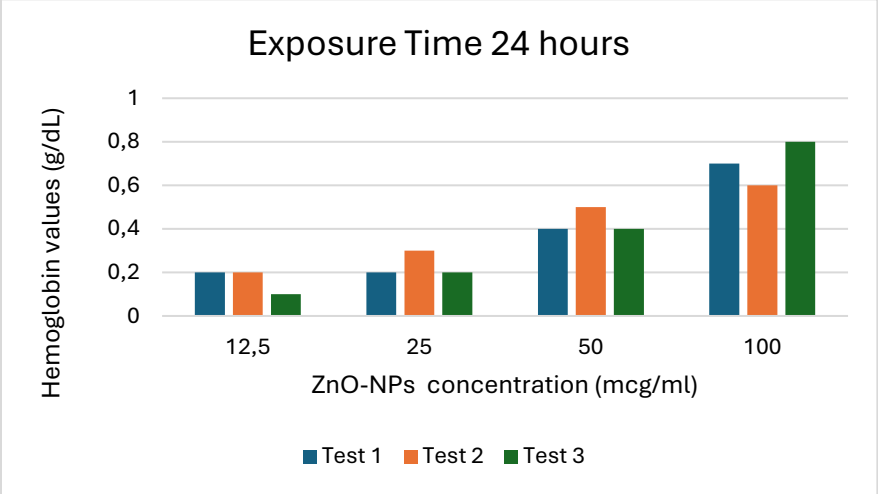


Fig. 10 Graphic of hemolysis in different ZnONPs concentrations for 24 hours exposure.

3.7 Comparison and correlation of hemolysis results for the two times of exposure

T-tests (Comparison between 3h and 24h at each concentration)

- **At 12.5 mcg/ml:** t = -2.121, p = 0.101 (Not significant)
- **At 25 mcg/ml:** t = -0.5, p = 0.649 (Not significant)
- **At 50 mcg/ml:** t = 0.0, p = 1.0 (No difference)
- **At 100 mcg/ml:** t = 0.612, p = 0.590 (Not significant)

(No significant difference between 3-hour and 24-hour exposures at any concentration.)

ANOVA (Comparison among concentrations for each exposure time)

- **For 3-hour exposure:** F = 0.282, p = 0.761 (No significant difference among concentrations)

- **For 24-hour exposure:** F = 0.014, p = 0.987 (No significant difference among concentrations)

Correlation Analysis (ZnONPs concentration vs Hemoglobin levels)

- **For 3-hour exposure:** r = 0.997 (Strong positive correlation)
- **For 24-hour exposure:** r = 0.996 (Strong positive correlation)

Linear Regression (Predictability of ZnONPs on Hemoglobin levels)

- **For 3-hour exposure:** R^2 = 0.994 (Very strong predictability)
- **For 24-hour exposure:** R^2 = 0.992 (Very strong predictability)

General Trend: Hemoglobin levels increase as ZnO-NP concentration increases from 12.5 to 100 mcg/ml.

Exposure Time Effect:

- At lower concentrations (12.5 and 25 mcg/ml), hemoglobin values are slightly higher for the 24-hour exposure than for the 3-hour exposure.
- At 50 mcg/ml, hemoglobin values are almost the same for both exposure times.
- At 100 mcg/ml, hemoglobin values are higher for the 3-hour exposure compared to the 24-hour exposure.

Possible Interpretation: Shorter exposure (3 hours) at high concentrations leads to a greater increase in hemoglobin levels compared to longer exposure (24 hours). This could indicate an acute response to ZnONPs that stabilizes over time.

Summary of Findings:

- There is no significant difference in hemoglobin levels between 3-hour and 24-hour exposures at any ZnONPs concentration.
- Hemoglobin levels are strongly correlated with ZnONPs concentration.
- ZnONPs concentration can highly predict hemoglobin values based on regression analysis.
- However, ANOVA suggests that differences between concentrations are not statistically significant within each exposure duration.

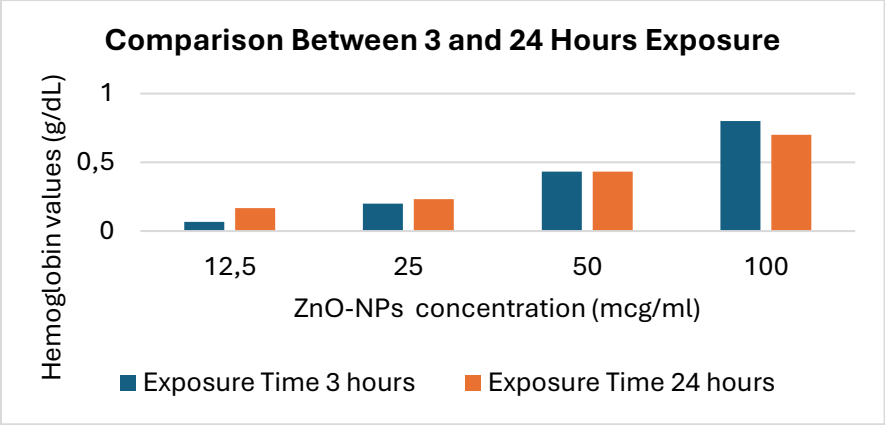


Fig. 11 Comparison graphic of hemolysis (Hemoglobin values) in different ZnONPs concentrations for both 3 and 24 hours exposure. Hemoglobin levels increase as ZnONPs concentration increases from 12.5 to 100 mcg/ml.

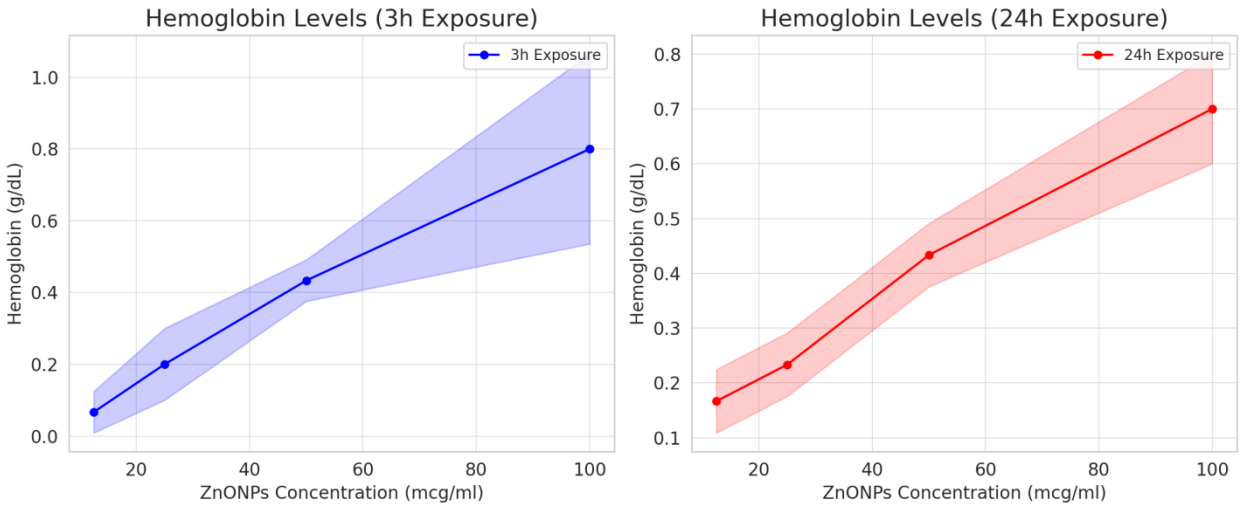


Fig. 12 Graphics of hemoglobin levels for different ZnONPs concentrations over 3-hour and 24-hour exposure times. The shaded regions represent the standard deviation.

4. Discussion

Extensive usage of Zinc oxide nanoparticles in the various products such as cosmetic creams, antibacterial and antifungal ointments, paints, and food packages has increased its presence in the aquatic environments like lakes, rivers, seas, small water bodies, becoming so a serious concern not only for their biota but also for human health. During the last years, many studies have been focused on the toxicity of ZnONPs, however, a few of them deal with understanding the underlying mechanisms for ZnONPs-induced toxicity in human erythrocytes. Erythrocytes represent a very sensitive target due to their crucial role in oxygen transport and overall physiological homeostasis, and as such, they are a great representative model in studying cell-nanoparticles interaction in humans. Unraveling the mechanisms of ZnONPs-induced toxicity

in human erythrocytes can help in understanding their potential health risks, and informs nanosafety efforts for developing sustainable and safe nanotechnology practices.

Generally, cytotoxic effects of nanoparticles are attributed to prolonged body exposure to particles and their subsequent translocation to organs. The entity of adverse effects mainly depends on the exposure time and susceptibility of the cells [48]. In the blood flow, human erythrocytes are continuously challenged by exogenous oxidizing species, referred to as reactive oxygen species (ROS), that cause increased oxidative stress, resulting in cellular damage and impairment of their functional activity [49,50]. Due to their simple structure, human erythrocytes are a reliable model to investigate the toxicity of different xenobiotics [51,52], including ZnONPs. It has been shown that ZnONPs enter isolated human and rat erythrocytes, inducing morphological changes and prothrombotic activation [56]. However, the toxic effects of nanoparticles in these cells have not been fully documented. Therefore, in the present work, we explored the potential adverse effects of ZnONPs on isolated human erythrocytes. Regardless of the rapid progress, several studies report on the toxicity of ZnONPs on the erythrocytes. Earlier reports showed that the numerous physical characters such as size, shape and stability of nanoparticles are key players to instigate toxicity. The objective of this investigation was to evaluate the toxic effects ZnONPs and, possibly, the underlying mechanisms, in whole cells. Therefore, the first step was to test a broad range of concentrations (12,5–100 μg/mL) of ZnONPs as well as different incubation times (3 h and 24 h), to exclude overt disruption of cell integrity. Concentrations from the lowest to highest led to hemolysis except for one test of the lowest concentration.

At first, possible morphological alterations were verified by light microscopy. Relevant structural modifications in the cellular shape after exposure to each concentration of ZnONPs for 3 and 24 h were detected. A significant number of cells lost the typical biconcave shape and displayed surface blebs (cells referred to as echinocytes). Presence of echinotic erythrocytes in ZnONPs-treated condition infers that the interaction of ZnONPs with the cell membrane makes conformational and structural changes and releases hemoglobin from the erythrocytes [44]. The basic example of toxicology indicates that the effect of the substance is dose dependent.

Any changes in erythrocyte shape can lead to a decreased plasma membrane asymmetry and, consequently, to altered cellular integrity. As known, the structural integrity of the plasma membrane depends on an asymmetrical arrangement of phospholipids in the inner leaflet, so that in case of disruption of lipidic asymmetry, the consequent phosphatidylserine exposure on the outer leaflet may contribute to the rapid and controlled removal of the affected cells from systemic circulation (eryptosis) before the cell damage may cause uncontrolled haemolysis

[58]. We studied the effect of ZnONPs on human erythrocytes and we found the effect of ZnONPs in humans induced a change of shape towards echinocytes in an increasing number of erythrocytes in correlation with the dose and time of exposure**.** It is indicated that ZnONPs can cause rupture of the cell membrane if it can get close to the phospholipid bilayer. In biological membranes such situations can be created for example in membrane budding where lateral redistribution of membrane constituents takes place [42].

In the present study, ZnONPs solution of different volumes 12.5, 25, 50 and 100 µl are exposed to the same volume of blood to obtain different concentrations of ZnONPs. As a further step the concentration-dependent hemolytic effect of ZnONPs (<100 nm) on erythrocytes was assessed. The hemolytic activity was lesser in lower ZnONPs concentrations and greater in higher ones. Earlier reports show that the higher concentration of metal ions may be the possible reason for increased hemolysis of erythrocytes observed in the present study [43].

So we conclude that the impact of ZnONPs on erythrocytes is due to the presence of ZnONPs as such. The results obtained suggest that the effect of ZnONPs increased in time and concentration depended.

Instead, nanoparticles follow a specific mode of action which is not yet completely understood. The behaviour of nanoparticles in liquid media is poorly predicted due to the fact that they aggregate and agglomerate already in exposure to media as well as when they enter a biological system. Some authors report that suspensions of nanoparticles with higher concentrations contain larger aggregates and thus exhibit lower toxic potential [45]. In addition, aggregates adhere to surfaces outside or inside organisms and may therefore cause effects without even entering the cells. Up to now, no unified directions exist how to test the effects of nanoparticles and how to use the data in human or environmental risk assessment. It is generally accepted that the toxicological tests that are used to assess the toxicity of non-nanosized substances should be modified.

5. Conclusion

Our results demonstrate that ZnONPs caused hemolytic effects through cell membrane destabilization, and hemolytic processes as primary toxicological outcomes leading so toward eryptosis. The degree of toxicity was found to be enhanced with increase of the concentration of NPs.Our findings reveal concentration - dependent cytotoxic effects of ZnONPs on human erythrocytes, mirroring their potential adverse effects on circulating red blood cells *in vivo*.

References

1. Wang, E. C. & Wang, A. Z. Nanoparticles and their application in cell and molecular biology. Integr.Biol 6, 9–26 (2014).
2. Fernandez-Garcia, M., Martine Arias, A., Hanson, J. C. & Rodriguez, J. A. Nanostructured oxides in chemistry characterization and properties. Chem. Rev. 104, 4063–4104 (2004).
3. Falcoro, P. Application of metal and metal oxide nanoparticles @MOFs. Coordin.Chem. Rev. 307, 237–254 (2016).
4. Heinlaan M, Ivask A, Blinova I, Dubourguier HC, Kahru A. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO2 to bacteria Vibrio fi scheri and crustaceans Daphnia magna and Thamnocephalusplatyurus. Chemosphere2008; 71 (7): 1308–1316.
5. Dawei A, Zhisheng W, Anguo Z. Protective Effects of Nano-ZnO on the Primary Culture Mice Intestinal Epithelial Cells in in vitro Against Oxidative Injury. World J AgriSci 2010; 6 (2): 149–153.
6. Nounou H, AttiaM, Shalaby M, et al. Zinc oxide nanoparticles induced oxidative damage, inflammationandgenotoxicity in rat's lung. Life Sci J 2013; 10(1): 1969–1979.
7. Djurisi AB and Leung YH. Optical properties of ZnOnanostructures.Small2006; 2: 944–961.
8. Fan Z and Lu JG. Zinc oxide nanostructures: synthesis and properties. J NanosciNanotechnol2005; 5: 1561–1573.
9. Memarzadeh K, Sharili AS, Huang J, et al. Nanoparticulatezinc oxide as a coating material for orthopedicand dental implants. J Biomed Mater Res A2015; 103(3): 981–989.
10. Yahya N, Puspitasari P and Latiff NRA. Hardness improvement of dental amalgam using zinc oxide and aluminum oxide nanoparticles.CharactDevBiosystBiomater2012; 29: 9–32.
11. Guerreiro-Tanomaru JM, Pereira KF, Nascimento CA, et al. Use of nanoparticulate zinc oxide as intracanalmedication in endodontics: pH and antimicrobial activity. ActaOdontolLatinoam2013; 26(3): 144–148.
12. Rasmussen JW, Martinez E, Louka P, et al. Zinc oxide nanoparticles for selective destruction of tumor cellsand potential for drug delivery applications. Expert Opin Drug Deliv2010; 7(9): 1063–1077.
13. He L, Liu Y, Mustapha A, et al. Antifungal activity ofzinc oxide nanoparticles against Botrytis cinereaandpenicilliumexpansum. Microbiol Res 2011; 166: 2007–2015.
14. Jin T, Sun D, Su JY, et al. Antimicrobial efficacy of zinc oxide quantum dots against listeria monocytogenes,Salmonella enteritidis, and Escherichia coli. J Food Sci2009; 74(1): M46–M52.
15. Baek M, Chung H, Yu J, et al. Pharmacokinetics, tissue distribution, and excretion of zinc oxide nanoparticles.Int J Nanomedicine2012; 7: 3081–3097.
16. Cristina B, Ivan I, Pache CO, Robbie K. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. Biointer Phases 2007; 2 (4).
17. Elder A, Gelein R, Silva V, Feikert T, OpanaShukl, Carter J, Potter R, Maynard A, Ito, Finkelstein J, Oberdorster G. Translocation ofinhaledultrafi ne manganese oxide nanoparticles to the central nervous system. Environ Health Perspect 2006; 114: 1172–1178.
18. Oravecz K, Kalka D, Jeney F, Cantz M, Nagy IZ. Hydroxyl free radicals induce cell differentiation in SK-N-MC neuroblastoma cells. Tissue Cell 2002; 34 (1): 33–38.
19. Ivask, A., Elbadawy, A., Kaweeteerawat, C., et al. (2014). "Toxicity mechanisms in Escherichia coli vary for silver nanoparticles and silver ions." Nature Nanotechnology, 9(4), 321–326.
20. Mohammadi, F., et al. (2020). "Oxidative hemolysis and antioxidant enzyme activities induced by zinc oxide nanoparticles in human erythrocytes."Environmental Science and Pollution Research, 27(6), 6411–6421.
21. Annangi, B. et al. Acute and long term in vitro effects of ZnO nanoparticles. Arch. Toxicol. 90, 2201–2213 (2015).
22. Dodd, A. A. et al. Toxicity assessment of Zinc oxide nanoparticle using sub-acute and sub chronic murine inhalation models. Part. Fibre.Toxicol 11, 1–15 (2014).
23. Abdollahi M, Ranjbar A, Shadnia SH, Nikfar SH, Rezaie A. Pesticides and oxidative stress: A review. Med ScMonit 2004; 10 (6): 141–147.
24. Revell PA. The biological effects of nanoparticles.Nanothechnol Percept 2006; 2: 283–298.

25. Kumari, K., Khare, A., Dange, S., 2014. The applicability of oxidative stress biomarkers inassessing chromium induced toxicity in the fish Labeorohita. Biomed. Res. Int.,782493 https://doi.org/10.1155/2014/782493.
26. Zhang, H., et al. (2012). "Toxic effects of ZnO nanoparticles on human epithelial cells." Toxicology In Vitro, 26(4), 586–593.
27. Shah, S. T. A., Yehye, W. A., Rahman, N. A., et al. (2016). "Investigating the effects of ZnO nanoparticles on oxidative stress and genotoxicity in human cells." International Journal of Nanomedicine, 11, 5521–5533.
28. Chen, Zi-Yu, Yang, Yi-Chun, Wang, Bour-Jr, Cheng, Fong-Yu, Lee, Yen-Ling, Lee, YuHsuan, Wang, Ying-Jan, 2022b. Comparing different surface modifications of zincoxide nanoparticles in the developmental toxicity of zebrafish embryos and larvae.Ecotoxicol. Environ. Saf.243, 113967.https://doi.org/10.1016/j. ecoenv.2022.113967.
29. Siddiqui, M. A., et al. (2012). "ZnO nanoparticles exposure induces mitochondrial stress and autophagy in human lung cells." Toxicology Letters, 214(2), 120–130.
30. Heng BC. Toxicity of zinc oxide (ZnO) nanoparticles on human bronchial epithelial cells (BEAS-2B) is accentuated by oxidative stress. Food ChemToxicol 2010; 48 (6): 1762–1766.
31. Moos PJ. ZnO particulate matter requires cell contact for toxicity in human colon cancer cells. Chem Res Toxicol 2010; 23 (4): 733–739.
32. De Berardis B et al. Exposure to ZnOnanoparticles induces oxidative stress and cytotoxicity in human colon carcinoma cells. ToxicolApplPharmacol 2010.In press.
33. Kasperczyk S, Przywara-Cchawaniec B, Kasperczy KA, Rykaczewska- Czerwinska M, Wodniecki J, Birkner E. Function of heart muscle in people chronically exposed to lead. Ann Agric Environ Med 2005; 12: 207–210.
34. Sharma V, Shukla RK, Saxena N, Parmar D, Das M, Dhawan A. DNA damaging potential of zinc oxide nanoparticles in human epidermal cells. ToxicolLett 2009; 185: 211–218.
35. Jones N, Ray B, Ranjit KT, Manna AC. Antibacterial activity of ZnOnanoparticle suspensions on a broad spectrum of microorganisms. FEMS MicrobiolLett 2008; 279 (1): 71–76.
36. Hughes S, Samman S. The effect of zinc supplementation in humans on plasma lipids, antioxidant status and thromgbogenesis. J Am CollNutr2006; 25: 285–291.
37. Bystrzejewska-Piotrowska G, Golimowski J, Urban PL. Nanoparticles: their potential toxicity, waste and environmental management. Waste Manag 2009; 29 (9): 2587–2595.
38. Gurr JR, Wang ASS, Chen CH, Jan KY. Ultrafine titanium dioxide particles in the absence of photoactivation can induce oxidative damage to human bronchial epithelial cells. Toxicol 2005; 213 (1–2): 66–73.
39. McAuliffe ME, Perry MG. Are nanoparticles potential male reproductive toxicant? A literature review.Nanotoxicol 2007; 1: 204–210.
40. Bystrzejewska-Piotrowska G, Golimowski J, Urban PL. Nanoparticles: Their potential toxicity, waste andenvironmental management. Waste Management 2009; 29 (9): 2587–2595.
41. Barbu E, Moln RV, TsibouklisJ, Grecki DC. The potential for nanoparticle-based drug delivery to the brain: overcoming the blood-brain barrier. Expert Opinion on Drug Delivery 2009; 6 (6): 553–565.
42. Kralj-Iglič V, Gomišček G, Majhenc J, Arrigler V, Svetina S: Myelin-like protrusions of giant phospholipid vesicles prepared by electroformation. Colloid Surface A 2001, 181:315–318.
43. Ng, A. M. *et al*. Antibacterial and photocatalytic activity of TiO2 and ZnO nanomaterials in phosphate buffer and saline solution. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **97**, 5565–5573 (2013).
44. Harrington, A. M. & Kroft, S. H. Pencil cells and prekeratocytes in iron deficiency anemia (morphological update). *Am. J. Hematol.* **83**, 927 (2008).
45. Takenaka S, Karg E, Roth C, Schulz H, Ziesenis A, Heinzmann U, Schramel P, Heyder J: Pulmonary and systemic distribution of inhaled ultrafine silver particles in rats. Environ Health Persp 2001, 109:547–551
[48] G.-B. Im, Y.G. Kim, I.-S. Jo, T.Y. Yoo, S.-W. Kim, H.S. Park, T. Hyeon, G.-R. Yi, S. H. Bhang, Effect of polystyrene nanoplastics and their degraded forms on stem cell fate, J. Hazard Mater. 430 (2022) 128411.
[49] F. Orrico, S. Laurance, A.C. Lopez, S.D. Lefevre, L. Thomson, M.N. Moller, ¨ M. A. Ostuni, Oxidative stress in healthy and pathological red blood cells,
Biomolecules 13 (8) (2023) 1262.

[50] R. Akki, R. Siracusa, M. Cordaro, A. Remigante, R. Morabito, M. Errami, A. Marino, Adaptation to oxidative stress at cellular and tissue level, Arch. Physiol. Biochem. (2019) 1–11.
[51] R. Quds, Z. Iqbal, A. Arif, R. Mahmood, Mancozeb-induced cytotoxicity in human erythrocytes: enhanced generation of reactive species, hemoglobin oxidation,
diminished antioxidant power, membrane damage and morphological changes, Pestic. Biochem. Physiol. 193 (2023) 105453.
[52] M. Sharma, F.H. Khan, R. Mahmood, Nickel chloride generates cytotoxic ROS that cause oxidative damage in human erythrocytes, J. Trace Elem. Med. Biol. 80
(2023) 127272.
[56] H.A. Leslie, M.J.M. van Velzen, S.H. Brandsma, A.D. Vethaak, J.J. Garcia-Vallejo, M.H. Lamoree, Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood, Environ. Int. 163 (2022) 107199.
[58] M. Foller, F. Lang, Ion transport in eryptosis, the suicidal death of erythrocytes, Front. Cell Dev. Biol. 8 (2020) 597.

KNOWLEDGE, ATTITUDES, AND PRACTICE OF FARMERS TOWARDS TICKS AND TBD IN SELECTED DISTRICTS OF WEST GOJAM ZONE, ANRS, ETHIOPIA

Gedam, TOLA
Biology Department, College of science, Bahir Dar University P. O. Box 79, Bahir Dar, Ethiopia
Department of Biology, College of Natural and Computational Science, Debark University, P. O. Box 45 Debark, Ethiopia
Abaineh, MUNSHEA
Biology Department, College of science, Bahir Dar University P. O. Box 79, Bahir Dar, Ethiopia
Sissay, MENKIR
Biology Department, College of science, Bahir Dar University P. O. Box 79, Bahir Dar, Ethiopia

Abstract

Tick-borne diseases (TBD) significantly impact livestock health in Ethiopia, affecting livelihoods and food security. This study aimed to assess the knowledge, attitudes, and practices (KAP) of farmers regarding ticks and Application of Accaricide in selected districts of West Gojam Zone, Amhara National Regional State (ANRS) Ethiopia. A cross-sectional household survey was conducted from January to June 2023, involving 384 farmers by simple random sampling technique. A structured questionnaire was utilized to collect socio-demographic and KAP data. Data were analyzed using SPSS version 26, employing binary logistic regression and chi-square tests. Results indicated that 65.1% of respondents possessed inadequate knowledge about ticks and TBD. Acaricide usage was inconsistent, with 71.4% applying it irregularly. Manual tick removal and home remedies were commonly practiced. Educational status was significantly associated with knowledge (OR = 2.50, 95% CI = 1.18–6.15, $p < 0.05$), and attitude significantly influenced acaricide usage practice. These findings reveal that there are a knowledge gaps and inconsistent practices, targeted interventions. This study provides context-specific data essential for developing effective livestock management strategies in resource-limited settings. The identified knowledge gaps necessitate targeted educational programs, while inconsistent acaricide use emphasizes the importance of improved training and guidance. The link between attitude and practice underscores the need to address farmer beliefs to promote effective control measures. This research offers insights into the unique challenges of tick control in the region, informing evidence-based interventions and emphasizing the connection between animal and public health. Community-based awareness programs focusing on tick biology, TBD transmission, and proper acaricide application are crucial to improve livestock health and reduce disease prevalence.

Keywords: Accaricide, Awareness, Tick and Tick-borne disease.

EPIDEMIOLOGY AND SPECIES DIVERSITY OF TICK INFESTING CATTLE IN ETHIOPIA: SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS

Gedam, TOLA
Bahir Dar University, College of science Bahir Dar, Amhara, Ethiopia
Debark University, Debark, Ethiopia
Abaineh, MUNSHEA
Bahir Dar University, College of science Bahir Dar, Amhara, Ethiopia
Sissay, MENKİR
Bahir Dar University, College of science Bahir Dar, Amhara, Ethiopia

Abstract

Ticks are important blood sucking ectoparasite of cattle that significantly impact animal health and productivity, leading to substantial economic losses, particularly in tropical and subtropical countries, including Ethiopia.

This study aimed to review the epidemiology and diversity of ixodid tick infestations in cattle in Ethiopia between 2009 and 2024. The study was conducted using the PRISMA guidelines, utilizing published scientific articles in the English language from online databases and thesis from repositories of universities.

Forty-one articles that met the inclusion criteria were retrieved and recorded in a preformed data record sheet and analyzed in STATA v.17 and Epi-GIS. The pooled prevalence estimate (PPE) was determined using the random-effects model, and heterogeneity was assessed using Cochran's Q test. The Egger test and funnel plot were used to visually inspect for publication bias.

A pooled prevalence estimate of Ixodid tick infestations among cattle in Ethiopia was 61.65% (95% CI 53.98-69.04), and of the four genera reported in the country , *Amblyomma* (41%) was the most predominant, followed by *Rhipicephalus* (29%), *Boophilus* (27%) and *Hyalomma* (14%).The highest PPEs of tick infestations were observed among cattle with poor body condition scores, 67% (95% CI 56-78), and local breeds , 52% (95% CI 43-60), for subgroups of years ranging from 2021-2024, which was 75% (95% CI: 47-103), and in the Oromia region, which was 60% (95% CI: 47, 73). From this result further investigations and control of potential vectors and fostering further research are needed in those areas of high prevalence.

Keywords: Ixodid ticks, risk factors, prevalence, Tick born disease, Ethiopia

IMPACT OF MUSIC THERAPY ON EMOTIONAL WELL-BEING AMONG ELDERLY PEOPLE IN INDIA: A REVIEW

Dr. Priya CHOUDHARY
Assistant professor, MIER College of education Jammu

ABSTRACT

Music therapy has gained increasing recognition as a non-invasive intervention to enhance emotional well-being among elderly individuals. This review article examines the impact of music therapy on the emotional well-being of elderly people in India, considering the cultural relevance and diverse music traditions of the country. The methodology adopted for this study involved a comprehensive review of existing literature, including peer-reviewed journals, conference proceedings, and case studies published in the last two decades. Sources were identified using databases such as PubMed, PsycINFO, and Google Scholar with keywords like "music therapy," "emotional well-being," "elderly," and "India."

The review highlights that music therapy effectively reduces symptoms of depression, anxiety, and loneliness, which are prevalent among elderly populations. Studies show that listening to music, singing, and playing instruments stimulate emotional expression and cognitive functioning. Furthermore, Indian classical music and devotional songs have been found particularly impactful due to their cultural resonance and ability to evoke positive memories and emotions. Group music therapy sessions emerged as a significant factor in promoting social interaction and a sense of belonging among participants.

Despite promising findings, the review also identifies gaps in the literature, such as limited large-scale empirical studies and insufficient exploration of personalized music interventions tailored to individual preferences. Moreover, cultural variations within India present both opportunities and challenges for implementing music therapy programs effectively.

The article concludes that while music therapy holds great potential for improving the emotional well-being of elderly individuals in India, further research is necessary to establish standardized protocols and assess long-term outcomes. Integrating music therapy into geriatric care frameworks could significantly enhance the quality of life for the elderly, aligning with India's emphasis on holistic health and traditional healing practices.

Keywords: Music Therapy, Elderly Well-being, Emotional Engagement

INVESTIGATION OF THE IMPACT OF PREGNANCY-INDUCED HYPERTENSION ON EXPECTANT MOTHERS AT THE BATNA MATERNITY CENTER IN ALGERIA

Afaf BENHOUDA
Biotechnology's Laboratory of the Bioactive Molecules and the Cellular Physiopathology, Faculty of Biological Sciences, Department of Biology and Living Organisms, University of Mustapha Ben Boulaid Batna-2-. 53 Constantine Rd, Fésdis, Batna 05078, Algeria.
Djahida BENHOUDA
Biotechnology's Laboratory of the Bioactive Molecules and the Cellular Physiopathology, Faculty of Biological Sciences, Department of Biology and Living Organisms, University of Mustapha Ben Boulaid Batna-2-. 53 Constantine Rd, Fésdis, Batna 05078, Algeria.
Soumia BENHOUDA
Hospital center Fesdis, Batna, Algeria
Mourad HANFER
Laboratory of Biology and Environment, Faculty of Nature and Life Sciences, University of Mentouri Brothers, Constantine, Algeria.

Abstract

Pregnancy is a natural condition that requires significant physiological adaptations. However, this physiological condition can be associated with serious health risks and can contribute to the development of complications. It is necessary to distinguish between vulgar and benign complications, and more serious complications, and may involve a vital mother-child diagnosis. The aim of our work is to analyze the risk factors, consequences for maternal and fetal health in women admitted to the maternity Meriem BOUATOURA Batna. Our study of 50 pregnant women. The age range of women is 19 years until the age of 45, women affected by this complication have an age of [25-45]. The risk of high blood pressure in pregnant women can increase with age with a 14% recurrence of high blood pressure. We found that there is no association between high blood pressure and thrombocytopenia ($p > 0.05$), yet we did not find an association between hypertension and prevalence of urinary tract infections ($p > 0.05$), thyroid problems ($p > 0.05$), but there is an association between hypertension and gestational diabetes ($p < 0.05$) even allergies ($p < 0.05$). Pregnant women with high blood pressure are 16% more likely to have miscarriages or premature births.

Key words : hypertension, gestational diabetes, complications, pregnant woman, age.

THE OBJECTIFICATION OF WOMEN IN NIGERIAN AND AMERICAN MUSIC VIDEOS: A CRITICAL ANALYSIS

Olatunji Temilade AFOLASADE
Omisakin Adeyemi MATHEW
General Studies Department The Federal Polytechnic, Ilaro

Abstract

The representation of women in music videos has been a contentious issue, sparking widespread discourse on their objectification and commodification. This paper delves into a critical examination of how young male artists from Nigeria and the United States depict women in their music videos, with a specific focus on their tendency to portray women as sexual objects. Adopting a feminist theoretical framework, the study employs content and semiotic analysis to scrutinise four selected videos: *Dumebi* by Rema, *Soco* by Wizkid, *Good as Hell* by Lizzo and *Say So* by Doja Cat. The findings reveal a pervasive trend in which women are predominantly showcased in ways that accentuate their physical attributes and sexual allure, often relegating them to mere objects of male gratification. Furthermore, the analysis highlights a disturbing uniformity across cultural contexts, where the visual narratives in these videos perpetuate stereotypes and reinforce patriarchal ideologies. The Nigerian videos, for instance, frequently combine traditional and modern aesthetics to showcase women as symbols of beauty and wealth, aligning with local cultural expectations. Meanwhile, the American videos demonstrate a hyper-commercialised approach that magnifies the sexualisation of women, catering to global pop culture trends. This study also explores the broader cultural and social ramifications of such portrayals, including their influence on gender norms, self-perception among young women and societal attitudes towards women. Ultimately, the paper advocates for a shift in the music industry's approach to female representation, urging stakeholders to embrace narratives that celebrate women's individuality, agency and diverse roles in society. Such efforts are crucial for fostering a more respectful and equitable media landscape.

Keywords: Objectification, Representation, Nigerian Artists, American Artists, Gender Norms.

INVESTIGATION OF THE DEGRADATION PATHWAYS OF A PHARMACEUTICAL COMPOUND USING LC-MS/MS AND NMR SPECTROSCOPY

R. VIDHYALAKSHMI
K. RAJAGANAPATHY
Bharath Institute Of Higher Education And Research,Selaiyur,Chennai 600073,Tamil Nadu,Chennai.

Abstract

Understanding the degradation pathways of pharmaceutical compounds is crucial for ensuring drug stability, efficacy, and safety. This study investigates the degradation mechanisms of a pharmaceutical compound using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) and Nuclear Magnetic Resonance (NMR) spectroscopy. LC-MS/MS provides high sensitivity and selectivity for identifying degradation products, while NMR spectroscopy offers detailed structural elucidation of degradation pathways. Forced degradation studies were conducted under stress conditions, including hydrolysis, oxidation, photolysis, and thermal exposure, to simulate real-world stability challenges. The degradation products were separated using LC, and their structures were characterized through mass spectral fragmentation patterns and NMR spectral data. The integration of these techniques enabled a comprehensive understanding of the degradation kinetics and transformation products. Identifying the primary degradation pathways helps in predicting potential impurities and optimizing formulation strategies to enhance drug stability. This study emphasizes the significance of combining LC-MS/MS and NMR spectroscopy for reliable degradation profiling and regulatory compliance in pharmaceutical quality control. The findings contribute to the development of more stable drug formulations, ensuring their safety and effectiveness throughout shelf life.

Keywords: Degradation pathways, LC-MS/MS, NMR spectroscopy, Pharmaceutical stability, Forced degradation, Drug impurities

CORRELATION STUDY ON ETIOLOGICAL FACTORS OF HEART DISEASE IN DIABETIC PATIENTS IN LAHORE, PAKISTAN

Taskeen FATIMA
Mehran MAJEED
Mahna FATIMA
Raheela MUQADUS
Areeba ARIF
Dr. Nabiha IQBAL
Mah-ru-nisa ATIF
Hajvery University

Abstract

Diabetes is a chronic disorder and inability to process and regulate blood glucose levels. This disorder may arise from excessive secretion of insulin by pancreas in our body. Type I diabetes is a chronic autoimmune disease characterized by deficiency of insulin, resulting in an increase in blood glucose level in body. This dysfunction includes autoimmune destruction of beta cells in pancreas leads to complete lack of insulin production. Type 2 diabetes is most prevalent metabolic disorder characterized by inadequate insulin production and impaired response of tissues to insulin. Global burden of diabetes mellitus represents a significant public health challenge. Heart disease is a serious health condition that affects millions of people. Heart diseases includes coronary artery disease (CAD), myocardial infarction, angina, heart failure, congenital heart disease, atrial fibrillation and heart valve disorder. Etiological factors of heart disease are modifiable factors, conventional factors, environmental factors, non- traditional factors and psychological factors that collectively contribute to diabetes prevalence. Modifiable factors include high blood pressure, obesity and metabolic syndrome while conventional factors include age, gender and family history. Complications related to diabetes like liver cirrhosis, alcohol related liver disease and renal disease also promote cardiovascular disorders. Different risk factors show different level of correlation with each other. Age limit, duration of diabetes and high level of cholesterol has significant level of positive correlation. Moreover, high level of cholesterol in diabetic patients correlate with normal systolic blood pressure which is also an indication of prevalence of heart disease in diabetic patients. Treatment and preventions focus on stress management, lifestyle interventions and balanced diet.

Key Words: Diabetic Heart Disease, cardiovascular complications, Etiological Factors, Correlation Study

APPLICATION OF SQUALENE FOR LONG-TERM REMISSION IN CHRONIC DERMATOSIS OF THE EXTERNAL AUDITORY CANAL

Sergey PUKHLİK
Odessa National Medical University, Department of Otolaryngology, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0001-7196-9642
Alexander ANDREEV
Odessa National Medical University, Department of Otolaryngology, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0001-5907-6147
Irina TAGUNOVA
Odessa National Medical University, Department of Otolaryngology, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0003-3464-5758
Alexander PLAKIDA
Odessa National Medical University, Department of Physical Rehabilitation and Sports Medicine, Odesa, Ukraine
ORCID: 0000-0002-7537-7596
Nataliya IVCHENKO
Odessa National Medical University, Department of Therapeutic Dentistry, Odesa, Ukraine

Abstract

Background: Chronic otitis externa is a common skin disease. The use of drugs containing corticosteroids and antibiotics is only sometimes advisable in chronic, non-manifesting processes. The most appropriate is to study medicines of natural origin. This study aims to determine the effectiveness of squalene in the maintenance therapy of chronic otitis externa. **Materials and methods.** The study involved 45 patients with a confirmed diagnosis of chronic otitis externa. Two groups were formed: the main (15 men and 8 women) and the control (15 men and 7 women). Patients in the main group used ear drops containing squalene at a concentration of 0.1%. The observation period was one year. The research methods included standard otoscopy, dermatoscopy, and bacteriological examination. **Results.** The most frequent provoking factors for exacerbating chronic ear dermatitis were long-term use of a hearing aid and exposure to cold, damp, and dusty environments. After the treatment, an otoscopy showed the disappearance of inflammation and the absence of plugs. The hearing condition improved, but the patients complained of ear congestion for an extended period. The treatment led to remission, but after exposure to provoking factors, the symptoms returned. The use of squalene containing ear drops significantly reduced the number of exacerbations and the number of cases of sulfur-epidermal ear plug formation. **Conclusions.** Studies conducted on the use of the squalene containing ear drops have shown that it is possible to achieve long-term remission by restoring the properties of the skin of the ear canal, which allows us to recommend it for maintenance therapy of chronic external otitis.

Keywords: Otitis externa, squalene, maintenance therapy, remission

CLINICAL EVALUATION OF OZEMPIC: A SYSTEMATIC REVIEW OF ITS ROLE IN TYPE 2 DIABETES AND WEIGHT MANAGEMENT

Ana-Lucia BLENDEA
Student at Nutrition and Dietetics, UMF Iasi, University of Medicine and Pharmacy
Alin CIOBICA
Ciobica Alin, Habil. PhD Principal Investigator Alexandru Ioan Cuza University, Faculty of Biology, Iasi, Romania, Romanian Academy of Science
Ioan GOTCA
Doctor of Medicine, CSM Iasi, Socola Psychiatry Institute
Andreea GHERASIM
Internal Medicine II Department, Faculty of Medicine, University of Medicine and Pharmacy "Grigore T Popa", 700115 Iasi, Romania
Ionut RATA
Student at Nutrition and Dietetics, UMF Iasi, University of Medicine and Pharmacy

Abstract

This systematic review assesses the clinical effectiveness and safety of Ozempic (semaglutide) in managing Type 2 diabetes and obesity, drawing on research published between 2018 and 2024. The analysis includes randomized controlled trials (RCTs), observational studies, and meta-analyses, with a focus on comparative findings alongside other glucagon-like peptide-1 (GLP-1) receptor agonists. Key outcomes evaluated include glycemic control (HbA1c levels), weight loss (percentage change from baseline), metabolic health markers (lipid levels, blood pressure), and adverse event profiles. Statistical relevance is assessed through p-values, confidence intervals, and hazard ratios to gauge the strength of reported effects. Across multiple studies, Ozempic consistently demonstrates notable reductions in HbA1c—typically between 1.5% and 1.8%—and significant weight loss, often exceeding 15% of baseline body weight. The treatment's safety profile is generally well-tolerated, with gastrointestinal side effects being the most commonly reported. Comparative data suggest Ozempic may offer distinct clinical advantages within the GLP-1 agonist class. The review also explores potential mechanisms underlying its metabolic effects and evaluates its emerging role in clinical practice. Finally, the report outlines current limitations in the literature and recommends areas for future investigation to optimize therapeutic use.

Keywords: Ozempic, semaglutide, Type 2 diabetes, weight loss, GLP-1 receptor agonists

IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA FROM SORGHUM PLANTS

Prema Siva Naga Teja ALAPATI
Baljeet Singh SAHARAN
Meena SINDHU
Ankush DHANDA
Tejashree MUSINI
Department of Microbiology ,Department of Soil Science Chaudhary Charan Singh Haryana Agricultural University, Hisar 125 004, India

ABSTRACT

Plant development depends on soil, which offers necessary nutrients and a home for helpful bacteria. Its fertility is mostly determined by organic content. Despite the widespread use of chemical fertilizers, their overuse can result in soil degradation. In contrast, plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) offer a sustainable alternative by enhancing nutrient uptake in plants. For this study bacteria were isolated and evaluated for their PGPR traits from the rhizospheric soil of Sorghum bicolor. Various plant growth-promoting traits, including the solubilization of phosphorus (P), potassium (K), and zinc (Zn), ammonia excretion, IAA production, biosurfactant production, and siderophore production were analyzed. Out of 60 isolates, four were selected for further analysis. Germination tests were conducted for all four isolates using the CSV53F variety of sorghum, followed by pot experiments in both sterile and non-sterile soils. The impact of the isolates on the plant growth was evaluated after one month in both soil and plants. Various morphological, physiological, and biochemical parameters were measured, including stem diameter, leaf area, HCN content, and nutrient content (N, P, K, Zn, Fe, Mn). Of all the treatments, the one with a consortium of all four isolates recorded significantly highest Fe, Zn, N, and K concentrations 752 ppm, 82 ppm, 27,750 ppm, and 20,750 ppm respectively in the plant tissues grown in the sterile soil and P recorded 6000 ppm in the non-sterile soil. The consortium not only had the highest fresh and dry weights (4.8g and 1.75g, respectively) but also the largest stem diameter (4.27cm) and leaf area (87.4cm2). This study concludes that the use of PGPR significantly enhances both the quality and quantity of forage sorghum, highlighting its potential as a sustainable agricultural practice.

VALORIZATION OF ESSENTIAL OILS AND PLANT EXTRACTS: BIOLOGICAL PROPERTIES AND APPLICATIONS IN FOOD SAFETY AND PRESERVATION

Chaymae GHAFFOULI
Khaoula FAIZ
Adil ROUKBANI
Bouchra LOUASTE
Laboratery of Biotechnology, Environment, Agri-Food and Health, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohammed Ben Abdellah University, Fes, Morocco

Abstract

The increasing interest in natural antimicrobials has led to a surge in research on plant-derived compounds, particularly essential oils (EOs) and plant extracts (PEs), as sustainable alternatives to synthetic additives. This work explores the biological properties of these compounds, emphasizing their antimicrobial mechanisms against foodborne pathogens such as *Escherichia coli, Salmonella spp.,* and *Listeria monocytogenes*. Essential oils, complex mixtures of volatile secondary metabolites, and plant extracts, rich in phenolics and flavonoids, have demonstrated significant antimicrobial efficacy in vitro and in food matrices. This study further highlights the challenges associated with the application of EOs and PEs in food systems, such as their strong sensory properties, volatility, and stability under processing conditions. In addition to food preservation, the potential for EOs and PEs in controlling multidrug-resistant pathogens and their use in functional foods offers exciting avenues for future research. By integrating advanced analytical techniques and interdisciplinary approaches, the valorization of these natural compounds can be further optimized for industrial applications, supporting the global shift towards sustainable and health-conscious food systems.

Keywords: Essential oils, Plant extracts, Food safety, Food preservation, Sustainable food system.

INVESTIGATING THE ROLE OF WRESTLING AND ITS RELATIONSHIP WITH THE GOVERNMENT AND PEOPLE DURING THE QAJAR PERIOD

Abbas Eghbal MEHRAN
PhD student in History of Islamic Iran, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
ORCID: 0000-0002-5184-3003
Kosar ADIBANKHAH
Master's student in Motor Behavior, Physical Education, Payam Noor University of South Tehran, Tehran, Iran.
ORCID: 0009-0005-6115-1763

Abstract

Wrestling played an important role in the relationship between the state and the people during the Qajar period as a cultural and social phenomenon. This sport, whose roots go back to ancient Iranian traditions, was known as a symbol of national strength and courage during the Qajar period. Wrestling was influential not only in the sports arena but also in social and political arenas. The Qajar government used this sport as a tool to strengthen national identity and create social cohesion. Wrestling also provided an opportunity for people to express national and social feelings as a gathering space. During this period, the relationship between wrestling and the state was reciprocal; on the one hand, the state tried to exploit the popularity of wrestling, and on the other hand, wrestling could influence government policies and decisions through their activities. This research aims to examine the role of wrestling and its relationship with the state and the people in the Qajar period from a descriptive-analytical perspective. Therefore, it seeks to answer these questions: 1- How did wrestling affect social and political relations between the state and the people in the Qajar period? 2- What factors caused wrestling to become a national symbol in the Qajar period? The research findings indicate that wrestling in the Qajar period served as a tool to strengthen national identity and create social cohesion. The mutual relations between the state and wrestlers have made wrestling a key element in social and cultural policy-making.

Keywords: The role of wrestling, relationship, government, people, Qajar.

RE-IMAGINE TECHNOLOGY EDUCATION THROUGH INNOVATIVE AND CREATIVITY AMONGST JUNIOR SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN KOGI STATE, NIGERIA

Idris, IBRAHIM
Department of Building Technology, Kogi State College of Education Technical Kabba, Nigeria
Yunisa, YAHAYA
Department of Electrical Electronics Technology, Kogi State College of Education Technical Kabba
Edoka. ROMANUS
Department of Electrical Electronics Technology, Kogi State College of Education Technical Kabba, Nigeria
Otori, Emmanuel ADEIZA
Department of Building Technology, Kogi State College of Education Technical Kabba, Nigeria
Oloruntoba, Olatunbosun HALLELUYA
Department of Building Technology, Kogi State College of Education Technical Kabba, Nigeria
Moses, Sunday ADEYEMO
Department of Building Technology, Kogi State College of Education Technical Kabba, Nigeria

Abstract

This study examined the re-imagination of technology education through innovation and creativity among secondary school students in Kogi State Nigeria. The research focused on how creative learning approaches and innovative teaching strategies can enhance students' academic performance and problem-solving skills. The population of the study comprises of 4,580 junior secondary school students and few teachers in Kogi State. A descriptive survey research design was adopted to collect relevant data. The study utilize a multi-stage sampling technique, selecting 42 schools through stratified sampling, followed by a simple random sampling to select 584 students and teachers. Four points Likert scale format questionnaire was developed and validated by three experts from the school of Technical Education, Kogi State College of Education Technical Kabba. A reliability coefficient of 0.80 was obtained through pilot test of 23 students and teachers who were not part of the main study. The instrument was administered by the researcher and research assistants to the selected schools. The Data were analyzed using mean and standard deviations to answer the research questions while z-test was used to test the null hypotheses at 0.05 level of significance. Statistical Package Social Science (SPSS) version 26 was used for the computation of the result. Findings suggest that traditional teaching methods limit students' ability to think creatively, while schools with technology integrated and students centered learning approaches show improved engagement and performance. The study recommends that schools should adopt innovative teaching techniques such as project-based learning, digital tools, and extracurricular creativity programs. Additionally, training workshops should be conducted for teachers to enhance their ability to foster creativity and innovation in the classroom.

These findings highlight the need for policy reforms that encourage flexible and adaptive learning models. Future research should explore the long-term impact of these educational innovations on students' career prospects and socio-economic development.

Keywords: Technology Education, Innovation, Creativity, Secondary Education, Learning Strategies.

INVESTIGATION OF THE IMPACT OF GASTROINTESTINAL DISEASES AND DIETARY FACTORS ON THE OCCURRENCE, PREVALENCE, AND SEVERITY OF MOUTH ULCERS

Dr. Mah-ru-nisa ATIF (Lecturer)
Abubakar SYED
Dr. NABIHA
Mishal JAVED
Osama BAIG
Akash QASIM
Shahbaz JUTT
The Hajvery University Euro Campus Gulberg III Lahore, Pakistan.

Abstract

Mouth ulcers, a prevalent health concern with multifactorial causes, are strongly linked to gastrointestinal (GI) diseases, including GERD, IBD, and Behçet's syndrome, as well as dietary habits. This cross-sectional study, conducted with 400 participants from clinical and hospital settings in Lahore, Pakistan, aimed to explore the relationship between GI health, dietary patterns, and mouth ulcers. Data collection involved a comprehensive questionnaire addressing medical history, dietary habits, lifestyle factors, and patient-reported outcomes. Results indicated that 57.6% of participants had GI diseases, with GERD being the most common (42.6%). Dietary analysis revealed frequent consumption of spicy foods (35.6%), fast foods (30.8%), and caffeinated beverages (50.4%), which were associated with the onset or worsening of ulcers. Notably, 47.6% of participants reported improvement in symptoms after modifying their diet, particularly by reducing spicy and acidic foods. Psychosomatic factors such as stress and anxiety (34.1%) and daily abdominal discomfort (26.2%) were also significant contributors. The study underscores the importance of dietary counseling and stress management in mitigating mouth ulcer severity, emphasizing their potential as effective, non-invasive strategies. These findings call for further research into the underlying mechanisms and the development of targeted therapeutic interventions to enhance prevention and management efforts.

Keywords: Mouth ulcers, gastrointestinal diseases, GERD (gastroesophageal reflux disease), inflammatory bowel disease (IBD), Behçet's syndrome, dietary habits, survey-based observational study, patient-reported outcomes, statistical analysis (SPSS).

BREAKING THE GLASS CEILING: AN EXAMINATION OF WOMEN'S PARTICIPATION IN LEADERSHIP POSITIONS IN INDIA'S GOVERNMENT, JUDICIARY, AND STARTUP ECOSYSTEM

Hemlata SHARMA
Associate professor, Department of Economics, Kurukshetra University Kurukshetra-136119

Abstract

In recent decades, women's participation in leadership roles across various sectors has increased, yet significant gender disparities persist, particularly in India's government, judiciary, and startup ecosystem. This paper examines the glass ceiling phenomenon—the invisible barriers preventing women from ascending to key decision-making positions. Through an in-depth analysis of data from multiple sectors, the study reveals that in the Lok Sabha elections, although the number of female candidates has steadily increased, their representation remains low, with only 10.7% of the elected members being women in the 2019 elections. Similarly, in state assemblies, women continue to be underrepresented, making up only 9% of the total elected representatives. In the Central Council of Ministers, women's share fluctuates between 9% and 18%, indicating a lack of consistent progress. The judiciary also reflects gender disparity, with only 9% of Supreme Court judges and 14% of High Court judges being women. This lack of representation is particularly concerning given the judiciary's role in ensuring justice and equality. In the private sector, there is gradual but limited improvement. Women occupy around 13-14% of managerial positions in companies, with their presence increasing over the years but still falling short of parity. The startup ecosystem, however, shows promising growth, with over 55,000 women-led start-ups recognized by DPIIT by 2023, indicating a growing entrepreneurial spirit among women.

The findings highlight the systemic barriers women face, including gender bias, lack of mentorship, and institutional challenges. To address these issues, the paper recommends targeted policy interventions, such as gender quotas, mentorship programs, and financial support, to promote greater female representation in leadership roles.

1.Introduction

In the last few decades, the world has seen an increase in women taking on leadership roles in various fields, marking a step towards gender equality. However, women still face many obstacles that prevent them from fully participating in leadership positions. This phenomenon, often referred to as the "glass ceiling," persists across the globe, and has been a long-standing issue in today's societies, referring to the invisible barriers that prevent women from rising to

leadership positions. The glass ceiling in India remains a pervasive challenge, particularly within the government, judiciary, and startup ecosystem. Women in these fields continue to encounter systemic barriers, including gender bias, traditional societal norms, and a lack of institutional support, all of which contribute to their underrepresentation in key decision-making roles. While there have been notable advancements in recent years, such as the appointment of female leaders in high-profile governmental positions and the growing number of women entrepreneurs, the pace of change remains slow, and significant gaps still exist. According to the World Economic Forum's Global Gender Gap Report 2020, India ranks 112th out of 153 countries in terms of gender equality, with significant disparities in economic participation and opportunity, and political empowerment. The report highlights the need for greater efforts to promote gender equality and empower women to participate in decision-making positions.

This paper seeks to analyze the current state of women's representation in these sectors, identifying the challenges faced by women, and suggesting policy recommendations. The paper is organized into seven sections, including this introduction. The next section provides a literature review of the theoretical frameworks and empirical studies on women's participation in leadership positions. The subsequent sections examine women's participation in government, judiciary, and startup ecosystem, respectively. The final section concludes the paper suggesting some policy recommendations.

2.Review of Literature

The underrepresentation of women in leadership roles has been described using various metaphors, each illustrating different barriers women encounter throughout their careers. The "glass ceiling" represents an invisible barrier to top positions, while the "sticky floor" highlights obstacles at entry-level (Carli & Eagly, 2016; Grangeiro et al., 2021). The "labyrinth" metaphor, however, more accurately portrays the complex challenges women face, including gender stereotypes, discrimination in pay and promotion, limited access to mentors, and greater domestic responsibilities (Carli & Eagly, 2016; Eagly & Carli, 2008). In addition, women face the pressures of balancing demanding careers with intensive parenting, which leaves little time for networking (Eagly & Carli, 2008). The "glass cliff" further suggests that when women attain leadership roles, they are often placed in precarious positions following organizational crises, highlighting the risks involved in their leadership (Ryan & Haslam, 2005; Bruckmueller et al., 2014). Other metaphors like "queen bee" and the persistence of prejudice, leadership style expectations, and family responsibilities emphasize the continued complexity of women's career advancement (Srivastava & Nalawade, 2023; Eagly & Carli, 2007; Lupano Perugini,

2009). To break these barriers, it is essential to implement broad organizational changes and ensure better preparation of women for leadership roles (Eagly & Carli, 2007). The "glass ceiling" represents an invisible barrier to top positions, while the "sticky floor" highlights obstacles at entry-level (Carli & Eagly, 2016; Grangeiro et al., 2021). The "labyrinth" metaphor, however, more accurately portrays the complex challenges women face, including gender stereotypes, discrimination in pay and promotion, limited access to mentors, and greater domestic responsibilities (Carli & Eagly, 2016; Eagly & Carli, 2008). In addition, women face the pressures of balancing demanding careers with intensive parenting, which leaves little time for networking (Eagly & Carli, 2008). The "glass cliff" further suggests that when women attain leadership roles, they are often placed in precarious positions following organizational crises, highlighting the risks involved in their leadership (Ryan & Haslam, 2005; Bruckmueller et al., 2014). Other metaphors like "queen bee" and the persistence of prejudice, leadership style expectations, and family responsibilities emphasize the continued complexity of women's career advancement (Srivastava & Nalawade, 2023; Eagly & Carli, 2007; Lupano Perugini, 2009). To break these barriers, it is essential to implement broad organizational changes and ensure better preparation of women for leadership roles (Eagly & Carli, 2007). Researchers argue that overcoming these barriers requires addressing unconscious gender biases at the institutional level, rather than focusing solely on changing individual women (Carnes et al., 2008).

Global trends in women's leadership show some progress, but significant challenges persist. Women leaders bring unique perspectives that enhance workplace positivity and decision-making (Setyaningrum 2024). However, they face barriers such as underrepresentation, bias, limited advancement opportunities, and cultural conventions (Setyaningrum 2024). Work-life balance issues and the "glass cliff" phenomenon, where women are placed in leadership roles during crises, further complicate their leadership journey. Women also face challenges in politics and business, including gender stereotypes, work-family imbalance, and physical appearance concerns (Tabassum & Rafiq, 2023), with cultural expectations and family responsibilities further hindering their progress (Kiamba, 2009). Despite these barriers, women make up half of the global population and an increasingly educated workforce, making their leadership vital for driving progress (Aziz, 2011). Although some countries have made strides toward gender equality in leadership, progress remains slow, requiring diverse approaches to support women's advancement in all sectors (Goryunova & Madsen 2024; Tabassum & Rafiq, 2023). To overcome these obstacles, proactive strategies such as diversity initiatives,

mentorship programs, and efforts to eliminate biases are essential for fostering inclusive leadership (Setyaningrum 2024; Adler & Osland, 2016).

Women's participation in leadership roles in India faces significant challenges across various sectors. In politics, despite increased voter participation, women remain underrepresented in legislative bodies and political parties (Saha, 2017). Similarly, in the startup ecosystem, only 10% of established startups are founded or led by women, facing barriers such as negative stereotyping, childcare responsibilities, lower literacy rates, and safety concerns (Agarwal, 2020). However, there is a growing trend towards greater female participation in economic growth and business (Colaco & Hans, 2018). In the startup space, women entrepreneurs face obstacles such as limited access to finance, networks, family responsibilities, and low confidence in business skills (Kumar & Singh, 2021). As India's startup ecosystem continues to grow, addressing these challenges is essential for tapping into the socioeconomic benefits of a more diverse and inclusive entrepreneurial landscape.

3.Women's Participation in Government

3.1.Representation in Parliament and State Legislatures in India

The representation of women in Parliament and state legislatures is a critical indicator of their participation in decision-making processes. Table -1 shows number of women and men contested and elected loksabha elections

Table -1: Persons Contested and Elected in Various Lok Sabha Elections in India

Loksabha	Year	Total no. of seats available for Election	Total No. contesting	Total No. contesting(Male)	Elected (Male)	elected % (Male)	Total No. contesting (Female)	Elected (female)	% of elected (Female)
First	1952	489	1874	Sex-wise break up of candidates are not available					
Second	1957	494	1518	1473	467	31.7	45	27	60
Third	1962	494	1985	1915	459	24	70	35	50
Fourth	1967	520	2369	2302	490	21.3	67	30	44.8
Fifth	1971	520	2784	2698	499	18.5	86	21	24.4
Sixth	1977	542	2439	2369	523	22.1	70	19	27.1
Seventh	1980	542	4620	4478	514	11.5	142	28	19.7
Eighth	1984	542	5574	5406	500	9.2	164	42	25.6
Ninth	1989	529	6160	5962	502	8.4	198	27	13.6
Tenth	1991	521	8699	8374	484	5.8	325	37	11.4
Eleventh	1996	543	13952	13353	503	3.8	599	40	6.7
Twelfth	1998	543	4750	4476	500	11.2	274	43	15.7
Thirteenth	1999	543	5155	4859	494	10.2	296	52	17.6
Fourteenth	2004	543	5435	5080	498	9.8	355	45	12.7
Fifteenth	2009	543	8070	7514	484	6.4	556	59	10.6
Sixteenth	2014	543	8251	7583	481	6.3	668	62	9.3
Seventeenth	2019	543	8054	7322	465	6.4	726	78	10.7

Source: Election Commission of India & Lok Sabha Secretariat, New Delhi

Table -1 on candidates contesting and elected in various Lok Sabha elections in India reveals a clear gender disparity in political participation, illustrating the barriers women face in achieving leadership roles. Over the years, while the total number of candidates contesting

elections has increased, female representation remains strikingly low. For instance, in the 1957 election, only 45 women contested, compared to 1,473 men. Even though female participation has gradually risen, by 2019, only 726 women contested out of 8,054 total candidates, making up just around 9% of the total. This underrepresentation in the candidate pool is a key indicator of the challenges women face in accessing leadership positions in Indian politics. Moreover, the success rates for female candidates have been consistently lower than for their male counterparts. In 1957, 60% of female contestants were elected, but this figure gradually declined, reaching only 6.7% in 1996. Although there has been a slight recovery in more recent elections, with 10.7% of women being elected in 2019, the percentage remains disproportionately low compared to the higher success rates for male candidates, which generally ranged between 20-30% in most elections. These trends highlight the persistent barriers such as gender biases, societal expectations, and lack of institutional support that women face in the political sphere.

To better understand the representation of women in legislative bodies, it is essential to examine the state-wise participation of women in State Assemblies. The Table-2 below provides an overview of the current state of women's representation in State Assemblies across India.

Table-2: State-wise participation of women in State Assemblies

State	Year of Assembly Election	Elected Male	Elected Female	Total	Female(%)
Andhra Pradesh	2019	161	14	175	**8**
Arunachal Pradesh	2019	57	3	60	**5**
Assam	2021	1 2 0	6	126	**5**
Bihar	2020	217	26	243	**11**
Chhattisgarh	2023	71	19	9 0	**21**
Delhi	2020	62	8	70	**11**
Goa	2022	37	3	40	**8**
Gujarat	2022	167	15	182	**8**
Haryana	2019	81	9	9 0	10
Himachal Pradesh	2022	67	1	6 8	1
Jammu and Kashmir	2014	85	2	8 7	2
Jharkhand	2019	71	10	8 1	**12**
Karnataka	2023	214	10	224	**4**
Kerala	2021	129	11	140	**8**
Madhya Pradesh	2023	203	27	230	**12**
Maharashtra	2019	264	24	288	**8**
Manipur	2022	55	5	60	**8**
Meghalaya	2023	57	3	60	**5**
Mizoram	2023	37	3	40	**8**
Nagaland	2023	58	2	6 0	**3**
Odisha	2019	133	13	146	9
Punjab	2022	1 0 4	13	117	**11**
Puducherry	2021	29	1	30	**3**
Rajasthan	2023	179	20	199	10
Sikkim	2019	29	3	32	9
Tamil Nadu	2021	222	12	234	**5**
Telangana	2023	1 0 9	10	119	**8**
Tripura	2023	51	9	6 0	**15**
Uttar Pradesh	2022	356	47	403	**12**

Uttarakhand	2022	62	8	7 0	**11**
West Bengal	2021	252	40	292	**14**
Total	-	**3739**	**377**	**4116**	**9**

Source: Election Commission of India

The state-wise participation of women in State Assemblies reveals the ongoing gender disparity in Indian politics. Of the 4,116 candidates elected, only 377 were women, accounting for a mere 9% of the total. While this is slightly better than the 6.4% – 10.7% female representation seen in recent Lok Sabha elections, it still underscores the significant underrepresentation of women in state-level politics.

A few states show relatively higher female representation. Chhattisgarh leads with 21% women elected, followed by Tripura (15%) and West Bengal (14%). States like Madhya Pradesh and Uttar Pradesh also demonstrate above-average female participation at 12%. These regions serve as positive examples of improving gender diversity in politics.However, many states continue to lag behind. Himachal Pradesh has the lowest representation, with just 1% of elected candidates being women. Similarly, Jammu and Kashmir (2%), Nagaland (3%), and Puducherry (3%) exhibit extremely low female participation. Even larger states, such as Karnataka (4%) and Tamil Nadu (5%), show disappointingly low female representation.

Regionally, Southern and Eastern states, including Tamil Nadu, Kerala, and West Bengal, display relatively better female participation, whereas Northern and smaller states, like Himachal Pradesh and Nagaland, continue to perform poorly. Even politically significant states such as Maharashtra (8%) and Gujarat (8%) fall below the national average.

3.2.Women in Ministerial Positions

Beyond representation in legislative bodies, the participation of women in ministerial positions is a critical indicator of their influence in policy-making and governance. The Central Council of Ministers, comprising the Prime Minister and other Ministers, plays a vital role in shaping India's policies and programs. Table-3 shows the number of women vis-s vis men in council of ministers over the years.

Table-3 : Representation of Women in the Central Council of Ministers

Year	Number of Cabinet Ministers	Women cabinet Ministers	Minister of State	Women Ministers of Stae	Total	Total (women)	% of women in council of Ministers
2002	32	2	41	6	73	8	10.96
2004	29	1	39	6	68	7	10.29
2009	40	3	38	4	78	7	8.97
2011	32	2	44	6	76	8	10.53
2012	31	2	43	6	74	8	10.81
2013	31	3	47	9	78	12	15.38
2014	23	6	22	1	45	7	15.56
2015	23	6	22	2	45	8	17.78
2016	26	5	49	4	75	9	12
2017	27	6	48	3	75	9	12
2018	2 5	6	49	3	74	9	12.16
2019	2 4	3	33	3	57	6	10.53
2020	2 2	2	32	3	54	5	9.26
2021	31	2	47	9	78	11	14.1
2022	29	2	47	9	76	11	14.47
2023	28	2	45	8	73	10	13.7

Source: Women and Men 2023/Lok Sabha Secretariat, New Delhi.

The representation of women in the Central Council of Ministers between 2002 and 2023 has remained consistently low, with only minor fluctuations. Over this period, the percentage of women in the council ranged from 8.97% to 17.78%, indicating a lack of substantial progress toward gender parity. In 2002, women made up 10.96% of the council, with 8 out of 73 ministers being female. The representation gradually increased, peaking in 2015 at 17.78%, when 8 out of 45 ministers were women. However, the following years saw fluctuations, with the share dropping to 9.26% in 2020, before rising slightly to 14.47% in 2022 and 13.7% in 2023.

Throughout this period, women were more frequently appointed as Ministers of State rather than Cabinet Ministers, indicating a glass ceiling in higher ministerial roles. For instance, in 2023, only 2 out of 28 Cabinet Ministers were women, while 8 out of 45 Ministers of State were female. This pattern highlights the disparity in senior leadership roles, with women predominantly occupying lower-ranking ministerial positions.

4.Women's Participation in Judiciary

The participation of women in the judiciary is a critical aspect of women's participation in decision-making. As judges, women play a direct role in shaping the interpretation and application of laws, influencing policy decisions, and upholding justice. By increasing their presence in the judiciary, women can enhance their overall participation in decision-making processes, promoting greater gender equality and justice. The Table-4 shows Number of women judges in Supreme court and various High courts of India

Table-4: Women Judges in Supreme Court and High Courts

Court	Permanent Judges	Additional Judges	Male	Female	% of Female Judges
Supreme Court	3 4	0	3 1	3	9
High Courts					
Allahabad	77	14	85	6	7
Andhra Pradesh (Hyderabad)	24	6	25	5	17
Bombay	4 0	28	58	10	15
Calcutta	4 0	10	4 2	8	16
Chhattisgarh	10	6	15	1	6
Delhi	3 7	5	3 3	9	21
Gauhati	17	7	20	4	17
Gujarat	30	0	22	8	27
Himachal Pradesh	12	0	8	1	11
Jammu & Kashmir and Ladakh	13	2	13	2	13
Jharkhand	19	0	18	1	5
Karnataka	3 9	12	4 4	7	14
Kerala	3 3	3	3 1	5	14
Madhya Pradesh	4 0	0	3 8	2	5
Madras	5 3	13	54	12	18
Manipur	4	0	3	1	25
Meghalaya	3	1	4	0	0
Orissa	21	0	20	1	5
Patna	3 4	0	3 3	1	3
Punjab & Haryana	5 1	4	4 1	14	25
Rajasthan	32	0	2 9	3	9
Sikkim	3	0	2	1	33
Telangana	21	5	19	7	27
Tripura	4	1	5	0	0
Uttarakhand	7	0	6	1	14
Total	**664**	**117**	**671**	**110**	**14**

Source: Women and Men 2023 /Department of Justice, Ministry of Law and Justice

The representation of women judges in the Supreme Court and High Courts across India remains significantly low, highlighting a persistent gender gap in the judiciary. Out of a total of 781 judges (permanent and additional), only 110 are women, accounting for a mere 14%. In the Supreme Court, the situation is even more imbalanced, with only 3 women judges out of 34, making up just 9% of the total. The High Courts, although slightly better, still show low female representation overall. Some High Courts, such as Gujarat and Telangana, stand out with 27% women judges, while Delhi and Punjab & Haryana follow with 21% and 25%, respectively. However, several High Courts, including Tripura and Meghalaya, have no women judges, while others, like Patna, Orissa, and Jharkhand, have only 3-5% female representation, reflecting a stark gender disparity.

A noticeable pattern emerges where urban and metropolitan High Courts tend to have better female representation, likely due to greater access to legal education and career opportunities for women. In contrast, smaller or less urbanized states show minimal female representation, indicating a regional imbalance. The Supreme Court's 9% female representation also highlights the limited presence of women in senior judicial roles, revealing a glass ceiling in the higher judiciary. It shows that despite some progress, women's representation in the judiciary remains far from equitable.

5.Women participation in companies

The analysis of women's participation in companies, particularly in managerial positions, is a vital component of understanding women's participation in decision-making. As decision-makers in corporate settings, women in leadership positions influence business strategies, drive innovation, and shape organizational cultures. Table -5 shows women and men at the managerial positions in companies

Table-5: Women and Men at Managerial Positions in Companies

Board of Directors		
Years	**Male**	**Female**
2017	1290006	447809
2018	1434151	504424
2019	1480460	531286
2020	1547035	563869
2021	1719880	6 3 4 8 7 7
2022	1857396	699132
2023	1975487	762712
Senior Manaement Positions		
Years	**Male**	**Female**
2017	150387	23685
2018	159167	25677
2019	160118	26572
2020	164317	28393
2021	173651	30582
2022	180946	32877
2023	186946	34879
Other Management Positions		
Years	**Male**	**Female**
2017	1201261	432484
2018	1339753	487763
2019	1384761	513809
2020	1447637	545034
2021	1613456	614239
2022	1746231	676859
2023	1860348	738949

Source: Women and Men 2023/ *Ministry of Corporate Affairs (MCA)*

Note 1: Senior Management Positions includes, CEO, CFO, Company Secretary, Managing Director, Manager, Whole-time Director.

Note 2: Middle Management Positions includes Additional Director, Alternate Director, Director, Nominee Director, Director

Note 3: Director status - All Director statuses are included (approved, deactivated, resigned, etc.).

Note 4: Data pertain to financial year

The representation of women in managerial positions across companies in India has shown a gradual but steady increase from 2017 to 2023, although the gender gap remains substantial. In boardrooms, the number of women directors grew from 447,809 in 2017 to 762,712 in 2023, accounting for 27.8% of the total board members. Despite this rise, men still dominate, with nearly 2.6 times more board positions. Similarly, in senior management roles, women's representation increased from 23,685 in 2017 to 34,879 in 2023, but they still make up only 15.7% of senior managers. The situation is slightly better in mid-level management, where women's share rose from 26.5% in 2017 to 28.4% in 2023, indicating a higher female presence in mid-tier roles compared to top-level executive positions.

Although the overall growth in female participation is promising, the data reveals that women still face challenges in reaching senior leadership roles. The boardrooms and senior management continue to be male-dominated, with women holding fewer than 30% of the positions. The limited upward mobility for women indicates the presence of a glass ceiling in corporate hierarchies. While more women are entering managerial positions, their progression into top executive roles remains slow.

6.Women's Participation in the Startup Ecosystem

Analyzing women's participation in the startup ecosystem is essential to understanding their role in decision-making in the entrepreneurial and business sectors. As founders, investors, and leaders of startups, women play a critical role in shaping business strategies, driving innovation, and making key decisions that impact the economy and society. Table-6 shows number of women led start ups recognized by DPIIT across states and UTs in India.

Table-6 : Number of Women-led Start-ups recognized by DPIIT across the States/Uts

Number of Start-ups with at-least 1 Woman Director								
State/UT	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	**Total**
Andaman and Nicobar Islands	1	1	4	2	5	4	4	21
Andhra Pradesh	27	74	81	95	131	173	295	876
Arunachal Pradesh	0	0	0	0	3	5	8	16
Assam	5	24	26	45	75	121	168	464
Bihar	19	46	51	98	175	253	383	1025
Chandigarh	8	7	19	26	34	36	63	193
Chhattisgarh	14	49	59	51	78	89	147	487
Dadra and Nagar Haveli and Daman &Diu	1	0	1	3	4	7	6	22
Delhi	197	496	600	788	1141	1262	1602	6086
Goa	10	22	20	25	39	47	40	203
Gujarat	77	199	272	347	765	932	1431	4023
Haryana	77	206	319	351	515	672	892	3032
Himachal Pradesh	1	5	12	12	23	55	65	173
Jammu and Kashmir	1	11	11	21	38	70	83	235
Jharkhand	15	25	33	81	82	107	172	515
Karnataka	227	459	721	701	1030	1231	1501	5870
Kerala	37	94	241	236	388	425	533	1954
Ladakh	0	0	0	1	0	0	2	3
Lakshadweep	0	0	0	1	0	0	0	1
Madhya Pradesh	24	110	131	160	253	417	622	1717
Maharashtra	308	742	980	1212	1846	2382	2911	10381
Manipur	1	1	1	4	19	13	7	46
Meghalaya	0	1	4	0	3	5	6	19
Mizoram	0	0	0	1	1	3	6	11
Nagaland	1	1	1	3	4	3	12	25

Odisha	30	69	82	1 1 5	183	227	329	1035
Puducherry	2	4	6	3	7	11	21	54
Punjab	6	30	47	65	124	147	225	644
Rajasthan	43	95	175	188	287	455	689	1932
Sikkim	0	0	0	1	0	2	1	4
Tamil Nadu	76	187	274	345	568	907	1331	3688
Telangana	111	198	275	362	484	717	915	3062
Tripura	0	0	4	6	4	13	8	35
Uttarakhand	9	24	53	52	74	121	125	458
Uttar Pradesh	140	313	392	609	1011	1290	1780	5535
West Bengal	60	123	134	181	337	518	618	1971
Total	**1528**	**3616**	**5029**	**6191**	**9731**	**12720**	**17001**	**55816**

Source: Department for Promotion of Industry and Internal Trade (DPIIT)

The number of women-led start-ups recognized by the Department for Promotion of Industry and Internal Trade (DPIIT) has grown significantly from 1,528 in 2017 to 17,001 in 2023, totaling 55,816 over the seven-year period. This reflects the rising participation of women entrepreneurs in India's start-up ecosystem. Maharashtra leads the country with 10,381 start-ups, followed by Delhi (6,086) and Karnataka (5,870), highlighting the dominance of major metropolitan hubs in fostering female entrepreneurship. States like Uttar Pradesh (5,535) and Gujarat (4,023) also show strong growth, indicating expanding opportunities for women in traditionally male-dominated business sectors.

However, smaller and remote regions have considerably fewer women-led start-ups. For instance, Ladakh, Lakshadweep, and Meghalaya collectively have fewer than 25 recognized start-ups, indicating limited entrepreneurial activity and the need for stronger support systems in these areas. Despite this, states like Odisha (1,035), Rajasthan (1,932), and Tamil Nadu (3,688) show consistent year-on-year growth, suggesting that the start-up culture is gradually expanding beyond Tier-1 cities. Overall, while the increase in women-led start-ups is encouraging, the data reveals a regional imbalance, with urban centers dominating the landscape.

7.Conclusion

The analysis of women's participation in India's government, judiciary, and startup ecosystem reveals that despite gradual progress, gender disparity remains a significant challenge. Women continue to be underrepresented in leadership roles, facing systemic barriers such as gender bias, lack of mentorship, and limited institutional support.

In politics, although female representation has slightly improved over the years, it remains disproportionately low. Women make up only 9% of state assembly members and around 15%

in Parliament, reflecting the slow pace of change. While some states, such as Chhattisgarh and West Bengal, show relatively higher female participation, many others, especially in northern and smaller states, continue to lag behind. This underscores the need for targeted reforms, including gender quotas and greater representation of women in party tickets, to foster inclusivity in politics.

In the judiciary, women's representation is equally limited. With only 9% of Supreme Court judges and 14% of High Court judges being women, the legal system reflects a stark gender imbalance. This lack of diversity hampers inclusive jurisprudence and highlights the need for gender-sensitive judicial reforms and equitable appointment practices.

The startup ecosystem, while showing encouraging growth, also reflects gender disparities. Although the number of women-led startups has risen, surpassing 17,000 recognized by DPIIT in 2023, women entrepreneurs still face obstacles such as limited access to funding and mentorship. To bridge this gap, financial incentives, incubation programs, and business networks tailored for women are essential.

In the corporate sector, women's presence in managerial and board-level positions has steadily increased but remains relatively low. While the rising numbers indicate progress, achieving gender parity requires corporate policies that promote diversity, leadership training, and equal growth opportunities.

Overall, the findings highlight that systemic barriers and institutional biases continue to hinder women's advancement into leadership roles. To break the glass ceiling, multi-dimensional interventions are necessary. These include policy reforms, mentorship initiatives, financial support, and advocacy campaigns to challenge societal norms. Building an inclusive and equitable framework is essential for empowering women and fostering gender equality across all sectors.

References

i.Adler, N. J., & Osland, J. S. (2016). Women leading globally: What we know, thought we knew, and need to know about leadership in the 21st Century☆. In Advances in global leadership (pp. 15-56). Emerald Group Publishing Limited.

ii.Agarwal, A. (2020). An overview of female-led startups in India. International Journal of Social Science and Economic Research, 5(4), 983-990.

iii.Bruckmüller, S., Ryan, M. K., Rink, F., & Haslam, S. A. (2014). Beyond the glass ceiling: The glass cliff and its lessons for organizational policy. Social issues and policy review, 8(1), 202-232.

iv.Carli, L. L., & Eagly, A. H. (2016). Women face a labyrinth: An examination of metaphors for women leaders. Gender in Management: An International Journal, 31(8), 514-527.

v.Carnes, M., Morrissey, C., & Geller, S. E. (2008). Women's health and women's leadership in academic medicine: hitting the same glass ceiling?. Journal of women's health, 17(9), 1453-1462.

vi.Colaco, V., & Hans, V. (2018). Women entrepreneurship in India–Changes and challenges.

vii.Eagly, A. H., & Carli, L. L. (2007). Women and the labyrinth of leadership. Harvard Business Review, 85(9), 62-71.

viii.Eagly, A. H., & Carli, L. L. (2018). Women and the labyrinth of leadership. In Contemporary issues in leadership (pp. 147-162). Routledge.

ix.Eagly, A. H., Carli, L. L., & Carli, L. L. (2007). Through the labyrinth: The truth about how women become leaders (Vol. 11). Boston, MA: Harvard Business School Press.

x.Goryunova, E., & Madsen, S. R. (2024). The current status of women leaders worldwide. In Handbook of research on gender and leadership (pp. 2-22). Edward Elgar Publishing.

xi.Grangeiro, R. D. R., Rodrigues, M. S., Silva, L. E. N., & Esnard, C. (2021). Scientific metaphors and female representativeness in leadership positions: a bibliometric analysis. Psychology: Organizations and Work Journal.

xii.Hoyt, C. L. (2010). Women, men, and leadership: Exploring the gender gap at the top. Social and personality psychology compass, 4(7), 484-498.

xiii.Kiamba31, J. M. (2009). Women and leadership positions: Social and cultural barriers to success. Wagadu Volume 6 Journal of International Women's Studies Volume 10: 1, 89.

xiv.Kumar, N., & Singh, L. K. (2021). Status of Women-entrepreneur in Indian Start-ups. International Journal of Engineering Technology and Management Sciences, 5(2), 1-12.

xv.Perugini, M. L. L. (2009). Nuevas metáforas acerca de las mujeres líderes. Psicodebate. Psicología, Cultura y Sociedad, (9), 65-80.

xvi.Ryan, M. K., & Haslam, S. A. (2005). The glass cliff: Evidence that women are over-represented in precarious leadership positions. British Journal of management, 16(2), 81-90.

xvii.Saha, J. (2017) . Women Political Leadership in India: Status and Challenges. International Journal of English Literature and Social Sciences, 2 (4), 213-218

xviii.Setyaningrum, G. (2024). Gender-based challenges in women's leadership careers: A literature synthesis. Technium Social Sciences Journal, 63, 252.

xix.Smith, P., Caputi, P., & Crittenden, N. (2012). A maze of metaphors around glass ceilings. Gender in Management: an international journal, 27(7), 436-448.

xx.Srivastava, N., & Nalawade, R. (2023). Glass ceiling to sticky floor: Analogies of women leadership. International Journal of Professional Business Review: Int. J. Prof. Bus. Rev., 8(4), 20.

xxi.Tabassum, S., & Rafiq, U. (2023). Leadership challenges: Experiences of women leaders. Pakistan Journal of Social Research, 5(02), 563-571.

xxii.Zeti, Akhtar Aziz (2011). Advancing women's leadership in public life" Power sharing in the public sector" at the Women in Leadership Forum.

STUDYING THE IMPACT OF THE IRAN-RUSSIA WARS ON THE SOCIAL AND ECONOMIC SITUATION OF IRANIAN ARMENIANS DURING THE QAJAR PERIOD

Mohammad Reza ALAM
Professor, Department of History, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
ORCID: 0009-0005-8700-6011
Abbas Eghbal MEHRAN
PhD student in History of Islamic Iran, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (Corresponding author).
ORCID: 0000-0002-5184-3003)

Abstract

The Iran-Russia wars during the Qajar period had profound effects on the social and economic situation of Iranian Armenians. These wars, which mainly occurred in the early 19th century, led to significant changes in the social and economic structure of Armenian societies. On the one hand, the wars caused insecurity and instability in Armenian-populated areas and forced many Armenians to emigrate. On the other hand, these wars provided opportunities for some Armenians to operate in commercial and economic fields in new areas. Also, after the signing of peace treaties, Armenians were able to improve their social and economic situation with government support. This research seeks to examine the impact of the Iran-Russia wars on the social and economic situation of Iranian Armenians during the Qajar period from a descriptive-analytical perspective. Therefore, it seeks to answer the following questions: 1- What were the social and economic effects of the Iran-Russia wars on the Armenian society of Iran? 2- What role did the Qajar government play in improving the social and economic situation of Iranian Armenians during the Iran-Russia wars? Research findings indicate that the Iran-Russia wars led to increased social insecurity and a decrease in the Armenian population in the war-torn areas. They also caused great economic damage to the Armenians. So much so that Armenians migrated from these areas to escape these problems. The Qajar government sought to improve the social and economic situation of Armenians in order to prevent their migration and to use the commercial capacities of Armenians to empower economic conditions.

Keywords: War, Iran, Russian, social, economic, Armenian, Iranian, Qajar.

APPLICATION OF PHYTOSOME IN WOUND HEALING

Pooja RASAL
Department of Pharmacology, JES's SND College of Pharmacy, Babhulgaon, Dist. Nashik, India
Gaurav KASAR
Department of Pharmacology, Divine College of Pharmacy, Satana, Dist. Nashik, India

ABSTRACT

Wound healing is a vital physiological process that involves a complex interplay of cellular and molecular mechanisms. The process is often hindered by challenges such as infection, oxidative stress, and inflammation, which impede tissue repair. Conventional treatments face limitations, including poor drug bioavailability, instability, and potential side effects, which can reduce their therapeutic effectiveness. Phytosome technology has emerged as a promising approach to address these challenges by enhancing the delivery and efficacy of phytoconstituents in wound healing applications. Phytosomes are advanced delivery systems that encapsulate phytoconstituents with phospholipids to improve their bioavailability, stability, and absorption. These formulations have demonstrated significant potential in wound care by leveraging the intrinsic properties of bioactive compounds such as curcumin, quercetin, and resveratrol. Curcumin-based phytosomes exhibit potent antioxidant and anti-inflammatory activities, mitigating oxidative stress and promoting tissue regeneration. Quercetin phytosomes enhance collagen synthesis and exert antimicrobial effects, reducing the risk of infection. Similarly, resveratrol phytosomes contribute to improved angiogenesis and fibroblast proliferation, key processes in wound repair. Clinical studies and preclinical evidence support the efficacy of phytosome-based formulations in accelerating wound healing and enhancing the overall quality of tissue repair. These systems not only maximize the therapeutic potential of phytoconstituents but also reduce associated side effects, ensuring safer and more efficient wound care solutions. Future research should focus on optimizing formulations, exploring synergistic combinations, and conducting large-scale clinical trials to further validate the benefits of phytosome technology in wound management.

Keywords: Phytosomes, wound healing, antioxidant, angiogenesis

RISK STRATIFICATION AND CONSEQUENCES OF TAXANE-INDUCED ADVERSE EVENTS IN LUNG CANCER THERAPY

Ikram Saliha BENYAHIA
Wefa BOUGHRARA
Amina LAKMECHE
Fatma BELHOUCINE
Amel ALIOUA BERREBBA
Laboratoire toxicologie environnement et santé. LATES, University of science and technology of Oran Mohamed Boudiaf, 31000, Oran, Algeria.
Ecole supérieur des sciences biologiques d'Oran (ESSBO), BP 1042, Saim Mohamed 31003, Oran, Algeria.

ABSTRACT

Introduction

This work focuses on evaluating the side effects induced by chemotherapy with taxanes in patients with bronchial cancer. Taxanes, such as paclitaxel and docetaxel, are key antineoplastic agents used in the treatment of various cancers, including bronchial cancer. However, their use is associated with significant side effects that can impair patients' quality of life and limit treatment efficacy.

Material and methods

Our work is based on a retrospective epidemiological analysis that used patient data from multiple oncology facilities' cancer registries at the Oran city level. Lung cancer patients were questioned and database information on the most common side effects, such as peripheral neuropathy, hypersensitivity reactions, and gastrointestinal disorders, while considering their frequency and severity based on administered doses, patient age, and the number of treatment cycles received.

Results

In this study, we included 142 patients with broncho-pulmonary carcinoma receiving taxanes. We discovered a considerable imbalance in treatment responses, with nonresponders outnumbering responders. Peripheral neuropathy was identified as the most serious side effect, and categorization by treatment tolerance revealed heterogeneity in individual responses and unfavorable impact profiles.

Conclusion

The research aims to establish correlations between these adverse effects and patient clinical characteristics by focusing on a specific population of bronchial cancers patients. The ultimate goal is to enhance understanding of taxane-induced toxicity, identify risk factors, and propose tailored strategies to optimize their use while minimizing negative patient impacts.

EXPLORING THE THERAPEUTIC POTENTIAL AND PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF A NORTHERN MOROCCAN MEDICINAL PLANT

Nesrine BENKHAIRA
Saad IBNSOUDA-KORAICHI
Kawtar FIKRI-BENBRAHIM
Laboratory of Microbial Biotechnology and Bioactive Molecules, Faculty of Sciences and Technologies, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fes, Morocco

ABSTRACT

Dittrichia viscosa, a plant well-known for its therapeutic benefits around the world, including Morocco, has long been used to cure a variety of ailments. The purpose of this study was to conduct a complete investigation of the antioxidant, antibacterial, and antidiabetic effects of *D. viscosa* essential oil (DVEO).

The chemical composition of DVEO was investigated using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), which revealed many important bioactive components. Antioxidant activity was measured using FRAP and *β*-carotene tests, while antibacterial potential was examined using *in vitro* microdilution and disc diffusion techniques. Additionally, the antidiabetic potential was investigated by the enzyme's inhibitory activities.

Our investigation revealed that Shyobunol is the predominant ingredient in DVEO. The studied oil showed significant antioxidant activity, with IC_{50} values of 25.45 ± 0.11 µg/mL in the FRAP experiment and 689.02 ± 2.35 µg/mL in the β-carotene assay. The essential oil shown strong antibacterial properties, particularly against *Bacillus cereus*, Staphylococcus aureus, and *Escherichia coli*, with inhibitory zones ranging from 17.11 ± 1.11 mm to 22.6 ± 0.45 mm. The tested EO effectively inhibited α-amylase and α-glucosidase, with IC_{50} values of 3.9 ± 0.07 mg/mL and 4.11 ± 0.02 mg/mL, respectively. These findings show that DVEO could be a valuable source of new compounds for drug discovery.

Key-words: essential oil, Morocco, antioxidant, antimicrobial, antidiabetic, drug discovery.

GATE, TRACKING, AND FIELD SURVEY METHODS FOR THE ASSESSMENT OF TWO PUBLIC SPACES IN SETIF (ALGERIA)

Dr. Abdelmalek Farouk TEDJARI
Habitat and Environment Laboratory, Ferhat Abbas University, Sétif 1, Algeria.
Dr. Leila Rahmani-KELKOUL
Habitat and Environment Laboratory, Ferhat Abbas University, Sétif 1, Algeria.

Abstract

This research compares the traffic dynamics of two urban centers from the colonial era in Sétif (Algeria): the esplanade of the El Atik Mosque, and the multipurpose forecourt of Masdjid Ibn Badis (formerly the Christian Church of Saint Monica), two true epicenters of traditional life. The approach combines two main methods that guide our on-site data collection : the "Gate" method (gate counting): measuring pedestrian flows by manual counting over time intervals, and the "Tracking" method (trajectory monitoring): mapping users' actual movements, thus revealing preferred routes and convergence points. These objective data are supplemented by interviews focusing on user activities, their profile and origin, attendance levels, their assessment of the development, and their perception of the attractiveness of the sites. The objective is to estimate the links between spatial configurations, pedestrian flows, and user perceptions. The cross-analysis of these variables provides a detailed understanding of uses and potential malfunctions. The results highlight the correlations between spatial design, flows, and social practices, providing an empirical basis for development recommendations focused on the user experience.

Keywords : Pedestrian flows, urban attractiveness, in situ observation, Gate and Tracking methods, historic public spaces.

FRAMEWORKS FOR INTRODUCING INTERNAL CONTROL AND FINANCIAL MANAGEMENT AND CONTROL IN THE BUSINESS OF ENTERPRISES WITH THE PARTICIPATION OF THE IT SECTOR REGARDING IT SYSTEMS

Dejan SREDOJEVIĆ
High School of Modern Business Terazije 27, 11000 Novi Sad Republic of Serbia
Miloš DRAGOSAVAC
High School of Modern Business Terazije 27, 11000 Novi Sad Republic of Serbia
Slobodan POPOVIĆ
Faculty of Economics and Industrial Management Cvećarska 2 Novi Sad, Republic of Serbia

Abstract

Frameworks for the introduction of internal control and financial management and control in the business of a company with the participation of the it sector in the field of it systems are very important for the proper operation of a company. The rational use of IT systems in the operations of numerous companies can be observed through the implementation of new software, the acquisition of new IT equipment, digital platforms, etc. The IT system should be included in the work of all parts of the company, which represents an innovative phase of business and cost reduction is the basis of such actions introduced by the top management of the company.

Keywords: IT system, digitization, company digital platform.

INTRODUCTION

Frameworks for the introduction of internal control and financial management and control in the business of a company with the participation of the it sector in the field of it systems represent the basis for making valid management decisions [1-5].

The rational use of IT systems in the business of numerous companies is established to improve the overall business, which aims to rationalize operations in all parts of the company [6-12].

The social impact of IT and management decisions can be observed through the implementation of new software, the purchase of new IT equipment, digital platforms, etc. [13-22].

The IT system should be included in the work of all parts of the company, i.e. all business segments, which is a necessity of the business and the basis for reducing costs in order to optimize the business [23-34].

PRESENTATION OF THE FRAMEWORK OF THE INFLUENCE OF IT AND WORK AND BUSINESS IN COMPANIES

The authors have presented the framework of the impact of IT and work and business in companies in the form of possible impacts, which are visible in Figures 1-2.

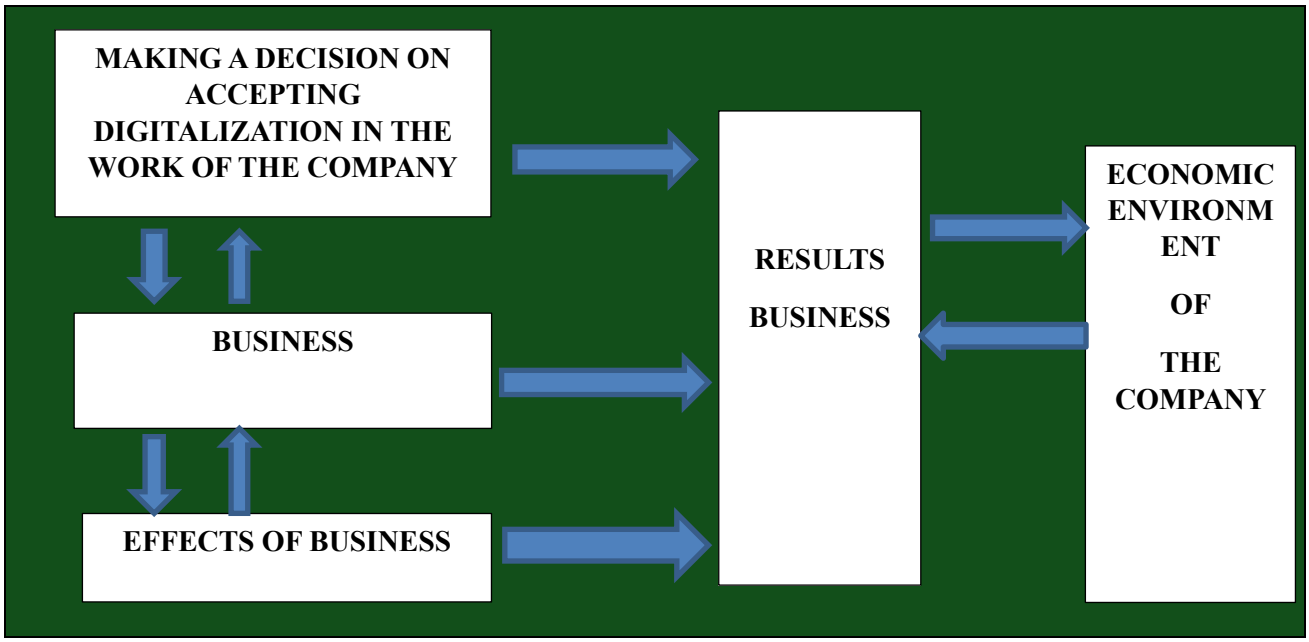


Figure 1: Presentation of trends within the IT system and digitalization process in business operations of companies.

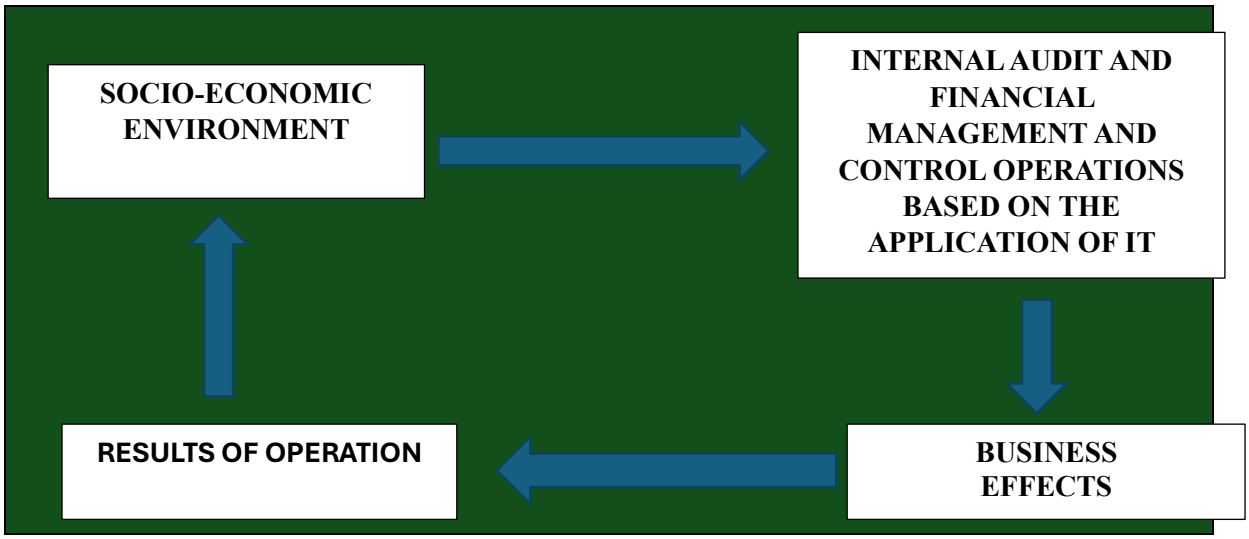


Figure 2: It-based internal audit and financial management and control activities.

CONCLUSION

Frameworks for the introduction of internal control and financial management and control in the business of a company with the participation of the IT sector are becoming increasingly

important factors of influence on the making of valid management decisions in numerous companies. Such operations that include management in the field of it systems represent the basis for making valid management decisions and the results are visible in the business of legal entities, which the authors have shown in the form of Figure 1-2, where the influences that significantly affect the business of the company are clearly visible. The rational use of IT systems in the business of numerous companies is established in order to improve the overall business and achieve the best possible management decisions in the work of heterogeneous legal entities.

REFERENCES

[1] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Brakus, A., Radaković, M., Arnautović, I., Samardžić, V., Krstajić, G. & Popović, S. (2024). Financial security and invoicing in management of public enterprises whose founders are local self-government units, example Republic of Serbia, Lex localis-Journal of Local Self-Government, 22:2, 198-218
[2] Čolović, M., Đuranović-Miličić, J., Gligović, D., Arnautović, I, Nastić, S. & Popović, S. (2024). Joint investments of the real economy and healthcre institutions in the Republic of Serbia, Ekonomija Teorija i praksa, 17:3 97-108.
[3] Lutovac, J. & Popović, S. (2024). INNOVATIVE BUSINESS IN THE BANKING SYSTEM EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF SERBIA, IV. International Architectural Sciences and Applications Symposium Mayıs 30-31, 1-6, Girne
[4] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Popović, D., Brakus, A., Pajović, I., Turčinović, Ž., Radaković, M. & Popović, S. (2024). The significance of real financial reporting of agricultural mechanism in relation to the making of management decisions of individual farms and medium-sized agricultural enterprises, The Journal "Agriculture and Forestry", 71:1, 171-184
[5] Radović, M., Vitomir, J., Laban, B., Jovin, S., Nastić, S., Popović, V. & Popović S. (2019). Management of joint stock companies and farms by using fair value of agricultural equipment in financial statements on the example of IMT 533 Tractor, Economics of Agriculture, 1: 35-50.
[6] Bakmaz, O., Đuranović-Miličić, J., Dugonjić, D, Brakus, A., Gligović, D., Grublješić, Ž. & Popović, S. (2024). Management of non-standard agricultural equipment based on assessments of farm owners and management of healthcare organizations based on common use for patient treatment needs, Poljoprivredna tehnika, ISSN 0544-5587.
[7] Bakmaz, O., Anđelić, S., Dragosavac, M., Grublješić, Ž., Nastić S., Popović, D., Tubić M. & Popović S. (2024). The importance of determining the efficiency of business of agricultural farms in relation to the use of credits in agriculture, the example of the Republic of Serbia, Agricultural Engineering, No. 1, 10-16.
[8] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Popović, D., Brakus, A., Pajović, I., Turčinović, Ž., Radaković, M. & Popović, S. (2024). The significance of real financial reporting of agricultural mechanism in relation to the making of management decisions of individual farms and medium-sized agricultural enterprises, The Journal "Agriculture and Forestry", 71:1, 171-184.
[9] Radović, M., Vitomir, J. & Popović, S. (2021). Impact of internal control in enterprises founded by local self-government units: the case of Republic of Serbia, Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, 32(1): 82–90.
[10] Ivaniš., M. & Popović., S. (2013). Altmanov Z-Score model analize, Ekonomija-teorija i praksa br.2, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, 47-62.
[11] Arnautović, I., Davidov, T., Nastić, S. & Popović, S. (2022). Značaj donošenja racionalne poslovne odluke top menadžmenta u poljoprivrednim preduzećima u Republici Srbiji, Poljoprivredna tehnika, 1-8.
[12] Majstorović, A. & Popović, S. (2015). Revizija poslovanja poljoprivrednog preduzeća, Računovodstvo, 1: 77-85.

[13] Tamas-Miškin, S., Vitomir, J., Dragosavac, M., Medan, N., Radaković, M., Vitomir, G., Davidov, T. & Popović, S. (2022). The significance of archiving documentation and assessment quality of archiving financial documentation given by top managers, Economics of Agriculture, Year 69, No. 4, 2022, (pp. 949-1252),
[14] Popović, S., Vitomir, J., Tomaš-Miskin, S., Davidov, T., Nastić., S., Popović, V., Popović, D., Vitomir, G. (2021). The importance of a realistically determined amount of tax on property rights relating to the ownership of agricultural land in the Republic of Serbia adopted by tax authorities of local selfgovernment units, Ekonomika poljoprivrede, Economics of agriculture, Vol.LXVIII, 4: 1029-1042.
[15] Popović, D., Vitomir, J., Tomaš-Miskin, S., Davidov, T., Popović, S., Jovanović, M., Aćimić-Remiković, M., Jovanović, S. (2021). Implementation of internal control with reference to the application of it in companies operating on the principles of the green economy. Agriculture & Forestry, Vol. 67 Issue 2: 261-269.
[16] Majstorović, A., Popović, S., Volf, D. (2015). Theory and politics of balance, second amended and supplemented edition, Novi Sad: Feljton.
[17] Popović, S. (2015). Implementacija heterogenih rizika u radu interne revizije, Revizor 69: 7-19.
[18] Popović, S., Anđelić, S., Dragosavac, M., Bakmaz, O., Nastić, S., Popović, D., Tubić, M. & Grubješić, Ž. (2024). Ocena vlasnika poljoprivrednih gazdinstava po pitanju primene softvera u poslovanju, sa ciljem unapređenja upravljanja, Agricultural Engineering, No. 2, 1-1.
[19] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Jestrović, V., Radaković, M., Davidov, T., Bjelica, B, Brakus, A., Popović, D., (2023). Management of plant production (narcissus l.) Through the application of non-standard growing methods in order to increase the financial value of production, Economics of Agriculture, Year 70, No. 2.
[20] Popović, S., Anđelić, S., Dragosavac, M., Bakmaz, O., Nastić, S., Popović, D., Tubić, M. & Grubješić, Ž. (2024). Ocena vlasnika poljoprivrednih gazdinstava po pitanju primene softvera u poslovanju, sa ciljem unapređenja upravljanja, Agricultural Engineering, No. 2, 1-1.
[21] Radović, M., Vitomir, J., Popović, S. (2021). Kretanje dokumentacije u sklopurevizijskog izveštavanjatop menadžmenta poljoprivrednog preduzeća, Poljoprivredna tehnika, Print ISSN 0554-5587 Online eISSN 2406-1123 UDK 631 (059), DOI: 10.5937/POLJTEH2101001V, 1: 47-53.
[22] Popović S., Laban, B., Popović V., Jovin, S., Grubješić Ž. (2018). Management services with respect to the new approach pvc packaging in the agricultural enterprises with agro-ecological aspects, Poljoprivredna tehnika, Godina XLIII, Broj 3, 38–44.
[23] Popović, S., Jovin S, Đuranović D, Popović V, Filipović V, Munitlak-Ivanović O, Grubješić Ž, Mijić R. (2017). The Importance of Planting Pot Marigolds (Calendula officinalis L.) in degraded public spaces from the agroecological and economic perspective. Contemporary Agriculture, 66(1-2).
[24] Majstorović, A., Popović, S., Tošković, J., Macura, R., Aničić, J., Aničić, D. (2015) Improving the management of the company establishing mechanisms Internal control in Serbia, Annals of the „Constantin Brâncuşi" University of Târgu Jiu, Economy Series, NR. 5/2015 ISSUE 5/2015, 5-10: 27-31.
[25] Tomas-Miskin S., Vitomir, J., Popović, S. & Vitomir, G. (2022). Decision-making of Top Management and Internal Audit on the Issue of Archiving Documentation in Companies Founded by Local Government Units in the Republic of Serbia, Lex Localis – Journal of Local Self-Government, 20(4), 889 – 995.
[26] Prodanović, R., Ćirić, M., Ignjatijević, S., Đurić, K., Vapa-Tankosić, J., Egić. S. (2021). Analiza faktora od uticaja na konkurentnost domaćeg meda. Ekonomija – teorija i praksa, 14 (4); 73- 93.
[27] Popović, S. (2016), Začaj interne revizije u fer vrednovanju Javnih preduzeća republike srbije, Revizor br. 74, 71-81.
[28] Popović, S., Tošković, J., Macura, R., Aničić, J., Aničić, D. (2015), The importance of evaluation of risk management in business, Annals of the „Constantin Brâncuşi" University of Târgu Jiu, Economy Series, NR. 5/ 2015 ISSUE 5/ 2015.
[29] Popović, S., Eremić-Đorđić J., Mijić, R., (2014). Interna kontrola u funkciji menadžmenta, Ekonomija-teorija i praksa 2/2014, 74-85.
[30] Aničić, J., Popović, S., (2015), Koncept ABC metode, prednosti i ograničenja u primeni, Računovodstvo, Br. 3/2015, 68-79.

[31] Lekić, N, Vapa-Tankosić, J., Lekić, S., Vapa , B, Mandić , S. (2023). Intellectual capital and business performance in ICT companies, Ekonomija - teorija i praksa 2, 44-61
[32] Puvača, N., Vapa-Tankosić, J., Ignjatijević, S., Carić, M., Soleša, D., Soleša, K. (2023). Consumer awareness of antimicrobial residues in drinking water. Ekonomija - teorija i praksa, XVI (1). 40-56. 10.5937/etp2301040P.
[33] Čavlin, M. , Vapa-Tankosić, J., Mirković, Z. (2022) Analiza faktora finansijske i profitne pozicije u funkciji integrisanog upravljanja rizicima u sektoru rudarstva, Ekonomija - teorija i praksa, 15(3), 56-73.
[34] Lekić , N., Vukosavljević D., Vapa–Tankosić,. J.,Lekić, S., Mandić, S. (2021). Uticaj motivacionih faktora na organizacionu posvećenost zaposlenih u bankama, Ekonomija –teorija i praksa (1), 1-22.
[35] Čavlin, M., Vapa-Tankosić, J., Egić, S. (2021). Perspektive sistema zaštite finansijske. stabilnosti i prevencije rizika bankarskog poslovanja, Economics - Theory and Practice, XIV (3), pp. 109-126.

MODELING THE IMPACT OF THE BASIC FRAMEWORK OF INTERNAL AUDIT AND THE IMPACT OF THE IT SYSTEM ON THE IMPROVEMENT OF THE OVERALL BUSINESS

Dejan SREDOJEVIĆ
High School of Modern Business Terazije 27, 11000 Novi Sad Republic of Serbia
Miloš DRAGOSAVAC
High School of Modern Business Terazije 27, 11000 Novi Sad Republic of Serbia
Slobodan POPOVIĆ
Faculty of Economics and Industrial Management Cvećarska 2 Novi Sad, Republic of Serbia

Abstract

Modeling the impact of the basic framework of internal audit and the impact of IT systems on the improvement of overall business, primarily the work of the company, is becoming increasingly important in order to enable better business and making valid management decisions in numerous companies. Such business, which includes the management of IT importance and innovative approach, represents the basis for making valid management decisions. The goal of such action is to improve overall business through business rationalization, optimization and increase in business profits.

Keywords: IT system, digitization, company digital platform, profits.

INTRODUCTION

Modeling the impact of the basic framework of internal audit and the impact of IT systems on business in numerous companies by top management [1-6].

IT and real business, which includes management in all segments of the company, is of great importance and an innovative approach where models of action come into play [7-12].

Modeling IT systems and management represent the basis for making valid management decisions that are fully focused on optimizing all processes in companies, regardless of the activity in which they operate [13-21].

Modeling IT systems and management, or rather, the operations of a large number of heterogeneous legal entities, is focused on achieving business results that are measurable by profit as a target category [22-34].

IMPACT OF DECISION-MAKING MODELS AND IT IMPLEMENTATION.

The authors have presented the impact of decision-making models and IT implementation in Figures 1-2.

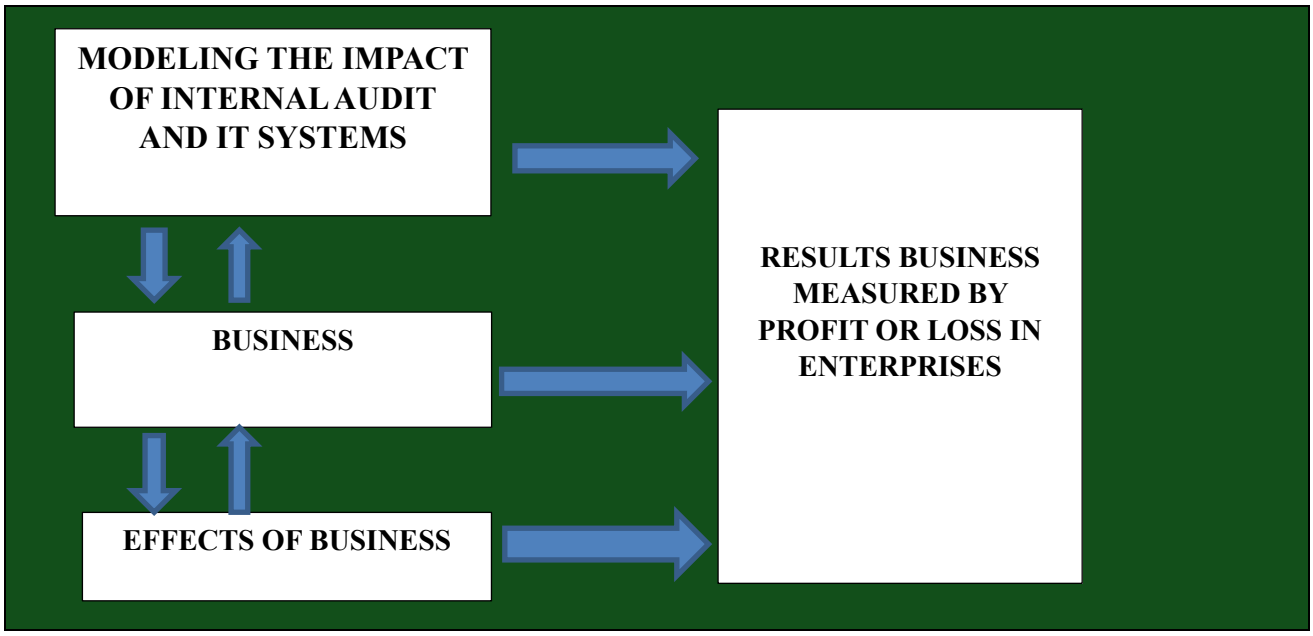


Figure 1: Impact of decision-making models and IT implementation.

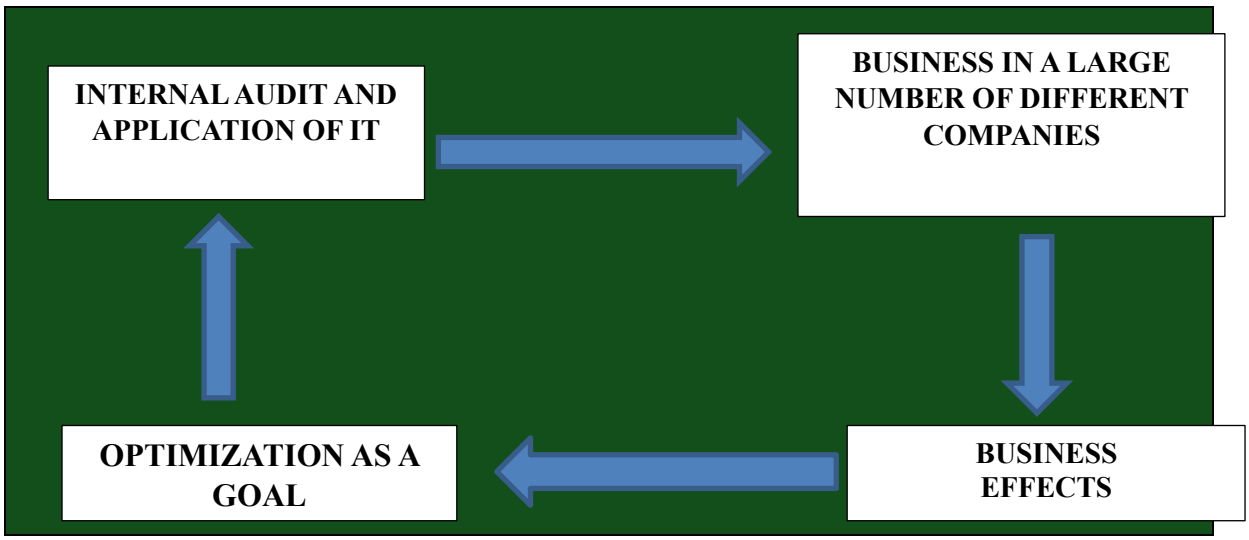


Figure 2: Internal audit and its application in company business as an operational model.

CONCLUSION

Modeling the impact of the basic framework of internal audit and the impact of IT systems on the improvement of overall business significantly contributes to the improvement of business and the making of valid management decisions in numerous companies by top management. The authors emphasize that real business, which includes the management of IT importance

and innovative approach, represents the basis for making valid management decisions that are fully focused on optimizing the business of a large number of heterogeneous legal entities. The goal of such action is to improve overall business through business rationalization, optimization and increase in business profits, where IT can contribute to improving business through the speed of operational actions in business and decision-making.

REFERENCES

[1] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Brakus, A., Radaković, M., Arnautović, I., Samardžić, V., Krstajić, G. & Popović, S. (2024). Financial security and invoicing in management of public enterprises whose founders are local self-government units, example Republic of Serbia, Lex localis-Journal of Local Self-Government, 22:2, 198-218
[2] Čolović, M., Đuranović-Miličić, J., Gligović, D., Arnautović, I, Nastić, S. & Popović, S. (2024). Joint investments of the real economy and healthcre institutions in the Republic of Serbia, Ekonomija Teorija i praksa, 17:3 97-108.
[3] Lutovac, J. & Popović, S. (2024). INNOVATIVE BUSINESS IN THE BANKING SYSTEM EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF SERBIA, IV. International Architectural Sciences and Applications Symposium Mayıs 30-31, 1-6, Girne
[4] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Popović, D., Brakus, A., Pajović, I., Turčinović, Ž., Radaković, M. & Popović, S. (2024). The significance of real financial reporting of agricultural mechanism in relation to the making of management decisions of individual farms and medium-sized agricultural enterprises, The Journal "Agriculture and Forestry", 71:1, 171-184
[5] Radović, M., Vitomir, J., Laban, B., Jovin, S., Nastić, S., Popović, V. & Popović S. (2019). Management of joint stock companies and farms by using fair value of agricultural equipment in financial statements on the example of IMT 533 Tractor, Economics of Agriculture, 1: 35-50.
[6] Bakmaz, O., Đuranović-Miličić, J., Dugonjić, D, Brakus, A., Gligović, D., Grublješić, Ž. & Popović, S. (2024). Management of non-standard agricultural equipment based on assessments of farm owners and management of healthcare organizations based on common use for patient treatment needs, Poljoprivredna tehnika, ISSN 0544-5587.
[7] Bakmaz, O., Anđelić, S., Dragosavac, M., Grublješić, Ž., Nastić S., Popović, D., Tubić M. & Popović S. (2024). The importance of determining the efficiency of business of agricultural farms in relation to the use of credits in agriculture, the example of the Republic of Serbia, Agricultural Engineering, No. 1, 10-16.
[8] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Popović, D., Brakus, A., Pajović, I., Turčinović, Ž., Radaković, M. & Popović, S. (2024). The significance of real financial reporting of agricultural mechanism in relation to the making of management decisions of individual farms and medium-sized agricultural enterprises, The Journal "Agriculture and Forestry", 71:1, 171-184.
[9] Radović, M., Vitomir, J. & Popović, S. (2021). Impact of internal control in enterprises founded by local self-government units: the case of Republic of Serbia, Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, 32(1): 82–90.
[10] Ivaniš., M. & Popović., S. (2013). Altmanov Z-Score model analize, Ekonomija-teorija i praksa br.2, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, 47-62.
[11] Arnautović, I., Davidov, T., Nastić, S. & Popović, S. (2022). Značaj donošenja racionalne poslovne odluke top menadžmenta u poljoprivrednim preduzećima u Republici Srbiji, Poljoprivredna tehnika, 1-8.
[12] Majstorović, A. & Popović, S. (2015). Revizija poslovanja poljoprivrednog preduzeća, Računovodstvo, 1: 77-85.
[13] Tamas-Miškin, S., Vitomir, J., Dragosavac, M., Medan, N., Radaković, M., Vitomir, G., Davidov, T. & Popović, S. (2022). The significance of archiving documentation and assessment quality of archiving financial documentation given by top managers, Economics of Agriculture, Year 69, No. 4, 2022, (pp. 949-1252),

[14] Popović, S., Vitomir, J., Tomaš-Miskin, S., Davidov, T., Nastić., S., Popović, V., Popović, D., Vitomir, G. (2021). The importance of a realistically determined amount of tax on property rights relating to the ownership of agricultural land in the Republic of Serbia adopted by tax authorities of local selfgovernment units, Ekonomika poljoprivrede, Economics of agriculture, Vol.LXVIII, 4: 1029-1042.
[15] Popović, D., Vitomir, J., Tomaš-Miskin, S., Davidov, T., Popović, S., Jovanović, M., Aćimić-Remiković, M., Jovanović, S. (2021). Implementation of internal control with reference to the application of it in companies operating on the principles of the green economy. Agriculture & Forestry, Vol. 67 Issue 2: 261-269.
[16] Majstorović, A., Popović, S., Volf, D. (2015). Theory and politics of balance, second amended and supplemented edition, Novi Sad: Feljton.
[17] Popović, S. (2015). Implementacija heterogenih rizika u radu interne revizije, Revizor 69: 7-19.
[18] Popović, S., Anđelić, S., Dragosavac, M., Bakmaz, O., Nastić, S., Popović, D., Tubić, M. & Grubješić, Ž. (2024). Ocena vlasnika poljoprivrednih gazdinstava po pitanju primene softvera u poslovanju, sa ciljem unapređenja upravljanja, Agricultural Engineering, No. 2, 1-1.
[19] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Jestrović, V., Radaković, M., Davidov, T., Bjelica, B, Brakus, A., Popović, D., (2023). Management of plant production (narcissus l.) Through the application of non-standard growing methods in order to increase the financial value of production, Economics of Agriculture, Year 70, No. 2.
[20] Popović, S., Anđelić, S., Dragosavac, M., Bakmaz, O., Nastić, S., Popović, D., Tubić, M. & Grubješić, Ž. (2024). Ocena vlasnika poljoprivrednih gazdinstava po pitanju primene softvera u poslovanju, sa ciljem unapređenja upravljanja, Agricultural Engineering, No. 2, 1-1.
[21] Radović, M., Vitomir, J., Popović, S. (2021). Kretanje dokumentacije u sklopurevizijskog izveštavanjatop menadžmenta poljoprivrednog preduzeća, Poljoprivredna tehnika, Print ISSN 0554-5587 Online eISSN 2406-1123 UDK 631 (059), DOI: 10.5937/POLJTEH2101001V, 1: 47-53.
[22] Popović S., Laban, B., Popović V., Jovin, S., Grubješić Ž. (2018). Management services with respect to the new approach pvc packaging in the agricultural enterprises with agro-ecological aspects, Poljoprivredna tehnika, Godina XLIII, Broj 3, 38–44.
[23] Popović, S., Jovin S, Đuranović D, Popović V, Filipović V, Munitlak-Ivanović O, Grubješić Ž, Mijić R. (2017). The Importance of Planting Pot Marigolds (Calendula officinalis L.) in degraded public spaces from the agroecological and economic perspective. Contemporary Agriculture, 66(1-2).
[24] Majstorović, A., Popović, S., Tošković, J., Macura, R., Aničić, J., Aničić, D. (2015) Improving the management of the company establishing mechanisms Internal control in Serbia, Annals of the „Constantin Brâncuşi" University of Târgu Jiu, Economy Series, NR. 5/2015 ISSUE 5/2015, 5-10: 27-31.
[25] Tomas-Miskin S., Vitomir, J., Popović, S. & Vitomir, G. (2022). Decision-making of Top Management and Internal Audit on the Issue of Archiving Documentation in Companies Founded by Local Government Units in the Republic of Serbia, Lex Localis – Journal of Local Self-Government, 20(4), 889 – 995.
[26] Prodanović, R., Ćirić, M., Ignjatijević, S., Đurić, K., Vapa-Tankosić, J., Egić. S. (2021). Analiza faktora od uticaja na konkurentnost domaćeg meda. Ekonomija – teorija i praksa, 14 (4); 73- 93.
[27] Popović, S. (2016), Začaj interne revizije u fer vrednovanju Javnih preduzeća republike srbije, Revizor br. 74, 71-81.
[28] Popović, S., Tošković, J., Macura, R., Aničić, J., Aničić, D. (2015), The importance of evaluation of risk management in business, Annals of the „Constantin Brâncuşi" University of Târgu Jiu, Economy Series, NR. 5/ 2015 ISSUE 5/ 2015.
[29] Popović, S., Eremić-Đorđić J., Mijić, R., (2014). Interna kontrola u funkciji menadžmenta, Ekonomija-teorija i praksa 2/2014, 74-85.
[30] Aničić, J., Popović, S., (2015), Koncept ABC metode, prednosti i ograničenja u primeni, Računovodstvo, Br. 3/2015, 68-79.
[31] Lekić, N, Vapa-Tankosić, J., Lekić, S., Vapa , B, Mandić , S. (2023). Intellectual capital and business performance in ICT companies, Ekonomija - teorija i praksa 2, 44-61

[32] Puvača, N., Vapa-Tankosić, J., Ignjatijević, S., Carić, M., Soleša, D., Soleša, K. (2023). Consumer awareness of antimicrobial residues in drinking water. Ekonomija - teorija i praksa, XVI (1). 40-56. 10.5937/etp2301040P.
[33] Čavlin, M. , Vapa-Tankosić, J., Mirković, Z. (2022) Analiza faktora finansijske i profitne pozicije u funkciji integrisanog upravljanja rizicima u sektoru rudarstva, Ekonomija - teorija i praksa, 15(3), 56-73.
[34] Lekić , N., Vukosavljević D., Vapa–Tankosić,. J.,Lekić, S., Mandić, S. (2021). Uticaj motivacionih faktora na organizacionu posvećenost zaposlenih u bankama, Ekonomija –teorija i praksa (1), 1-22.
[35] Čavlin, M., Vapa-Tankosić, J., Egić, S. (2021). Perspektive sistema zaštite finansijske. stabilnosti i prevencije rizika bankarskog poslovanja, Economics - Theory and Practice, XIV (3), pp. 109-126.

EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS IN URBAN TRANSPORTATION SYSTEMS: A BUSINESS MODEL PERSPECTIVE

Yusuf Kolapo IBRAHIM
Samuel Seun SALAKO
Business Administration and Management Department, Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State.
Urban and Regional Planning Department, Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State

Abstract

Public-Private Partnerships (PPPs) have emerged as a significant mechanism for addressing the growing challenges in urban transportation systems. These partnerships combine public oversight with private sector innovation to deliver efficient, sustainable, and cost-effective solutions. This paper evaluates the effectiveness of PPPs from a business model perspective, focusing on their role in improving service delivery, financial sustainability, and user satisfaction. The study draws on case studies from various urban contexts, examining factors such as risk allocation, revenue models, and stakeholder collaboration. Findings highlight the critical role of well-structured agreements and innovative financing strategies in ensuring project success. However, the research also identifies common challenges, including regulatory barriers, misaligned incentives, and issues with transparency and accountability. The paper concludes by proposing strategies for enhancing the efficacy of PPPs, emphasising the need for adaptive business models that align with public interests and emerging technological trends. These insights aim to guide policymakers and practitioners in creating robust frameworks for urban transportation development.

Keywords: Public-Private Partnerships, urban transportation, business models, risk allocation, sustainability.

AGRO TOURISM AS A BUSINESS MODEL- EXPLORE HOW FARMERS CAN GENERATE ADDITIONAL REVENUE THROUGH TOURISM

Snehal SALUNKHE
Darshan MALI
Bhagyashri GONDKAR
Pradnya SAWAT
Prof. Jyoti YADAV

ABSTRACT

Introduction:

Agro-tourism, the practice of visiting rural areas and farms to experience agricultural life and culture, is gaining popularity in India. This form of tourism offers a unique opportunity for urban peoples to connect with nature, learn about sustainable farming practices, and immerse themselves in rural traditions. Beyond providing an enhancing experience for visitors, agro-tourism also benefits farmers and local communities by creating new revenue streams, generating employment, and promoting regional development. As agro-tourism continues to grow, it plays a crucial role in expanding rural economies and promoting sustainable travel practices, making it an important aspect of India's tourism industry.

Objectives:

1. To become familiar with agro-tourism in India.
2. To examine the challenges and opportunities in implementing agro-tourism business.
3. To assess the role of agro tourism in rural development.
4. To understand consumer preferences and trends in agro-tourism.
5. To understand the influence of cultural tradition and old farming methods make agro-tourism interesting.

Research Methodology:

1.Research Design:

To study will adopt a mixed – method approach ,combining both qualitative and quantitative research methods to gain comprehensive understanding of agro tourism as a business model.

2.Data collection method:

- **Primary data collection:**
  - **Interviews:** In depth interviews with agro-tourism owners will help in understanding challenges and their customers experiences**.**
  - **Field Observation:** Site visits to agro-tourism farms will help assess operational aspects, visitor engagement and sustainability practices**.**

- **Secondary Data Collection:**
  - Reviewing existing literature on agro-tourism models
  - Analysing reports, case studies, and statistical data from tourism boards, and research paper.

3.Sampling Method

- **Target Population:** Agro-tourism entrepreneurs, visitors, farmers and rural tourism experts.

4.Sampling Technique:

- **For Tourists**: Simple random sampling to ensure diverse responses.
- **For Agro-Tourism Businesses:** Purposive sampling to select key industry players and experts.

Findings:

1. Growth and Potential of Agro-Tourism

- Agro-tourism is emerging as a profitable and sustainable business model, especially in rural areas with rich agricultural resources.
- There is an increasing demand for experiential tourism, where visitors seek hands-on farming experiences, organic food, and cultural interactions.

2. Economic and Social Impact

- Agro-tourism provides additional income sources for farmers, reducing dependence on traditional farming.
- It creates employment opportunities for local communities, especially for youth and women.
- Increased tourist footfall helps in the growth of local businesses, such as handicrafts, organic food production, and transport services.

3. Consumer Preferences and Behaviour

- Tourists are attracted to eco-friendly and sustainable farm experiences, such as organic farming, farm stays, and hands-on agricultural activities.
- Visitors prefer locations with comfortable accommodations, hygienic food, and well-maintained farm environments.

- Digital marketing and social media play a crucial role in attracting and influencing potential agro-tourists.

4. Challenges in Agro-Tourism

- Lack of infrastructure (roads, electricity, sanitation) in rural areas affects accessibility and visitor experience.
- Limited awareness and marketing among farmers about agro-tourism as a business opportunity.
- Seasonal fluctuations impact visitor numbers, leading to inconsistent revenue.
- Regulatory barriers and bureaucratic delays in obtaining necessary permits and approvals hinder business growth

5. Success Factors for Agro-Tourism Businesses

- Integration of technology and digital marketing (e.g., websites, social media, online booking platforms) increases visibility and customer engagement.
- Offering diverse experiences, such as farm-to-table dining, rural adventure activities, and eco-tourism, enhances tourist satisfaction.
- Collaboration with government agencies, travel companies, and hospitality businesses helps in promoting agro-tourism destinations.
- Training programs for farmers on hospitality, customer service, and business management improve the quality of agro-tourism services.

6. Sustainability and Environmental Impact

- Agro-tourism promotes eco-friendly practices such as organic farming, waste management, and water conservation.
- Some agro-tourism farms face challenges related to over-tourism, waste disposal, and resource reduction, requiring better management strategies.

Conclusion:

Agro-tourism is a great way to help farmers earn more money while giving tourists a chance to experience farm life. It supports rural communities by creating jobs, boosting local businesses, and promoting eco-friendly farming. As more people look for nature-based travel experiences, agro-tourism can become an important part of the economy.

However, there are some challenges, like poor infrastructure, seasonal business changes, and a lack of awareness among farmers. To make agro-tourism successful, farmers need better support, training, and marketing. With the right efforts, agro-tourism can grow into a strong and sustainable business, benefiting both farmers and visitors while preserving nature and traditions.

Keywords: Agro-Tourism, Rural Development, Farm-Based Tourism, Revenue Generation, Experiential Tourism, Consumer Preferences, Economic Impact, Social Impact, Tourism Marketing, Cultural Heritage ,Eco-Friendly Practices, Rural Entrepreneurship, Business Model, Challenges and Opportunities

INVESTIGATING THE ROLE OF INSTITUTIONAL AND SUPPORTIVE ASPECTS ON INNOVATIVE ENTREPRENEURSHIP IN DEVELOPING COUNTRIES

Sakineh SOJOODI
Associate Professor of Economics, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
Shaghayegh NARIMANJAHAN
Ph.D. Student in Economics, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Abstract

The early studies by Schumpeter (1934) established a connection between the concepts of "entrepreneurship" and "innovation." Schumpeter spoke of "creative destruction," in which entrepreneurs challenge the dominant positions of firms in an industry by introducing entirely new and different products, services, and processes to the market. Based on Schumpeter's ideas, entrepreneurship and innovation became closely linked in public perception. The concept of *innovative entrepreneurship*, derived from this connection, refers to the ability to turn an idea into reality. This idea is about finding new and improved ways of doing things. Innovative entrepreneurship involves creating new products or services, improving processes, or identifying new markets for existing products or services. Innovative entrepreneurship can be considered a systemic phenomenon, and therefore depends on a set of influencing factors related to the socio-economic context. Institutional conditions play a central role in this context and affect how entrepreneurial efforts are allocated. The aim of this research is to enhance understanding of the extent to which the institutional (regulatory, normative, and cognitive) and supportive dimensions of countries may influence the level of innovative entrepreneurial activities in developing countries. For this purpose, data from the Global Entrepreneurship Monitor (GEM) was used in a longitudinal approach for 14 selected developing countries over the period 2013–2017, applying a two-step Generalized Method of Moments (GMM) approach. The results of the estimated model indicate that the regulatory, normative, and cognitive dimensions have a significant and positive impact on innovative entrepreneurship in developing countries.

Keywords: Innovative Entrepreneurship, Institutional Dimensions, Supportive Aspects, Developing Countries.

1-Introduction

Innovative entrepreneurship is widely recognized as a critical driver of economic growth, job creation, and societal progress, particularly in developing countries where resource constraints and inefficiencies often impede development. The concept, rooted in Schumpeter's (1934) theory of "creative destruction," emphasizes the role of entrepreneurs in introducing novel

products, services, and processes that disrupt established markets and foster economic dynamism. Unlike traditional entrepreneurship, innovative entrepreneurship focuses on transforming ideas into tangible outcomes that enhance efficiency, create new markets, or improve existing systems. This process is inherently systemic, influenced by a complex interplay of socio-economic and institutional factors that shape entrepreneurial behavior and outcomes.

In developing countries, where economic structures are often characterized by limited resources, weak infrastructure, and institutional challenges, the role of supportive and institutional frameworks becomes paramount. Institutional dimensions—regulatory, normative, and cognitive—provide the "rules of the game" that guide entrepreneurial activities (North, 1990). Regulatory institutions, such as government policies and legal frameworks, create the formal environment for business creation and innovation. Normative institutions, encompassing societal values and norms, influence the social acceptability of entrepreneurship as a career choice. Cognitive institutions, shaped by individual knowledge and perceptions, affect entrepreneurs' confidence and risk-taking behavior. Complementing these, supportive aspects—such as access to finance, technology, and educational infrastructure—equip entrepreneurs with the resources needed to translate ideas into successful ventures.

Despite the growing body of literature on entrepreneurship, the specific impact of institutional and supportive dimensions on innovative entrepreneurship in developing countries remains underexplored. Previous studies have often focused on developed economies or adopted a broad approach without distinguishing between developmental contexts (Autio et al., 2014; Urbano et al., 2019). Yet, developing countries face unique challenges, including bureaucratic inefficiencies, limited access to capital, and cultural barriers, which necessitate a tailored analysis. Understanding how these institutional and supportive factors influence innovative entrepreneurship can inform policymakers and stakeholders in designing strategies to foster economic growth and resilience.

This study aims to address this gap by examining the influence of institutional (regulatory, normative, and cognitive) and supportive dimensions on innovative entrepreneurship in 14 selected developing countries over the period 2013–2017. Using data from the Global Entrepreneurship Monitor (GEM), the World Competitiveness Index (GCI), and the Index of Economic Freedom (IEF), the research employs a two-step Generalized Method of Moments (GMM) approach to account for dynamic relationships and endogeneity. By focusing exclusively on developing countries, the study seeks to provide nuanced insights into the factors

that enable or constrain innovative entrepreneurial activities in resource-constrained environments.

The remainder of the article is structured as follows: Section 2 reviews the theoretical and empirical literature on innovative entrepreneurship and institutional theory. Section 3 outlines the methodology, including data sources, variables, and estimation techniques. Section 4 presents the empirical findings, followed by a discussion of their implications in Section 5. Finally, Section 6 concludes with policy recommendations and suggestions for future research.

2-Theoretical Framework and Empirical Background

2.1-Theoretical Framework

The theoretical foundation of this study is anchored in the interplay between entrepreneurship and institutional theory, with a particular focus on innovative entrepreneurship as a driver of economic development. Schumpeter's (1934) concept of "creative destruction" provides the cornerstone, positing that entrepreneurs disrupt established markets by introducing novel products, services, or processes, thereby fostering economic growth. Innovative entrepreneurship, as derived from this framework, is defined as the ability to transform ideas into tangible outcomes that create value through new or improved methods, markets, or products (Ahmad & Seymour, 2008).

Institutional theory complements this perspective by emphasizing the role of formal and informal structures in shaping entrepreneurial behavior. North (1990) describes institutions as the "rules of the game" that structure human interactions, encompassing formal regulations (e.g., laws and policies), informal norms (e.g., societal values), and enforcement mechanisms. In the context of entrepreneurship, institutions influence the allocation of entrepreneurial efforts toward productive or unproductive activities (Baumol, 2002). This study adopts a multidimensional institutional framework, focusing on three key dimensions:

1. **Regulatory Dimension**: This includes formal structures such as government policies, legal frameworks, and economic regulations that govern business activities. A supportive regulatory environment, characterized by access to finance, low bureaucratic hurdles, and economic freedom, facilitates innovative entrepreneurship by reducing barriers to entry and operation (Stenholm et al., 2013).
2. **Normative Dimension**: This dimension encompasses societal values, norms, and beliefs that shape perceptions of entrepreneurship. In societies where entrepreneurship is socially valued and supported through media attention or high social status, individuals are more likely to pursue innovative ventures (Veciana & Urbano, 2008).

3.Cognitive Dimension: This reflects individual knowledge, skills, and perceptions, such as entrepreneurial intent and fear of failure. Cognitive factors influence an entrepreneur's confidence and willingness to take risks, which are critical for innovation (Urbano & Alvarez, 2014).

In addition to institutional dimensions, supportive aspects—such as access to technology, quality education, research institutions, and industry-university collaboration—play a crucial role in enabling innovative entrepreneurship. These factors provide the infrastructure and resources necessary for entrepreneurs to develop and scale their ideas (Stenholm et al., 2013). In developing countries, where resource constraints are prevalent, the interplay between institutional and supportive dimensions becomes even more significant in determining the success of innovative entrepreneurial activities.

The theoretical framework also draws on the opportunity-based view of entrepreneurship, which posits that entrepreneurial opportunities are either discovered within existing contexts (Shane & Venkataraman, 2000) or created through proactive efforts (Alvarez & Barney, 2007). Both perspectives underscore the importance of the external environment—shaped by institutions and supportive mechanisms—in facilitating or constraining opportunity recognition and exploitation. In developing countries, where institutional voids and resource scarcity are common, understanding these dynamics is essential for fostering innovative entrepreneurship.

2.2-Empirical Background

Empirical research on innovative entrepreneurship has increasingly explored the influence of institutional and supportive factors, particularly in the context of developing countries. Below, key international studies are reviewed to provide a foundation for the current research.

Urbano et al. (2016) investigated the impact of social progress orientation on entrepreneurial activity using data from the Global Entrepreneurship Monitor (GEM) and other global indices. Their findings revealed that societal values, such as voluntarism and empowerment, significantly enhance early-stage entrepreneurship, emphasizing the role of normative institutions in fostering innovative entrepreneurial ecosystems across diverse economic contexts.

Arabiyat et al. (2019) examined the effects of institutional and supportive dimensions on innovative entrepreneurship across 65 countries, utilizing GEM, the World Competitiveness Index (GCI), and the Index of Economic Freedom (IEF). Their structural equation modeling approach demonstrated that regulatory factors, including economic freedom and access to finance, positively influence innovative entrepreneurship. However, normative institutions showed inconsistent effects, while cognitive barriers, such as fear of failure, negatively

impacted innovation rates, highlighting the importance of psychological factors in entrepreneurial outcomes.

De Mello et al. (2022) analyzed the institutional determinants of entrepreneurial activity in both developed and developing countries, drawing on GEM data from 2003 to 2019. Their longitudinal panel data analysis revealed that informal institutions, such as cultural norms, exert a stronger influence on entrepreneurship in developing countries compared to formal regulations. This suggests that context-specific institutional frameworks are critical for promoting innovative entrepreneurship in resource-constrained environments.

Al-Alawi (2022) explored the role of innovation in job creation in Oman, a developing country, using GEM 2020 data. The study found that innovative entrepreneurial activities significantly contribute to employment generation, underscoring the economic importance of fostering innovation in developing economies. The results highlighted the need for supportive mechanisms to enhance the impact of entrepreneurial ventures.

Amini Sedeh et al. (2022) investigated the interplay between entrepreneurial competencies and institutional voids in emerging and developing economies. Their multi-level analysis, based on data from 24 economies, showed that strong entrepreneurial skills can mitigate the adverse effects of weak institutional environments, thereby fostering innovative entrepreneurship. This finding is particularly relevant for developing countries facing regulatory and resource challenges.

These studies collectively underscore the importance of institutional dimensions—regulatory, normative, and cognitive—and supportive factors in shaping innovative entrepreneurship. However, there remains a gap in research focusing exclusively on developing countries, particularly in examining the longitudinal effects of these factors using dynamic econometric methods. This study addresses this gap by analyzing the impact of institutional and supportive dimensions on innovative entrepreneurship in 14 developing countries over the 2013–2017 period, employing a two-step Generalized Method of Moments (GMM) approach to capture dynamic relationships.

3-Methodology

This study investigates the impact of institutional (regulatory, normative, and cognitive) and supportive dimensions on innovative entrepreneurship in developing countries. The methodology is designed to capture dynamic relationships and address potential endogeneity, using a robust econometric approach. Below, we outline the data sources, variable definitions, sample selection, and estimation technique employed.

3.1-Data Sources

The analysis draws on data from multiple reputable sources to ensure comprehensive coverage of institutional and supportive factors. The primary sources include:

- **Global Entrepreneurship Monitor (GEM)**: Specifically, the Adult Population Survey (APS) and National Expert Survey (NES) from 2013 to 2017 provide data on innovative entrepreneurship, normative, and cognitive dimensions, such as entrepreneurial intent and fear of failure.
- **World Competitiveness Index (GCI)**: This source supplies data on supportive aspects, including quality of education, research institutions, technology adoption, and university-industry collaboration, for the same period.
- **Index of Economic Freedom (IEF)**: This provides indicators for the regulatory dimension, such as economic freedom and taxation policies, covering 2013–2017.

These datasets were merged to create a balanced panel dataset for analysis, ensuring consistency and reliability across variables.

3.2-Variable Definitions

The variables are categorized into dependent and independent constructs, aligned with the study's theoretical framework. Definitions are based on established literature (e.g., Ahmad & Seymour, 2008; Stenholm et al., 2013; Arabiyat et al., 2019).

- **Dependent Variable**:
  - ***Innovative Entrepreneurship (Y)**:** Measured as the percentage of Total Early-Stage Entrepreneurial Activity (TEA) businesses that introduce products or services new to at least some customers, as reported by GEM. This captures the extent of innovation-driven entrepreneurial activity.
- **Independent Variables**:
  - **Regulatory Dimension**:
    - **Economic Freedom (EF)**: An index from IEF reflecting the degree of economic liberty, including property rights and regulatory efficiency.
    - **Taxation (TA)**: A GEM-NES indicator measuring the impact of tax policies and bureaucracy on entrepreneurial activity.
    - **Investment/Access to Finance (FI)**: A GEM-NES measure of the availability of financial resources for entrepreneurs.
  - **Normative Dimension**:
    - **Career Choice (CC)**: A GEM-APS indicator capturing the societal perception of entrepreneurship as a desirable career path.

- **High Social Status (HS)**: A GEM-APS measure of the social prestige associated with successful entrepreneurs.
- **Media Attention (MA)**: A GEM-APS indicator reflecting the extent of media coverage for entrepreneurial activities.

- **Cognitive Dimension**:

- **Fear of Failure (FF)**: A GEM-APS measure of the percentage of individuals perceiving failure as a barrier to starting a business.
- **Entrepreneurial Intent (EI)**: A GEM-APS indicator of the percentage of individuals expressing intent to start a business.

- **Supportive Dimension**:

- **ICT Usage (IU)**: A GCI measure of the adoption of information and communication technologies.
- **Technology Adoption (TE)**: A GCI indicator of the level of technological integration in businesses.
- **Research Quality (RQ)**: A GCI measure of the quality of scientific research institutions.
- **Education Quality (EQ)**: A GCI indicator of the quality of educational systems.
- **University-Industry Collaboration (CO)**: A GCI measure of the extent of collaboration between universities and industries in research and development.

3.3-Sample Selection

The study focuses on 14 developing countries, selected based on data availability and representation of diverse economic and institutional contexts. The countries include Argentina, Brazil, Chile, China, Colombia, Guatemala, India, Iran, Panama, Peru, Taiwan, Thailand, and others, as identified in the GEM dataset. The temporal scope spans 2013 to 2017, yielding a balanced panel dataset with 70 observations (14 countries × 5 years). This period was chosen to capture recent trends in innovative entrepreneurship while ensuring data consistency across sources.

3.4-Estimation Technique

To examine the dynamic relationship between innovative entrepreneurship and the institutional and supportive dimensions, the study employs a **two-step System Generalized Method of Moments (GMM)** approach, following Arellano and Bover (1995) and Blundell and Bond (2000). This method is suitable for panel data with a short time dimension and addresses several econometric challenges:

- **Dynamic Panel Bias**: The inclusion of lagged dependent variables (innovative entrepreneurship in the previous period) accounts for persistence in entrepreneurial activity.
- **Endogeneity**: GMM uses internal instruments (lagged values of endogenous variables) to mitigate potential endogeneity between explanatory variables and the error term.
- **Heteroskedasticity and Autocorrelation**: The two-step estimator with robust standard errors corrects for heteroskedasticity and ensures consistent estimates.

The empirical model is specified as follows:

$$Y_{it}=\alpha+\beta_1 Y_{i,t-1}+\beta_2 REG_{it}+\beta_3 NORM_{it}+\beta_4 COG_{it}+\beta_5 SUPP_{it}+\eta_i+\epsilon_{it}$$

Where:

- Y_{it}:Innovative entrepreneurship for country i at time t.
- $Y_{i,t-1}$: Lagged innovative entrepreneurship.
- REG_{it}: Regulatory dimension (composite of EF, TA, FI).
- $NORM_{it}$: Normative dimension (composite of CC, HS, MA).
- COG_{it}: Cognitive dimension (composite of FF, EI).
- SUPP: Supportive dimension (composite of IU, TE, RQ, EQ, CO).
- η_i:Country-specific fixed effects.
- ϵ_{it}: Error term.

To ensure model validity, two diagnostic tests are conducted:

- **Sargan Test**: Tests the validity of instruments by checking for over-identifying restrictions. A p-value > 0.05 indicates valid instruments.
- **Arellano-Bond Test**: Tests for autocorrelation in the differenced residuals. The absence of second-order autocorrelation (AR(2)) confirms model appropriateness.

3.5-Data Analysis

The data were processed and analyzed using Stata 15. Descriptive statistics were computed to examine the distribution of variables across countries and years. The GMM estimation was performed in two stages: first, the composite constructs (regulatory, normative, cognitive, supportive) were tested to assess their overall impact; second, individual variables within each construct were analyzed to identify specific drivers of innovative entrepreneurship.

This methodology ensures a robust and comprehensive analysis of the factors influencing innovative entrepreneurship in developing countries, accounting for both dynamic effects and contextual variations.

4.Findings

This section presents the empirical results of the study, examining the impact of institutional (regulatory, normative, and cognitive) and supportive dimensions on innovative entrepreneurship in 14 developing countries over the period 2013–2017. The analysis employs a two-step System Generalized Method of Moments (GMM) approach. Results are summarized through descriptive statistics, model estimations, and diagnostic tests, focusing solely on the overall effects of the main constructs.

4.1-Descriptive Statistics

Table 1 provides an overview of the average level of innovative entrepreneurship across the sampled developing countries during the study period.

Table 1: Average Innovative Entrepreneurship in Developing Countries (2013–2017, % Annual)

Country	**Mean Innovative Entrepreneurship (%)**
Argentina	27.45
Brazil	13.83
Chile	34.67
China	56.33
Colombia	29.12
Guatemala	25.89
India	28.76
Iran	22.54
Panama	30.45
Peru	31.78
Taiwan	33.21
Thailand	29.67
Others	Varies
Overall	**28.77**

Source: *Research calculations based on GEM data.*

The average innovative entrepreneurship rate is 28.77%, with significant variation across countries. China exhibits the highest mean (56.33%), while Brazil has the lowest (13.83%), reflecting diverse entrepreneurial ecosystems in developing countries.

4.2-Model Estimation Results

The GMM estimation focuses on the overall impact of the regulatory, normative, cognitive, and supportive constructs on innovative entrepreneurship. Table 2 presents the results.

Table 2: GMM Estimation Results for Composite Constructs (Developing Countries, 2013–2017)

Variable	Coefficient	Robust Std. Error	p-value
Lagged Innovative Entrepreneurship (Y*_{t-1})	0.512	0.081	0.000
Regulatory Dimension (REG)	0.387	0.112	0.001
Normative Dimension (NORM)	0.295	0.094	0.002
Cognitive Dimension (COG)	0.431	0.103	0.000
Supportive Dimension (SUPP)	0.124	0.089	0.163
Constant	5.672	1.234	0.000
Observations	70		
Number of Countries	14		
Adjusted R^2	0.95		

Source: *Research calculations using Stata 15.*

The results indicate that the regulatory, normative, and cognitive dimensions significantly influence innovative entrepreneurship in developing countries:

- **Regulatory Dimension** ($\beta = 0.387$, $p < 0.01$): A positive and significant effect suggests that institutional frameworks, such as policies promoting economic freedom and streamlined regulations, enhance innovative entrepreneurial activity.
- **Normative Dimension** ($\beta = 0.295$, $p < 0.01$): The positive impact reflects the role of societal values and norms in encouraging entrepreneurship as a socially accepted and desirable pursuit.
- **Cognitive Dimension** ($\beta = 0.431$, $p < 0.001$): The strongest effect highlights the importance of individual perceptions, such as entrepreneurial confidence and resilience, in driving innovation.
- **Supportive Dimension** ($\beta = 0.124$, $p = 0.163$): This construct is not statistically significant, indicating that factors like technology adoption, education quality, and research infrastructure have limited impact on innovative entrepreneurship in the sampled countries during the study period.

The lagged dependent variable ($\beta = 0.512$, $p < 0.001$) confirms the persistence of innovative entrepreneurship, suggesting that prior entrepreneurial activity positively influences current levels.

4.3-Diagnostic Tests

To ensure the robustness of the GMM estimates, diagnostic tests were conducted:

- **Sargan Test**: The p-value of 0.214 (> 0.05) indicates that the instruments are valid and not correlated with the error term.

- **Arellano-Bond Test**: The test shows significant first-order autocorrelation (AR(1), p = 0.032), as expected, but no second-order autocorrelation (AR(2), p = 0.187), confirming the model's appropriateness.

Table 3: Diagnostic Test Results

Test	Statistic	p-value	Interpretation
Sargan Test	18.342	0.214	Instruments are valid
Arellano-Bond AR(1)	-2.143	0.032	Expected autocorrelation
Arellano-Bond AR(2)	1.287	0.187	No second-order autocorrelation

Source: *Research calculations using Stata 15.*

5-Conclusion

This study examined the influence of institutional (regulatory, normative, and cognitive) and supportive dimensions on innovative entrepreneurship in 14 developing countries over the period 2013–2017, using a two-step System Generalized Method of Moments (GMM) approach. The findings provide valuable insights into the factors shaping entrepreneurial innovation in resource-constrained environments and offer implications for policy and future research.

The results reveal that the regulatory, normative, and cognitive dimensions significantly enhance innovative entrepreneurship. The regulatory dimension, encompassing policies that promote economic freedom and reduce bureaucratic barriers, fosters an environment conducive to entrepreneurial activity. Similarly, the normative dimension highlights the importance of societal values that view entrepreneurship as a desirable and prestigious pursuit, encouraging individuals to pursue innovative ventures. The cognitive dimension, with the strongest impact, underscores the critical role of individual confidence, entrepreneurial intent, and resilience in driving innovation, particularly in developing countries where risk perceptions are often heightened.

In contrast, the supportive dimension, which includes factors such as technology adoption, quality of education, and research infrastructure, does not significantly influence innovative entrepreneurship. This unexpected finding may reflect the underdeveloped state of supportive ecosystems in the sampled countries, where access to advanced technology and high-quality education remains limited or unevenly distributed.

Policy Implications

The findings suggest several policy recommendations for fostering innovative entrepreneurship in developing countries:

- **Strengthen Regulatory Frameworks**: Policymakers should prioritize reforms that enhance economic freedom, streamline taxation, and reduce bureaucratic hurdles to create a supportive environment for entrepreneurs.
- **Promote Positive Societal Norms**: Initiatives such as media campaigns and public recognition of successful entrepreneurs can elevate the social status of entrepreneurship, encouraging more individuals to pursue innovative ventures.
- **Build Entrepreneurial Confidence**: Educational programs and mentorship initiatives should focus on developing entrepreneurial skills, reducing fear of failure, and fostering a culture that views setbacks as learning opportunities.
- **Address Supportive Gaps**: While the supportive dimension was insignificant in this study, investments in technology infrastructure, quality education, and university-industry collaboration could enhance long-term entrepreneurial outcomes, particularly as these economies develop.

Limitations and Future Research

Despite its contributions, the study has limitations. The sample is restricted to 14 developing countries, which may limit generalizability. Additionally, the supportive dimension's insignificance warrants further investigation, as it may reflect contextual or measurement issues rather than a universal trend. The time period (2013–2017) captures a specific economic context, and extending the analysis to more recent years could reveal evolving dynamics.

Future research could explore the following:

- Expanding the sample to include a broader range of developing countries to enhance generalizability.
- Investigating the specific components of the supportive dimension (e.g., technology access, educational reforms) to understand their limited impact.
- Employing qualitative methods to complement quantitative findings, providing deeper insights into the cultural and contextual factors influencing innovative entrepreneurship.
- Examining the role of digital transformation and emerging technologies, which have gained prominence post-2017, in shaping entrepreneurial ecosystems.

In conclusion, this study underscores the pivotal role of institutional dimensions in fostering innovative entrepreneurship in developing countries. By addressing regulatory, normative, and cognitive barriers, policymakers can unlock the potential of entrepreneurs to drive economic growth and societal progress. While supportive factors require further development, the

findings highlight the importance of a holistic approach to building vibrant entrepreneurial ecosystems in resource-constrained settings.

References

1. Ahmad, N., & Seymour, R. G. (2008). Defining entrepreneurial activity: Definitions supporting frameworks for data collection. *OECD Statistics Working Papers*, 2008/01, OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/243164686763
2. Al-Alawi, A. (2022). The role of innovation in job creation: Evidence from Oman GEM 2020 data. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, 14(3), 456–472.
3. Alvarez, S. A., & Barney, J. B. (2007). Discovery and creation: Alternative theories of entrepreneurial action. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1(1–2), 11–26.
4. Amini Sedeh, A., Pezeshkan, A., & Caiazza, R. (2022). Entrepreneurial competencies and institutional voids: The case of emerging economies. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 18(1), 233–258.
5. Arabiyat, T. S., Mdanat, M., Haffar, M., Ghoneim, A., & Arabiyat, O. (2019). The influence of institutional and conductive aspects on entrepreneurial innovation: Evidence from GEM data. *Journal of Enterprise Information Management*, 32(3), 366–389.
6. Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29–51.
7. Autio, E., Kenney, M., Mustar, P., Siegel, D., & Wright, M. (2014). Entrepreneurial innovation: The importance of context. *Research Policy*, 43(7), 1097–1108.
8. Baumol, W. J. (2002). *The free-market innovation machine: Analyzing the growth miracle of capitalism*. Princeton University Press.
9. Blundell, R., & Bond, S. (2000). GMM estimation with persistent panel data: An application to production functions. *Econometric Reviews*, 19(3), 321–340.
10. De Mello, J. M. C., Rocha, V., & Carneiro, B. (2022). Institutional determinants of entrepreneurial activity: A longitudinal analysis of developed and developing countries. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 46(5), 1234–1260.
11. North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press.
12. Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Harvard University Press.
13. Shane, S., & Venkataraman, S. (2000). The promise of entrepreneurship as a field of research. *Academy of Management Review*, 25(1), 217–226.
14. Stenholm, P., Acs, Z. J., & Wuebker, R. (2013). Exploring country-level institutional arrangements on the rate and type of entrepreneurial activity. *Journal of Business Venturing*, 28(1), 176–193.
15. Urbano, D., & Alvarez, C. (2014). Institutional dimensions and entrepreneurial activity: An international study. *Small Business Economics*, 42(4), 703–716.
16. Urbano, D., Aparicio, S., & Audretsch, D. (2019). Twenty-five years of research on institutions, entrepreneurship, and economic growth: What has been learned? *Small Business Economics*, 53(1), 21–49.
17. Urbano, D., Aparicio, S., Guerrero, M., Noguera, M., & Peña-Legazkue, I. (2016). Institutional determinants of social progress orientation and entrepreneurial activity. *International Small Business Journal*, 34(6), 771–792.
18. Veciana, J. M., & Urbano, D. (2008). The institutional approach to entrepreneurship research: Introduction. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 4(4), 365–379.

FITTED OPERATOR METHOD FOR SINGULARLY PERTURBED DELAY PARABOLIC PROBLEMS WITH BOUNDARY TURNING POINTS

Yimesgen Mehari KEBEDE
Bahir Dar University, College of Science, Department of Mathematics, Bahir Dar, Ethiopia.
ORCID: 0000-0003-3307-9555
Awoke Andargie TIRUNEH
Bahir Dar University, College of Science, Department of Mathematics, Bahir Dar, Ethiopia.
Endalew Getnet TSEGA
Bahir Dar University, College of Science, Department of Mathematics, Bahir Dar, Ethiopia.

Abstract

In this paper, a numerical scheme for time-delay singularly perturbed parabolic convection-diffusion problems with boundary turning points is presented. The solution of the problem shows a steep gradient or rapid variation at the left region of the spatial domain as the perturbation parameter approaches zero. The combination of the singular perturbation parameter, time lag and turning points complicates the problem's theoretical analysis and numerical solution. Classical numerical methods are inefficient and inaccurate when it comes to solving such complex problems. To overcome these difficulties, first, we discretize the time variable using the Crank–Nicolson method on special uniform mesh such that its discrepancy with time lag lies on the nodal points.

Then, we introduce the fitting factor at the diffusion part of the differential equation in order to achieve a uniformly valid solution over the entire region of the domain. The stability and parameter uniform convergence of the scheme are analysed using the minimum principle and solution bounds. It is shown that the scheme is stable and parameter uniform convergence with second-order accuracy in time and first order in space. Two model examples are presented to demonstrate the scheme's applicability.

Their numerical results reinforce the theoretical analysis.

Keywords: Singularly perturbed, Fitted operator method, Boundary turning point, Boundary layer.

GIG ECONOMY: THE TRANSFORMATION OF TRADITIONAL EMPLOYMENT

Aashish DHIMAN
Assistant Professor, Uttaranchal Institute of Management Uttaranchal University, Dehradun, Uttarakhand-248007, India

Abstract

The gig economy has fundamentally transformed traditional employment structures, introducing both opportunities and challenges for workers, businesses, and policymakers. This study synthesizes secondary data from academic research, and global labor market analyses to examine the impact of gig work on conventional employment models. Findings reveal a shift from stable, long-term jobs toward flexible, short-term engagements, altering employer-employee dynamics. While the gig economy offers workers greater autonomy and businesses cost-effective scalability, it also raises critical concerns—such as income instability, lack of benefits, and regulatory gaps—that leave gig workers economically vulnerable. It highlights the literature on labor protections across regions, with advanced economies like the EU implementing stronger safeguards for gig workers compared to more laissez-faire approaches in the U.S. and developing nations. The study underscores the need for adaptive policies and hybrid employment frameworks that reconcile the flexibility of gig work with the security of traditional employment.

Keywords: Gig economy, precarious work, labor rights, future of work, employment policy.

EFFECT OF DOMESTIC PHILOSOPHY ON UNDERGRADUATE STUDENT'S COMMUNICATION SKILLS

Dr. Irfan BASHIR
Dr. Afshan NASEEM
Dr. Fariha GUL
Dr. Aisha SAMI
Dr. Almas SHOAIB
Dept. of Education University of Management and Technology, Lahore, Pakistan
Arfa MUNIR
Fazaiya College of Education, Air University, Pakistan
Farzana IQBAL
Kinnaird College for Women, (A Charted University), Pakistan

Abstract

The study was designed to find out the effect of domestic philosophy (Family) on student's communication skill. This study is an attempt to improve the students learning through communication skills. Adequate objectives and research questions/hypotheses were formulated. The sample of study consisted of 250 students, drawn through random sampling from universities of Lahore in which 120 were male and one 130 were female students. Researchers made Questionnaires (a=.91, a=.92) were used to collect data. Questionnaires consisted of twenty-nine and 25 statements. Responses were collected on five point Likert type scale ranging from strongly agree to strongly disagree. Data was analyzed by using SPSS, and applying regression.

The study finds that there is a non-significant effect of domestic philosophy on student's communication skills. Study also showed that there is no significance difference of effect between male and female students communication skills. The study suggested creating the environment of trust and open communication in families.

Keywords: Effect, Relationship, Domestic Philosophy, Communication Skills,
Undergraduate Level

INSECT-BORNE ZOONOTIC DISEASES: TRANSMISSION, IMPACT AND PREVENTION

Gunasekar G.
Ph. D Scholar, Department of Agricultural Entomology, Tamil Nadu Agricultural University
ORCID: 0009-0007-2566-8348

Abstract

Zoonotic diseases, which are transmitted from animals to humans, pose significant public health challenges worldwide. Insects play a critical role as vectors in the transmission of many of these diseases. Mosquitoes, ticks, fleas, and other insect vectors facilitate the spread of pathogens, including viruses, bacteria, parasites, and fungi, by transmitting them from infected animals to humans through bites and other forms of contact. Common insect-borne zoonotic diseases include malaria, dengue fever, Lyme disease, West Nile virus, and Zika virus, each associated with severe health consequences. These diseases result in a wide range of symptoms, from fever and muscle pain to neurological complications and death. The global burden of zoonotic diseases is further exacerbated by environmental changes, urbanization, and increased human-wildlife interaction, which expand the habitats of insect vectors. Zoonotic diseases transmitted by insect vectors, highlighting their epidemiology, the role of insect vectors, and the public health implications. Understanding the mechanisms of transmission and implementing vector control strategies are critical for reducing the incidence of these life-threatening diseases.

Keywords: Insect, technology, industry, robotics,

IMPACT OF HIGH INFLATION ON SAVINGS AND DEFENSIVE STRATEGIES TO ADOPT IN NIGERIA

Najira Agasa NUHU
Rachael Kunaba TAGWAI
Caleb LUKA
Department of Economics, Kaduna State College of Education, Gidan waya, Kaduna State, Nigeria

Abstract

High inflation in Nigeria has significantly eroded the value of savings, reducing purchasing power and discouraging long-term financial planning. This study examines the adverse effects of inflation on personal and household savings, highlighting how rising prices diminish real returns on traditional savings instruments. In response, the paper explores defensive strategies that individuals and investors can adopt to preserve wealth, including diversification into inflation-resistant assets (such as real estate, equities, and Treasury Inflation-Protected Securities), exploring high-yield fixed-income instruments, and leveraging foreign currency-denominated accounts. Additionally, the study emphasizes the importance of financial literacy and proactive budgeting to mitigate inflation's impact. By adopting these strategies, Nigerian savers can better safeguard their financial stability in an inflationary economy.

Keywords: Inflation, Savings, Nigeria, Defensive Strategies, Wealth Preservation, Financial Literacy

ROLE OF TRADTIONAL AND SOCIAL MEDIA IN DEMOCRACIES

Saeed Ahmad ZAMAN
Department of Sociology, The University of Lahore, Lahore Pakistan
Dr. Naima NAWAZ
Department of Rural Sociology, University of Agriculture Faisalabad
Dr. Zain NAWAZ
Department of Geography, Government College University Faisalabad
Dr. Ijaz ASHRAF
Dr. Muhammad IDREES
Nadia IDREES
Lubna ANJUM
Dr. SHAHZAD
Ayesha RIAZ
Abdul RAHMAN
Department of Rural Sociology, University of Agriculture Faisalabad

Abstract

Traditional media thus represent a form of communication employing vocal, verbal, musical and visual fork art forms, transmitted to a society or group of societies from one generation to another. They are indigenous modes and have served the society as tools/medium of communication for ages. Social media, or more specifically news media-plays an important role in democratic socities because they allowc for participation among citizens. Therefore, when it comes to healthy democratic networks, that news must remain true so it does not affect citizens levels of trust. The use of social media platforms allows people to share messages with a larger audience in a way that was not previously possible. All this sharing can now be accomplished without the running of risk of censorship, a common barrier of traditional media outlets. Normative media provides information to individual to make their own decisions. The monitorial role involves practices such as publishing reports, agendas, and threats, reporting political, social and economic decisions, and shedding light to public opinion. Traditional media encompasses all forms of media that were readily available before the invention of the internet. This includes televisions, newspapers, radio, advertising and magzines. Traditional media remains essential for public relations and media monitoring is that much of the news shared across social networks. The main characteristic of traditional media is one-way communication in which information flows from the sender to the recipent with no feedback from the latter. Media has played a very effective role against the suppression of political dissent and military/civil dictators.

Key Words: Traditional Media, Social Media, Democracy, Effective Cumminication.

THE IMPACT OF MIGRATION ON PAKISTAN'S ECONOMY AND SOCIETY

Saeed Ahmad ZAMAN
Department of Sociology, The University of Lahore, Lahore Pakistan
Dr. Naima NAWAZ
Department of Rural Sociology, University of Agriculture Faisalabad
Dr. Zain NAWAZ
Department of Geography, Government College University Faisalabad
Dr. Ijaz ASHRAF
Dr. Muhammad IDREES
Nadia IDREES
Lubna ANJUM
Dr. SHAHZAD
Ayesha RIAZ
Abdul RAHMAN
Department of Rural Sociology, University of Agriculture Faisalabad

Abstract

Perhaps the most significant economic development in Pakistan over the past decade has been the dramatic growth of remittances from the Middle East. Manpower export to the Middle East began on a large scale in 1975. None the less, as one can see from Figure 4.1 a sudden jump in remittances coincided with the first year of the Zia government as the first influx of migrants began to remit their incomes. The rupee value of remittances also registered a sharp rise between 1982 and 1985, on account of the delinking of the rupee from the dollar. During this three-year period, the rupee declined by 52 per cent. This led to a substantial increase in the rupee value of remittances, since the same dollar amount remitted could be exchanged for more rupees. By 1984 remittances constituted the largest single source of foreign exchange earnings; they were four times greater than net aid inflow to Pakistan. Not only did they provide 40 per cent of total foreign exchange earnings, but they also financed 86 per cent of the trade deficit (Pakistan Economic Survey, 1983–4). Their volume, 3.2 billion dollars annually at their peak, was substantial in relation to the size of the economy. The value of remittances has been approximately equal to 8 per cent of GNP. It is extremely difficult to be precise about the magnitude of migration and remittances. Government data underestimate these flows for two reasons. First, a substantial proportion of remittances come through 'informal' financial intermediaries. Migrants quite often rely on these mechanisms since they are more efficient than banking channels and at the same time offer an exchange rate premium. The 'hundi' system in the frontier is perhaps the most well known alternative financial market.

THE EFFECTS OF IMMIGRATION ON THE PAKISTAN'S ECONOMY

Saeed Ahmad ZAMAN
Department of Sociology, The University of Lahore, Lahore Pakistan
Dr. Naima NAWAZ
Department of Rural Sociology, University of Agriculture Faisalabad
Dr. Zain NAWAZ
Department of Geography, Government College University Faisalabad
Dr. Ijaz ASHRAF
Dr. Muhammad IDREES
Nadia IDREES
Lubna ANJUM
Dr. SHAHZAD
Ayesha RIAZ
Abdul RAHMAN
Department of Rural Sociology, University of Agriculture Faisalabad

Abstract

Immigration impacts Pakistan's economy through both remittances from expatriates and the potential for brain drain, with remittances providing a crucial source of foreign exchange and income, while the loss of skilled workers can hinder development. Migration and urbanization has had strong effects on the economy and the development of Pakistan, including changes in labour market opportunities, family structures, education, health and environment management, security systems and governance. Economists generally agree that the effects of immigration on the U.S. economy are broadly positive. Immigrants, whether high- or low-skilled, legal or illegal, are unlikely to replace native-born workers or reduce their wages over the long-term, though they may cause some short-term dislocations in labor markets. Indeed, the experience of the last few decades suggests that immigration may actually have significant long-term benefits for the native-born, pushing them into higher-paying occupations and raising the overall pace of innovation and productivity growth. Moreover, as baby boomers have begun moving into retirement in advanced economies around the world, immigration is helping to keep America comparatively young and reducing the burden of financing retirement benefits for a growing elderly population. While natives bear some upfront costs for the provision of public services to immigrants and their families, the evidence suggests a net positive return on the investment over the long term.

THE CONTRIBUTION OF WORKERS' REMITTANCES TO ECONOMIC GROWTH IN PAKISTAN

Saeed Ahmad ZAMAN
Department of Sociology, The University of Lahore, Lahore Pakistan
Dr. Naima NAWAZ
Department of Rural Sociology, University of Agriculture Faisalabad
Dr. Zain NAWAZ
Department of Geography, Government College University Faisalabad
Dr. Ijaz ASHRAF
Dr. Muhammad IDREES
Nadia IDREES
Lubna ANJUM
Dr. SHAHZAD
Ayesha RIAZ
Abdul RAHMAN
Department of Rural Sociology, University of Agriculture Faisalabad

Abstract

The role of workers' remittances in economic development of recipient countries is considered to be an important area of research. In particular, sound research in this area is important for policy-makers in order to formulate wise policies to channel these flows into productive investment. Remittances have become an important source of foreign exchange earnings, predominantly from developed countries to developing countries. In this study, we attempt to provide an analytical answer to an important economic issue whether workers' remittances contributed to economic growth in Pakistan. The latest time series data for the period 1972-73 to 2002-03 are used for the analysis. Multiple regression framework is used to separate out the effects of workers' remittances and some other key macroeconomic factors on real GDP growth. The empirical results drawn from the analysis are always difficult to draw precise conclusions from the regression analysis, nevertheless, the findings drawn from this study should be treated as suggestive and obviously much more remains to be done in this area. The results reported in this Research Report have led us to the following major conclusions. The quantitative evidence shows that real GDP growth is positively related to workers' remittances during 1972-73 to 2002-03. Workers' remittances appeared to be the third important source of capital for economic growth in Pakistan. This finding suggests that right policies can channel remittance flows into more productive investment activities in the future. In the absence of workers' remittances, it was likely that exchange rate, monetary and fiscal policies could have come under great pressures. More wise policies need to be formulated to encourage the remitters about the potential benefits of remittances. As a policy matter, the government should provide attractive investment opportunities to attract more remittance flows. The government also needs to explore new markets for manpower exports in order to get sustainable level of

remittances. The formulation of appropriate policy is, however, hampered due to incomplete information of number of workers abroad and total remittances sent to the economy. In the regression results, there are a few factors, which adversely affected country's economic growth during 1972-73 to 2002-03. For example, inflation rate is negatively related to output growth as it raises the cost of capital and raw materials for production. Therefore, containing the inflation rate through effective monetary and fiscal policies would help to enhance real GDP growth. Similarly, the external debt is also negatively related to economic growth, suggesting that relying on domestic resources is a best alternative to finance growth. Finally, the deterioration in terms of trade affected output growth, reflecting an adverse external shock to the economy. The framework can be further developed (like computable general equilibrium model) to see how the workers' remittances contributed to output growth and in their absence, how it would have affected growth and in turn poverty in Pakistan. These questions, however, are left to future research.

MATHEMATICAL MODELLING AND ANALYSIS OF TUBERCULOSIS VACCINATION MODEL WITH IMPACT OF ENVIRONMENTAL INTERVENTIONS

Agbata Benedict CELESTINE
Department of Mathematics and Statistics, Faculty of Science, Confluence University of Science and Technology, Osara, Nigeria
Agbebaku Dennis FERDINAND
Department of Mathematics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria
Collins Obiora CORNELIUS
Department of Mathematics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria
Raimonda DERVISHI
Department of Mathematical Engineering, Mathematical and Physical Engineering Faculty, Polytechnic University of Tirana, Albania
Ezeafulukwe Uzoamaka AZUKA
Department of Mathematics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria
Zhifka Muka MECO
Department of Mathematical Engineering, Mathematical and Physical Engineering Faculty, Polytechnic University of Tirana, Albania
Mbah Godwin Christopher EZIKE
Department of Mathematics, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria

Abstract

Tuberculosis (TB) remains one of the deadliest infectious diseases worldwide, disproportionately affecting vulnerable populations, especially in low- and middle-income countries. Despite medical advancements, TB continues to spread due to airborne transmission, delayed diagnosis, and limited access to effective treatment. Controlling its spread requires a combination of medical interventions, Mathematical modelling and environmental measures. This study develops a mathematical model to examine the impact of vaccination and environmental interventions on TB transmission dynamics. The next-generation operator method is used to derive the basic reproduction number (R_0), which helps determine whether the disease will persist or decline within the population. The analysis this study showed that when $R_0 < 1$, TB can be eliminated, but if $R_0 > 1$, the infection continues to spread. To better understand how different control strategies influence transmission, we incorporate key interventions such as vaccination, treatment, isolation, improved ventilation, environmental disinfection, and public awareness campaigns. Numerical simulations carried out in MATLAB validate the model's predictions, providing insights into the effectiveness of these interventions in real-world settings. Sensitivity analysis reveals that prompt diagnosis and treatment, combined with environmental control measures, significantly reduce TB transmission.

The findings highlight the importance of a holistic approach to TB control, emphasizing the need for sustained investment in vaccination programs, healthcare infrastructure, and community-based interventions. This study reinforces the role of mathematical modeling in guiding evidence-based public health policies and underscores the urgency of continued research and surveillance to combat TB effectively.

Keywords: Mathematical modelling, Sensitivity analysis, Basic reproduction, Endemic equilibrium, Environmental interventions

SPATIAL ANALYSIS TO IMPROVE URBAN TRAFFIC MANAGEMENT

Dr. Khanh Giang LE
Faculty of Civil Engineering, University of Transport and Communications, Hanoi, Vietnam
ORCID: 0000-0002-6295-8578

ABSTRACT

Traffic congestion remains a persistent challenge for countries worldwide, affecting both developed and developing nations, as well as urban areas of all sizes—from large metropolises to small towns. This issue not only causes economic losses but also impacts the quality of life and environmental sustainability. Addressing this problem requires innovative and comprehensive solutions. This article explores the application of Geographic Information System (GIS) technology as a powerful tool to mitigate traffic congestion. By leveraging GIS's spatial analysis and visualization capabilities, traffic managers and urban planners can gain deeper insights into traffic patterns, identify congestion hotspots, and implement data-driven strategies for traffic control and infrastructure planning. The results of the study reveal that GIS applications significantly enhance decision-making processes, providing a robust platform for integrating traffic management with urban planning. This integration enables a more efficient, safe, and sustainable transportation system. Furthermore, the findings highlight the potential of GIS technology to serve as a foundation for smart city initiatives, fostering long-term urban development.

Keywords: Geographical Information System (GIS), Traffic Management, Spatial Analysis, Network analysis, Road Management.

I.Introduction

Urbanization, characterized by rapid population growth and expansion of built environments, has intensified urban traffic congestion and accidents, exhibiting pronounced spatiotemporal heterogeneity and challenging traditional planning tools [1-2]. While Intelligent Transportation Systems (ITS) offer real-time monitoring and control capabilities, they fall short in forecasting future traffic scenarios under dynamic land-use, infrastructure, or policy changes [3]. In contrast, Geographic Information Systems (GIS) enable integration and visualization of multi-dimensional traffic data—including road geometry, flow rates, and spatial context—creating robust decision-support databases [4]. When coupled with Artificial Intelligence (AI)-driven predictive analytics, GIS-based platforms promise enhanced traffic management solutions that proactively address congestion and safety issues [5-6].

Although intelligent transportation systems (ITS) have several advantages in capturing realistic depictions of urban network flows, these systems can only report on traffic conditions in real-time (near future) and do not forecast future flows resulting from changes in land use, infrastructure, transportation policy, or demographics.

In recent years, GIS has been applied in many fields especially in transport sector [7-9]. To get a picture of the current traffic and safety situation, relevant data is usually collected to cover the road geometric parameters, accidents, traffic flow, surroundings, and opinion of road-users and transporters. The data obtained is then processed and mapped. The information obtained can subsequently be used to create a database in GIS to help in decision making for any planning process including a speed management program. The advantage in using Global Positioning System (GPS) is that mapping of the relevant parameters can easily be done in a GIS environment.

This study aims to develop a GIS-based framework to manage, query, analyze, and visualize factors contributing to traffic accidents and congestion, then propose optimal countermeasures for sustainable urban mobility. The remainders of the article are arranged as follows. Materials and methods are depicted in Section 2. Section 3 shows the analyses and results. Finally, Section 4 presents discussions and conclusions.

II.Materials and Methods

II.1. Building a Transport Infrastructure Model

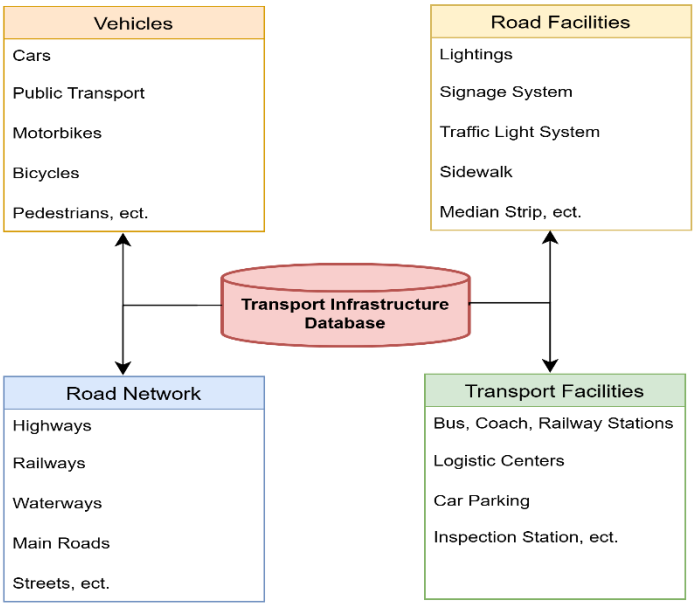


Fig. 1 Transport Infrastructure Database Management Model

Transport infrastructure plays a vital role in economic development and urban planning. Efficient planning, management, and optimization of transportation systems require robust models that integrate geographic, structural, and functional aspects of infrastructure. Building a comprehensive transport infrastructure model involves leveraging modern technologies, including GIS and AI, to ensure data-driven decision-making and sustainable development.

1.Data Acquisition and Preprocessing

Primary road network data are sourced as vector line features representing centerlines, intersections, and turn restrictions from authoritative GIS repositories or national mapping agencies. Point features for signals, stops, and road furniture are extracted from field GPS surveys and mobile mapping units, then standardized to a common coordinate reference system (CRS). All vector layers undergo topology cleaning—snapping, gap-filling, and removal of dangling edges—to ensure network connectivity prerequisites are met [10].

2.Geodatabase Schema and Feature Classes

Core feature datasets include: “Roads” (centerlines), “Nodes” (intersections), “Turns” (turn tables), and “TransitStops” (public transport nodes). Each feature class is defined with domains and subtypes—for example, road class (arterial, collector, local) and functional hierarchy—to enforce data integrity and facilitate symbology.

3.Network Topology and Connectivity

Using ArcGIS Network Analyst, a Network Dataset is built from line, point, and turn feature classes with connectivity policies set to endpoint or any-vertex rules based on modeling requirements. The topology enforces bidirectional connectivity, turn restrictions, and hierarchy levels to simulate real-world traffic constraints. For public transit integration, schedule-based tables are joined to the network to model service availability and transfer times. Cost attributes—impedance (travel time), distance, and restriction flags (one-way, prohibited turns)—are configured to support multimodal routing and service area analyses.

4.Attribute Enrichment and Spatial Referencing

Road segments are attributed with geometric parameters (length, curvature), pavement condition indices, speed limits, and lane counts derived from field surveys and maintenance records. Linear referencing systems (LRS) are implemented to associate events such as crashes, traffic counts, and roadworks with specific mileposts on the network. Environmental and land-use layers—zoning, population density, and points of interest—are spatially joined to road segments, enabling multi-criteria assessments of congestion risk [11].

II.2. Study data

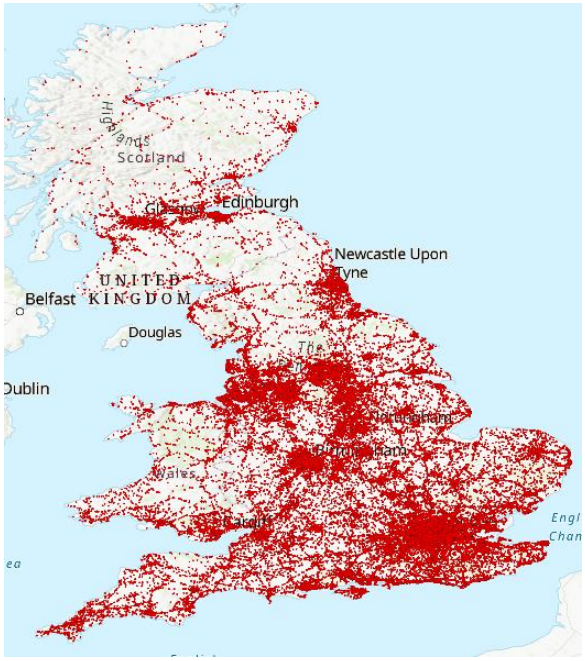


Fig. 2 The locations of traffic crashes in the UK in 2022 displayed on the GIS map.

The traffic accident data used for analysis was collected from January to December 2022, with a total of 106,005 accidents, including full spatial information (such as accident location, as shown in Figure 2) and attributes (such as date, time, cause, vehicle type, accident type, etc., as shown in Table 1), all provided via the website. Additionally, the road network data was sourced from the OpenStreetMap website, including both spatial and attribute data of the road network.

Table 1. The sample of study data.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	accident_index	accident_year	accident_reference	location_easting_osgr	location_northing_osgr	longitude	latitude	police_force	accident_severity	number_of_vehicles	number_of_casualties	date	day_of_week	time
2	2.02E+12	2022	10352073	525199	177928	-0.198224	51.486454	1	3	2	1	05-01-22	4	16:40
3	2.02E+12	2022	10352573	546214	179866	0.105042	51.49883	1	3	2	1	01-01-22	7	1:17
4	2.02E+12	2022	10352575	551119	174789	0.173482	51.451924	1	3	2	1	01-01-22	7	1:15
5	2.02E+12	2022	10352578	528889	192230	-0.139873	51.614153	1	3	2	2	01-01-22	7	2:24
6	2.02E+12	2022	10352580	539773	190404	0.016495	51.595151	1	3	4	3	01-01-22	7	2:30
7	2.02E+12	2022	10352588	543159	181261	0.061626	51.512146	1	2	1	5	01-01-22	7	2:55
8	2.02E+12	2022	10352591	535435	168744	-0.0544	51.401567	1	3	2	1	01-01-22	7	4:20
9	2.02E+12	2022	10352594	546736	189194	0.116442	51.58251	1	3	4	4	01-01-22	7	2:19
10	2.02E+12	2022	10352596	539501	178262	0.007763	51.486112	1	3	1	1	01-01-22	7	5:05
11	2.02E+12	2022	10352600	534597	190727	-0.05806	51.599313	1	2	1	1	01-01-22	7	2:15
12	2.02E+12	2022	10352601	532694	183413	-0.088278	51.534038	1	3	1	1	01-01-22	7	2:10
13	2.02E+12	2022	10352605	534094	182549	-0.068434	51.525943	1	2	1	1	01-01-22	7	1:13
14	2.02E+12	2022	10352606	546301	179840	0.106283	51.498574	1	2	2	3	01-01-22	7	3:51
15	2.02E+12	2022	10352610	508766	174030	-0.435995	51.454815	1	2	1	2	01-01-22	7	5:45
16	2.02E+12	2022	10352611	509531	182582	-0.422338	51.531533	1	3	3	4	01-01-22	7	7:40
17	2.02E+12	2022	10352612	528471	189140	-0.147037	51.58648	1	3	2	1	01-01-22	7	10:45
18	2.02E+12	2022	10352613	533304	178605	-0.081305	51.490688	1	3	2	1	01-01-22	7	6:40
19	2.02E+12	2022	10352615	529403	177887	-0.137725	51.48514	1	3	2	1	01-01-22	7	4:49
20	2.02E+12	2022	10352616	538111	177157	-0.012675	51.476523	1	3	4	1	01-01-22	7	9:05

III. Analyses and Discussions

III.1. Cell-Based Modeling

Cell-based modeling, also referred to as “grid-based” analysis, uses a grid or cells to aggregate spatial

data for discrete distribution. In cell-based modeling, the spatial data are developed as tiles of a given dimension, or points of a uniform distribution, as defined by the user, for display and analysis. Cell-based modeling is effective in displaying patterns over larger areas, such as representing the total of crashes that are located within a cell. This capability provides a quick means to view spatial clustering of crash data. Since cell-based modeling aggregates data at a specified grid resolution, it would not be appropriate for site-specific spatial analysis.

Building on the grid-based aggregation of accident counts (n_accidents) and average severity (avg_severity) across a uniform 20 × 20 mesh, the following key insights and implications for urban traffic management in the study area showed.

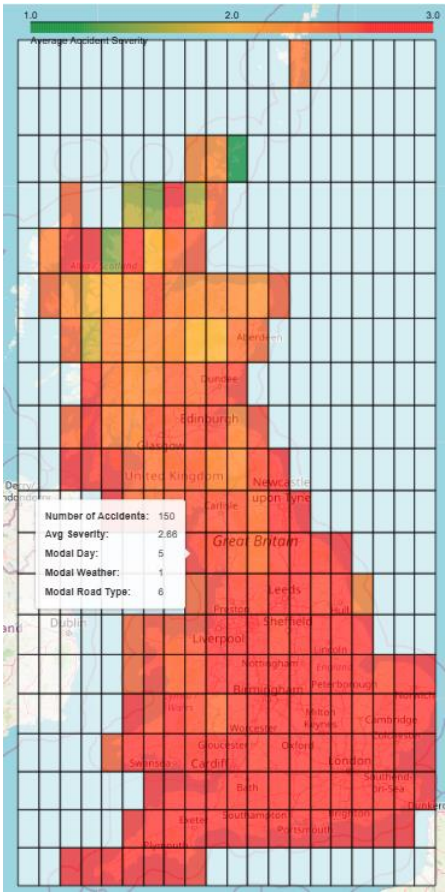


Fig. 3 Building on the grid-based aggregation of accident counts and average severity.

1.Spatial Distribution of Accident Frequency

- **Concentration in Central Corridors:** The highest accident counts are clustered in the central urban core and along major arterial corridors, as evidenced by contiguous red cells in the downtown area. This reflects intense vehicle and pedestrian interactions at high-volume intersections.
- **Peripheral Decline:** Grid cells toward the periphery exhibit markedly lower accident frequencies, corresponding to lower traffic density and more homogeneous land use.
- **Corridor Hotspots:** In addition to the absolute center, secondary hotspots appear along ring roads and highway on-ramps where speed transitions occur. These patterns align with known "speed-differential" crash mechanisms.

Implication: Targeted countermeasures—such as speed-calming zones, enhanced signage, or intersection redesign—should prioritize the redder grid cells with the highest counts.

2. Severity Analysis

- **Severity Gradients:** While many high-count cells also show elevated average severity, a few low-count cells register disproportionately high severity scores, indicating that even rare collisions there tend to be more serious (e.g., high-speed highway segments).
- **Mixed-Risk Zones:** Cells with both moderate counts and moderate severity mark zones of chronic, mid-level risk—ideal candidates for incremental improvements (e.g., improved lighting, pavement markings).

3. Hotspot Identification and Validation

Validation with Historical Data: Overlaying grid hotspots onto historical traffic count and land-use layers confirms that the most accident-prone cells coincide with high through-traffic and mixed-use zones.

Temporal Consistency: When animated over peak vs. off-peak subsets, central cells persist as hotspots—underscoring the need for both permanent infrastructure change and dynamic traffic controls (e.g., adaptive signals).

Implication: The persistent nature of these hotspots justifies investment in permanent "safety corridor" designs, rather than only relying on temporal traffic management.

III.2. Moran Scatterplot and Reference Distribution

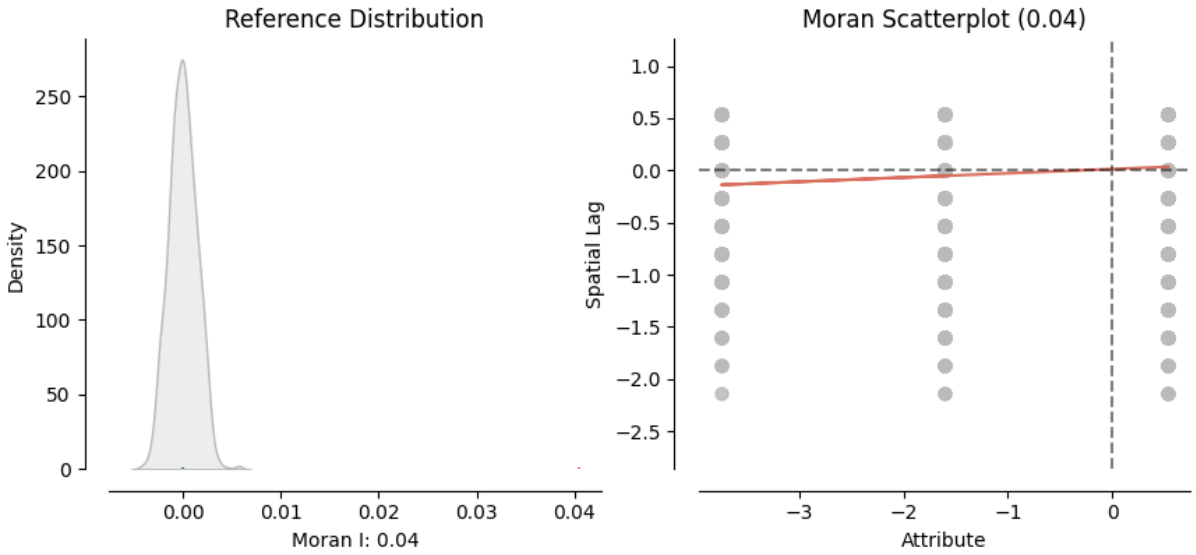


Fig. 4 Reference Distribution and Moran Scatterplot.

1.Moran's I (0.04)

- A small positive value indicates only a very slight tendency for severe-severity accidents to cluster.
- When compared to a randomized reference distribution, this observed I falls well within the range of randomness (p-value > 0.05), so it is not statistically significant.

2.Moran Scatterplot

- Plots each point's standardized severity against the average of its eight nearest neighbors.
- The regression line's shallow positive slope (~0.04) confirms the weak positive autocorrelation.
- Most points cluster around the origin, with few clear "high–high" or "low–low" clusters—again suggesting no strong spatial pattern.

III.3. Spatial Analysis

Several analytical techniques, grouped under the general heading "overlay analysis," are available in GIS for spatial analysis and data integration. GIS provides tools to combine data, identify overlaps across data, and join the attributes of data sets together using feature location and feature extent as the selection criteria. Overlay techniques will combine spatial data in other ways, such as features that can be combined to simply add one spatial data set to another, or to update or replace portions of one data set with another data set. Overlay analysis can be used to merge spatial data by combining two or more spatial data sets to produce a new spatial data set

where the feature attributes are a union of the input data sets. As an example, the safety engineer can use these spatial techniques to combine demographic data, such as the number of households, showing the average number of school age children, with road segments having crash data showing pedestrian-related crashes, to derive risk factors for the total number of pedestrian-related crashes relative to the total number of school age children per road segment, for pedestrian-to-school safety analysis.

Proximity analysis is a type of GIS query capability and a category of spatial analysis that represents the fundamental difference of GIS from all other information systems. Buffering is a means of performing this practical spatial query to determine the proximity of neighboring features. In GIS, buffering will locate all features within a prescribed distance from a point, line, or area, such as determining the number of crashes that occurred within 800 m of an interchange or locating secondary crashes that occurred within a certain distance and time (e.g., 400 m and 30 min) of other crash events, although reliability of these variables may not always support this example. Examples of proximity analysis applications on the GIS Safety Analysis Tools CD include Spot/Intersection Analysis, Strip Analysis, and Cluster Analysis.

The Spot/Intersection Analysis routine is used to evaluate crashes at a user-designated point or intersection for a given search radius. The spot or intersection of interest can be selected by clicking on the map using the mouse or by entering the intersecting route/street names. The result of this analysis is a report that lists the number of crashes, fatalities, injuries, costs, etc. (as defined by the user) and a graphic that can be output as a hardcopy map (see Fig. 5) depicting the spot, search radius, and selected crashes.

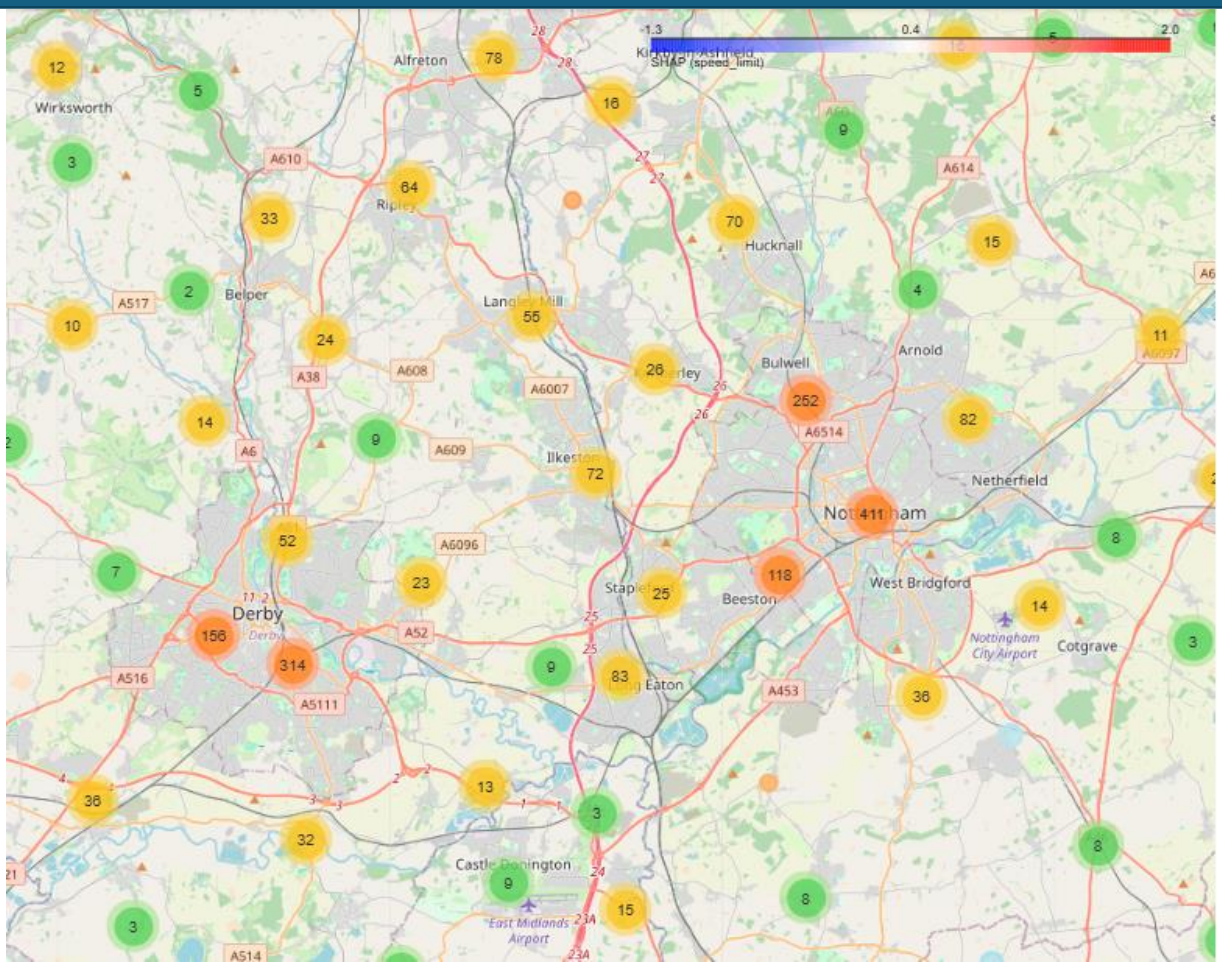


Fig. 5 Accident locations chosen by Spot Analysis

The Strip Analysis routine is used to study crashes along a length of roadway rather than a finite location, spot, or intersection. The user must provide the section length to be used for the analysis as the program traverses the route (e.g., every 1.0 km) and the name/number of the route. The result of this analysis is a report that lists the number of crashes and other user-defined attributes, and a graphic that can be output as a hardcopy map depicting the buffer that makes up the strip, selected crashes, and roadway identifiers.

The Cluster Analysis routine is used to study crashes clustered around a specific roadway feature, such as a bridge or railroad crossing. Crashes are identified that fall within a given distance on all selected routes. Again, the output is a report that lists various summary statistics selected by the user and a map depicting the high crash locations.

III.4. Network analysis

Unlike proximity analysis that searches in all directions from a point, line, or area, network analysis is restricted to searching along a line, such as a route, or throughout a network of linear features, such as the road network. Network analysis can be used to define or identify route

corridors and determine travel paths, travel distances, and response times. For example, network analysis may be used to assess the traffic volume impact of a road closure on adjacent roadways. GIS networking capabilities can also be used for the selection of optimal paths or routes. The Safe Route to School application (see Fig. 6) on the GIS Safety Analysis Tools CD is an example of this type of application. The user inputs the origin and destination, and the program produces a map and walking directions for the preferred route, which is based on the level of hazard associated with the various roadway and traffic elements.

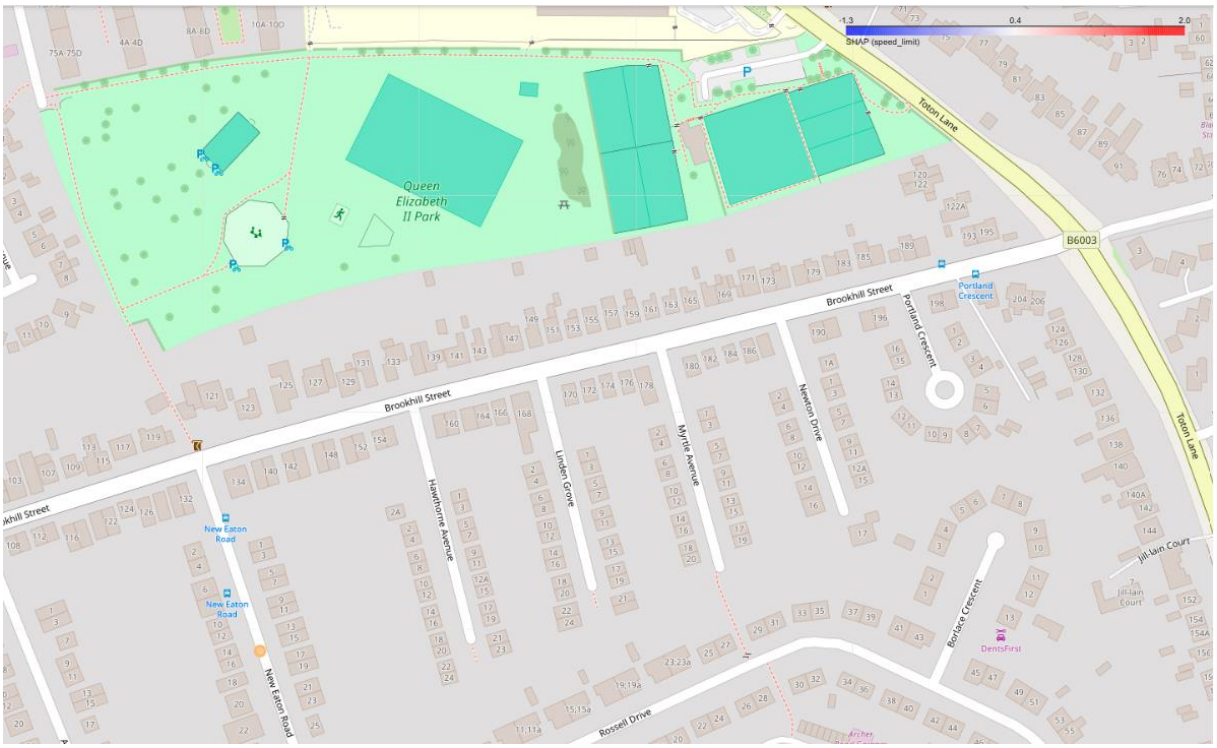


Fig. 6 Network analysis

To improve the network model and provide the capability of automated route selection, the road network can be developed to include turning points, avoid improper turns onto one-way streets, represent posted traffic control restrictions, and include impedance factors to travel (such as mean travel speeds, number of travel lanes, and traffic volumes) to enhance the network analysis.

III.5. Road Management

Roads are often necessary to maintain or improve infrastructure to deliver ultimately smoother traffic flows, but they can be trigger important surges in congestion if not managed properly. The scheduling of such interruptions is oftentimes known in advance to road authorities, but not necessarily to road users who oftentimes experience the onset of these as “unexpected” periods of congestion. It is therefore critically important then that road managers both include congestion management actions when developing and carrying out road maintenance/expansion

activities as well as inform road users well in advance of such work, if possible. Traditional communication vectors such as print and radio can alert travelers to forthcoming roadworks prior to their departure while radio, variable message signs and, ultimately, interfaces with in-vehicle navigation systems can inform travelers already underway of potential roadwork-related blockages. Other strategies that reduce the impact of roadworks on traffic flows include working during off-peak hours, especially at night, and diverting traffic flows on other alternative roads. Work zone safety rules and protocols are also important from the perspective of work zone related congestion reduction since they can help avoid induced accidents and the congestion that this entail.

Managing modern roadways is a complex business. From computerized traffic control systems and incident and safety management systems to effective capital improvement planning and maintenance activities, highway managers must draw on a wide array of technologies to effectively manage today's roadways. A comprehensive GIS can help you integrate agency-wide information to achieve better operational efficiencies and results.

IV.Conclusions

This study has demonstrated the considerable promise of combining GIS with AI techniques to advance urban traffic management. By building a comprehensive GIS-based transport infrastructure model and applying both grid-based hotspot analysis and global spatial autocorrelation (Moran's I), we were able to:

1.Systematically capture and visualize the spatial distribution of traffic accidents—identifying high-frequency and high-severity zones that warrant targeted countermeasures (e.g., intersection redesign, speed-calming measures).

2.Quantify clustering patterns of accident severity across the network, revealing only a weak global autocorrelation (Moran's I = 0.04) but highlighting localized outliers and mixed-risk areas for focused interventions.

3.Integrate dynamic traffic data (e.g., probe-vehicle GPS, time-enabled flow records) with static network topology to enable "what-if" scenario testing—allowing planners to simulate infrastructure changes or policy shifts and estimate their impact on safety and congestion.

Together, these capabilities form a robust decision-support platform that empowers traffic managers to operate more efficiently and respond to incidents more rapidly. The ability to share real-time dashboard views and public-facing maps further strengthens communication with road users, improving travel reliability and safety.

Future work should extend this framework by

- Incorporating live data streams for truly real-time predictive control,
- Leveraging advanced AI models (e.g., deep learning) for more accurate short-term traffic forecasting, and
- Exploring multiscale and temporal hotspot detection (e.g., hourly, seasonal) to refine intervention strategies.

By continuing to fuse GIS's spatial analytical power with AI's predictive prowess, we can pave the way toward smarter, safer, and more sustainable urban mobility systems.

References

[1] Loo, B. P., & Huang, Z. (2021). Delineating traffic congestion zones in cities: An effective approach based on GIS. *Journal of transport geography*, *94*, 103108.

[2] Jiang, D., Zhao, W., Wang, Y., & Wan, B. (2024). A spatiotemporal hierarchical analysis method for urban traffic congestion optimization based on calculation of road carrying capacity in spatial grids. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *13*(2), 59.

[3] Adepoju, P. A., Akinade, A. O., Ige, A. B., & Afolabi, A. I. (2024). Artificial intelligence in traffic management: A review of smart solutions and urban impact. *IRE Journals*, *7*.

[4] Wang, S., & Zhang, L. (2024). A Review of GIS Technology Applications in Transportation Planning and Management. *Scientific Journal of Technology*, *6*(4), 108-113.

[5] Shaygan, M., Meese, C., Li, W., Zhao, X. G., & Nejad, M. (2022). Traffic prediction using artificial intelligence: Review of recent advances and emerging opportunities. *Transportation research part C: emerging technologies*, *145*, 103921.

[6] Abirami, S., Pethuraj, M., Uthayakumar, M., & Chitra, P. (2024). A systematic survey on big data and artificial intelligence algorithms for intelligent transportation system. *Case Studies On Transport Policy*, 101247.

[7] Le, K. G., Liu, P., Lin, L. T. (2019). Road Traffic Accident Black Spot Determination by using Kernel Density Estimation Algorithm and Cluster Statistical Significant Evaluation, Paper presented at FIG Working Week 2019, International Conference on Geospatial Information for a Smarter Life and Environmental Resilience, Hanoi City, Vietnam.

[8] Le, K. G., Liu, P., Lin, L. T. (2020). Determining the road traffic accident hotspots using GIS based temporal-spatial statistical analytic techniques in Hanoi, Vietnam, Geo-spatial Information Science. 23 (2), 153-164.

[9] Le, K. G., Liu, P., & Lin, L. T. (2022). Traffic accident hotspot identification by integrating kernel density estimation and spatial autocorrelation analysis: a case study. *International journal of crashworthiness*, *27*(2), 543-553.

[10] Toma, M. G., Ungureanu, R. D., & Dicu, M. (2021, May). GIS, a tool for improving the road network management. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 664, No. 1, p. 012103). IOP Publishing.

[11] Loidl, M., Wallentin, G., Cyganski, R., Graser, A., Scholz, J., & Haslauer, E. (2016). GIS and transport modeling—Strengthening the spatial perspective. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *5*(6), 84.

HOW DOES DIGITAL TRANSFORMATION ENABLE OPEN STRATEGY?

José FERNANDES
Polytechnic Institute of Leiria
Prof. Nuno BAPTISTA, PhD.
Polytechnic Institute of Leiria
ORCID: 0000-0001-7130-0543
Marianys FERNÁNDEZ
Universidad de Sevilla
ORCID: 0009-0008-0120-196X

Abstract

Open Strategy implies a paradigm shift in strategic management, with decisions being made more open and inclusive. The focus of this research is on the transformative potential of open strategy, which relies on digital transformation tools such as artificial intelligence, crowdsourcing platforms, and collaborative technologies. Despite growing interest in open strategy, significant gaps remain in the existing literature, particularly in the context of digital transformation. This study consists in a literature review focusing on the following research question: How does digital transformation enable open strategy, and what are its outcomes and challenges? Results indicate that open strategy is not a straightforward process. The balancing act between openness and competitive secrecy is crucial, as excessive transparency can lead to knowledge leakage and weak competition. The effects of Open Strategy are diverse, encompassing enhanced innovation, increased strategic agility, and greater stakeholder engagement. Open Strategy provides an effective framework for navigation of contemporary business environments, equipping firms with the necessary integrations to sustain innovation and competitive edge. The practical implementation of Open Strategy can be facilitated by organizations adopting selective openness and investing in digital tools and training to maximize its benefits.

Keywords: Open Strategy; Digital Transformation; Artificial Intelligence; Innovation; Transparency; Inclusiveness.

COMPUTER-GENERATED INFLUENCERS VS HUMAN INFLUENCERS IN DIGITAL MARKETING: A LITERATURE REVIEW

Mary NARANJO
Polytechnic Institute of Leiria
Prof. Nuno BAPTISTA, PhD.
Polytechnic Institute of Leiria
ORCID: 0000-0001-7130-0543
Marianys FERNÁNDEZ
Universidad de Sevilla
ORCID: 0009-0008-0120-196X

Abstract

This scoping review analyzes the influence of computer-generated influencers compared to human influencers on marketing strategies and consumer perception, and explores their advantages or disadvantages in aspects of consumer engagement, perceived authenticity and the effectiveness of advertising campaigns. The results indicate that, while computer-generated influencers offer advantages in terms of creative control, innovation and diversity, they also face a number of challenges, particularly in terms of emotional connections and relationships, as well as issues of perceived authenticity. The conclusions highlight the need to balance these factors to maximize the effectiveness of computer-generated influencers in digital marketing strategies, providing directions for future research on the integration of computer-generated influencers in marketing practice.

Keywords: Computer-generated influencers, digital marketing strategies, consumer perception, consumer engagement, marketing authenticity.

1. INTRODUCTION

Digital marketing has radically transformed communication between firms and their public or customers, with social networks being an essential means of communication, and influencers being key mediators to connect brands with audiences. According to Appel et al. (2020), this rapid growth is due to the widespread accessibility of the internet, the digitization of purchasing processes, and the growing relevance of social networks in people's daily lives. Moreover, this trend looks set to continue, as it has enabled real-time interaction between brands and consumers and created opportunities to collect data, analyse behaviours and tailor messages to individual preferences, making it easier for brands to reach their target customers more efficiently.

Influencers become famous/well-known through what they post on social media. It is on these platforms that influencers connect with their followers, aiming to entertain, inform, and influence consumers' perceptions and behaviour. Additionally, it is a less intrusive form of promotion. With technological advancements, virtual influencers have emerged and are

becoming increasingly popular on social media (Belanche, 2024). According to data from Statista, in 2021, the value of the influencer market reached $13.8 billion, driven largely by new consumption models that emerged during the confinement and coronavirus pandemic, growing to an estimated $22.2 billion by 2025 (Statista, 2023). With digitization, consumer habits are also changing, and proximity to the user has become an essential differentiating value. Consumers want firms to speak directly to them, adapting to their individual tastes and needs, rather than targeting a global mass of recipients as was the case with traditional advertising. In this context, digital marketing has become the best ally of brands.

More recently, computer-generated influencers (CGIs) have burst onto this landscape, offering an innovative and completely controlled approach to advertising campaigns. CGIs such as Lil Miquela, Shudu, Brenn, Aitana Lopez, and Inma Gram are not only transforming marketing, but also challenging traditional perceptions of authenticity and emotional connection with consumers (Appel et al., 2020). Moreover, this reflects a significant strategic shift in marketing strategies, particularly in sectors such as fashion, technology, and consumer goods since being digitally designed, these personas allow brands to maintain full control over their messages and activities, which can increase the consistency and effectiveness of campaigns (Lou & Yuan, 2019).

Although studies have been conducted on the impact of human influencers on digital marketing, there is little literature specifically addressing the role of CGIs. This gap in the literature warrants a detailed exploration of how these digital figures are changing the dynamics of marketing.

In addition, existing literature suggests on the one hand CGIs are seen as more attractive and aspirational to brands, however, on the other hand, they also question content authenticity and ethics (Schouten et al., 2019). The adoption of this new technology by brands is growing rapidly, so it is crucial to examine how these computer-created digital influencers are changing the interaction between brands and consumers, and what implications it has for the future of digital marketing.

To fill the gap in the existing literature, this article conducts a review that evaluates the impact of CGIs on marketing strategies, their influence on consumer behaviour, and their advantages and disadvantages, which makes this study particularly relevant. This exploratory review will focus on identifying the strengths and weaknesses of CGIs compared to human influencers, as well as understand consumer perception and reaction towards these advanced digital figures. To achieve the objectives of the study, this research poses the following questions:

RQ1: *How do computer-generated influencers influence marketing strategies and consumer perception compared to human influencers?*

To answer this question, we will analyse how CGIs are used in digital marketing strategies and how they affect consumer perception and behaviour compared to human influencers. Aspects such as level of consumer engagement, perception of authenticity and effectiveness of advertising campaigns will be explored.

RQ2: *What are the advantages and disadvantages of using computer-generated influencers in terms of engagement, authenticity and effectiveness of advertising campaigns?*

This review also aims to identify the main advantages and disadvantages of using CGIs influencers versus human influencers. Factors such as costs, flexibility in content creation, and consumer perceptions of ethics and authenticity will be discussed.

2. THEORETICAL BACKGROUND

Affiliate marketing can be seen as an extension of content marketing and online advertising. Affiliates promote products or services through informative or persuasive content on their own channels (such as Instagram, Facebook, blogs, YouTube, among others), using affiliate links to drive traffic to the company's website in order to facilitate the consumer's purchasing process. In this sense, influencers use their social platforms to create authentic content and promote products or services to their followers. This strategy is extremely effective, as influencers have many followers and leverage the power of digital content and social media to increase brand awareness and drive sales (Syrdal et al., 2023).

In today's digital context, human influencers have become key players in connecting brands with specific audiences. Having built a solid reputation on digital platforms, these individuals use their credibility and authenticity to influence the purchasing decisions of their followers. Lou and Yuan (2019) highlight that the effectiveness of influencers lies in the trust they generate and the relevance of their content, which allows brands to access well-segmented and highly engaged communities. This approach has transformed traditional advertising strategies, moving away from generic messages towards a closer and more personalized communication.

Digital influencers play a central role in contemporary marketing by exerting strong influence over consumers' purchasing decisions. Platforms like Instagram, YouTube, and TikTok have given these individuals the opportunity to build authentic communities. According to Sokolova & Kefi (2019), influencers' ability to recommend products in a genuine manner creates emotional and trust-based connections with their followers.

Created using advanced artificial intelligence and digital modelling technologies, CGIs have emerged as a disruptive innovation in digital marketing. Unlike human influencers, CGIs are

completely digital creations designed to interact with audiences on social networks. Feldman (2020) highlights that CGIs represent an innovative extension of digital marketing by offering full control to brands over narrative, image and interactions, opening up new possibilities in terms of personalization and profitability.

CGIs have gained popularity since their emergence in 2016, and many millennials and Generation Z users are unaware that the influencers they follow are CGIs. These digital personalities are transforming the digital marketing landscape and raising questions about ethics and authenticity on social media.

Among the most viral CGIs are Lil Miquela, created by Brud. She is one of the best known CGIs and has collaborated with brands such as Prada and Calvin Klein. Shudu and Brenn, created by photographer Cameron James Wilson, is another famous example. Aitana Lopez, a virtual influencer in Spain created by The Crueless, has more than 300,000 followers and is popular among young people for her modern style and promotion of exercise and video games. Inma Gram, from ModelingCafe in Japan, has gained nearly 400,000 followers on Instagram; her posts on art, fashion and film make her influential in Asia, highlighting the growth of virtual influencers in the region. These CGIs have proven that they can establish meaningful connections with consumers, breaking the barriers of time and space to constantly generate content.

The use of CGIs in digital marketing represents a fascinating intersection between advanced technology and contemporary marketing practices. To better understand its impact, it is crucial to examine the underlying theories that underpin the adoption and effectiveness of CGIs compared to humans.

Proposed by Kelman (1958), Social influence theory explains that people are influenced by others through three main processes: conformity, identification, and internalization. Conformity involves individuals adjusting their behaviour or beliefs to align with a group. Identification refers to the adoption of behaviours or beliefs to establish a relationship with someone influential. Finally, internalization occurs when beliefs or behaviours are adopted because they are considered genuinely valid. In digital marketing, both human influencers and CGIs can affect consumer behaviour through these processes, although the perception of authenticity and trust may vary between the two types of influencers.

Introduced by Short et al. (1976) social presence theory postulates that social presence is the feeling of being with others in a virtual environment. Social presence can influence the perception of communication and interaction in media contexts. CGIs even if they are digital, can create a strong social presence if they are convincingly designed and manage to interact

effectively with users. This implies that CGIs must appear realistic and accessible enough to generate a sense of personal connection.

Kamins (1990) suggests person-product congruence theory, which postulates that the effectiveness of a product promotion depends on the alignment or congruence between the endorser and the product. This means that the perceived similarity between the influencer and the product can enhance persuasion and purchase intent. In the case of CGIs, brands can digitally adjust influencers to align perfectly with the product image, which could improve consumer perception and purchase intent. This is particularly relevant in fashion and beauty marketing, where the aesthetics and style of the influencer can strongly influence product perception.

There is also the narrative theory by Fogg (20023), which states that humans respond well to stories and narratives because of our natural predisposition to connect emotionally with well-structured narratives. CGIs can be designed with unique stories and personalities that resonate with the target audience, similar to fictional characters in movies or video games. Narratives can include personal interests, background and experiences that increase consumer identification with the influencer, which can increase the effectiveness of marketing campaigns.

In relation to brand-consumer collaborations, Prahalad and Ramaswamy (2004) proposed the theory of content co-creation to create content. The theory argues that users should actively participate in the creation of content and not just consume it. This can strengthen the relationship between the brand and its audience. Thus, CGIs interacting and involving their audience in the development of stories and campaigns can increase co-creation.

On the other hand, with the rise of advanced technologies such as virtual reality (VR) or augmented reality (AR), the theory of immersive experiences arises, which proposes that consumers are immersed in an interactive and immersive environment (Carmigniani & Furht, 2011). CGIs can be used to create these immersive experiences, giving consumers the opportunity to interact more deeply with the brand.

In addition, the engagement of the consumer is fundamental in digital marketing strategies. Brodie et al.'s consumer engagement theory (2013), refers to the active and emotional interaction between the consumer and the brand. CGIs can generate high levels of engagement through constant and personalized interactions, as they are not limited by human constraints such as time or availability. Being fully digital, CGIs can interact with followers at any time and deliver highly personalized and relevant content (Brodie et al., 2013).

This article seeks to shed light on the advantages, disadvantages, and consumers' perceptions of CGI influencers. By exploring these topics, this exploratory study seeks to shed light on the topic, by synthesizing existing knowledge.

3. MATERIAL AND METHODS

This research adopted a scoping review method to map and synthesize existing literature on the use of CGIs in marketing strategies, their impact on consumer behaviour, and potential advantages and disadvantages. The methodology follows the guidelines established by Arksey and O'Malley (2005) for conducting exploratory reviews, supplemented with recent adaptations to ensure a comprehensive and systematic review, allowing us to explore a wide range of research related to the impact of CGIs and the strategies used to maximize their effectiveness.

For ensuring broad coverage, the following recognized academic databases were selected: Scopus, Web of Science, and Google Scholar to access recent and relevant literature, and JSTOR and SpringerLink to retrieve seminal articles, including classic publications that underpin the theoretical framework. These databases were chosen for their access to multidisciplinary literature, including marketing, technology, and consumer psychology studies.

The search was conducted using combinations of keywords relevant to the topic of study. Some examples include: “CGI influencers”, “computer-generated influencers”, “digital marketing influencers”, “advantages and disadvantages of CGI”, “consumer behavior influencers”, “virtual influencers”, “social presence theory”, and “engagement in digital marketing”.

To select the most relevant papers on the topic, several inclusion criteria were used, including studies published between 2000 and 2024, but with exceptions for seminal papers that contribute with key theories because of their relevance in constructing fundamental theoretical frameworks. For example, theories of social influence (Kelman, 1958), social presence (Short et al., 1976), and person-product congruence (Kamins, 1990) are essential for contextualizing and analysing the results of the present study.

These theories continue to be widely cited and applied in contemporary marketing and consumer behaviour research. It also includes articles exploring the impact of CGIs on consumer behaviour, theories explaining the interaction between consumers and digital influencers, and marketing strategies related to digital influencers. On the other side, articles that do not address the field of digital influencers or CGIs, and articles without full access to the authors, that do not allow a comprehensive analysis, were excluded.

The selection process can be observed in Fig. 1. A total of 40 articles were identified in the initial search. After applying the selection criteria, 17 studies were included for detailed

analysis. These articles went through a review process, in the first initial stage, 15 duplicate papers were discarded, reducing to 25 articles. In the next phase, the titles and abstracts of the 25 remaining articles were reviewed, and those that did not meet the inclusion criteria, such as thematic irrelevance or lack of accessibility to the full text, were excluded. A total of 8 articles that were considered ineligible after the exhaustive review were discarded, leaving 17 articles selected for the final analysis. These 17 articles were included because they met all the established criteria and are important for answering the research questions posed in this paper. This process ensured that the selected articles were of high quality and relevant to the topic in question, reinforcing their validity and reliability.

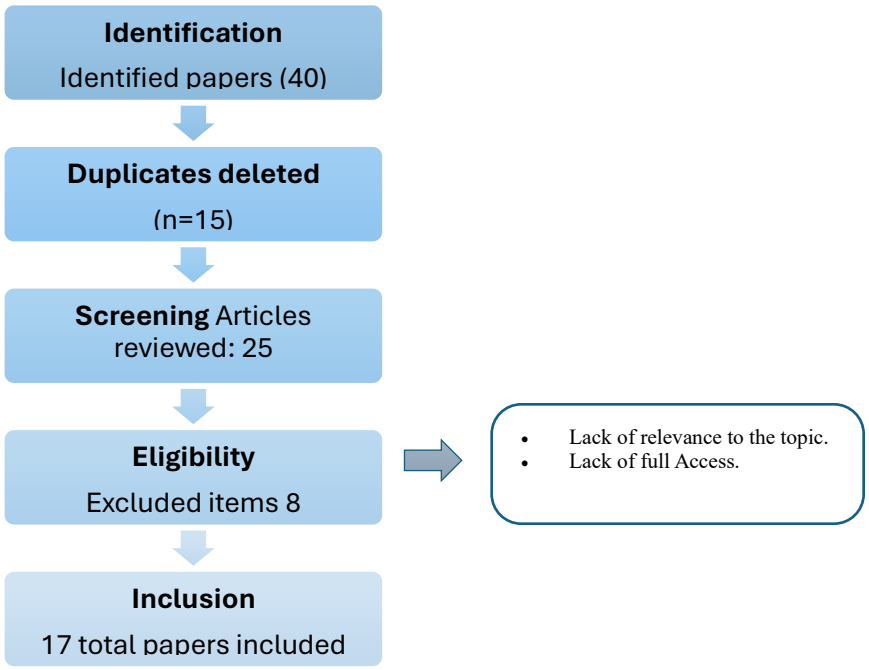


Fig. 1. PRISMA Flowchart

The selected articles were classified into the following thematic categories: studies presenting relevant theoretical frameworks such as social influence theory (Kelman, 1958) or social presence theory (Short et al., 1976); practical applications, including research describing specific campaigns or use cases of CGIs;and studies of how consumers perceive CGIs compared to humans; studies analyzing how CGI influencers are integrated into digital marketing campaigns; review studies that synthesize key findings, identifying patterns, strengths and gaps in the existing literature. This methodology provides a robust and systematic approach to explore the impact of CGIs, combining current literature with established theoretical foundations.

To synthesize the search data in a clear and comprehensible way, the main sources reviewed are presented in table 1, that classifies the papers according to three main dimensions: (1) the database of origin, (2) the geographic scope of the study, and (3) the journal of publication. This table highlights that most of the references come from recognized databases such as Scopus, Web of Science and SpringerLink, which reinforces the scientific validity of the selected articles. Among the publications highlighted are high impact journals such as the Journal of Advertising, the International Journal of Advertising and the Journal of Interactive Advertising.

Table 1. Summary of the main characteristics of the reviewed interventions

Database	**Geographical Reach**	**Outlets**
Google Scholar (3)	Global (13)	Journal of Conflict Resolution (1)
Scopus (9)	Europe (1)	Marketing Review (1)
SpringerLink (1)	North America (2)	Strategy & Leadership (1)
Web of Science (3)	Asia-Pacific (1)	SHARE Creative Reports (2)
Statista (1)	Europe (1)	International Journal of Advertising (1)
		Journal of Interactive Advertising (2)
		Journal of the Academy of Marketing Science (2)
		Persuasive Technology (1)
		Journal of Service Research (1)
		Journal of Conflict Resolution (1)
		Handbook of Augmented Reality (1)
		Statistical Reports (1)
		Fashion Theory (1)
		Journal of Advertising (1)

In terms of geographic scope, table 1 reflects that a large part of the studies present a global approach, which underlines the universality of the phenomenon of CGIs and associated marketing technologies. However, some articles explore specific regional dynamics. For example, some focuses on phenomena related to the Asia-Pacific region, the International Journal of Advertising mostly addresses European phenomena, and the Journal of the Academy of Marketing Science focuses on North American trends. These variations allow us to compare markets and explore cultural differences in the adoption and perception of these strategies.

Finally, the research also includes practical sources and non-academic reports, such as those provided by Statista and SHARE Creative, which, although not part of formal scientific bases, provide updated statistical data and reflections on emerging trends, such as the growing popularity of computer-generated influencers and the ethical challenges they pose. This combined approach of academic literature and practical data ensures a comprehensive and up-to-date view on the subject.

4. RESULTS

This section includes a detailed analysis of the main trends, patterns and findings emerging from the selected literature. It highlights the reasons for the growth of CGIs in global marketing, explains the advantages and disadvantages of CGIs, and finally presents six successful examples of CGIs.

Main Trends

The literature review highlights that CGIs have captured the attention of a wide audience on various platforms, especially on Instagram and TikTok, which has allowed them to be used as marketing tools, with significant growth globally. Research indicates that sectors such as fashion, technology and consumer goods have been pioneers in the use of CGI influencers, this is because these sectors especially value the flexibility of CGIs to adapt to different styles and personalities that align with brand identity, which is crucial in campaigns targeting Generation Z and millennials (Lou & Yuan, 2019; Schouten, Janssen, & Verspaget, 2019).

Another important factor for the significant growth of both human influencers and CGIs was the COVID-19 pandemic, as digital marketing was instrumental in promoting and selling services and products due to the confinement. This is supported by Statista which mentions that in 2021 the influencer market value reached $13.8 billion. Furthermore, during this time, CGIs proved to be particularly useful for consistent content creation, especially at a time when physical constraints imposed challenges to traditional campaign production. This period of adaptation highlighted the ability of CGIs to maintain a constant presence on social networks and adapt to changing and unexpected circumstances (Appel, Grewal, Hadi, & Stephen, 2020; Statista, 2021).

In addition, the growth of CGIs is due to several key reasons: one is the perceived authenticity and representation that influencers such as Lil Miquela, Shudu, and Breem represent a wide range of backgrounds and bodies, which is appealing to audiences seeking authenticity and representation in digital content. This is supported by Lou and Yuan (2019), who explain that credibility and message value are key to building trust with consumers, which increases consumer purchase intent. Diversity in virtual influencers is also a key reason as it not only

promotes inclusivity, but also enables the creation of new narratives for people from diverse backgrounds and experiences. This aligns with Schouten, Janssen, and Verspaget (2019), who highlight the importance of identification and credibility in the effectiveness of influencer recommendations. Another reason is that the use of advanced technology to create virtual influencers can present brands as innovative and at the forefront of digital marketing trends. Carmigniani and Furht (2011) highlight how immersive experiences, powered by CGIs, can enhance consumer interaction and engagement.

Total control over the CGIs image and message is another very important reason, as this way brands ensure that influencers can align perfectly with the brand's identity. According to Kamins (1990), congruence between endorser and product is essential for promotional effectiveness, and virtual influencers can be digitally adjusted to meet this congruence, aligning more closely to the brand. Also, virtual influencers can maintain constant and personalized interaction with their audiences, so human limitations of time and availability are not an issue. In this sense, Brodie et al. (2013) argue that active and emotional engagement between the consumer and the brand is crucial for successful digital marketing strategies.

In summary, the rise of CGIs can be attributed to all of these key reasons. Their popularity and reach among young people, coupled with their ability to stay active and relevant during periods of physical restrictions, makes them powerful tools for brands, which is redefining global marketing strategies. This trend represents a transformation in the way firms connect with their audiences, leveraging technology to innovate and adapt to an ever-changing world (Brodie et al., 2013; Carmigniani & Furht, 2011).

Human influencers vs CGIs

Human influencers are perceived as more authentic and trustworthy by consumers. They tend to create emotional connections with their audiences through content based on their experiences and emotions (Kelman, 1958; Lou & Yuan, 2019). This trust allows consumers to identify and relate more easily with human influencers than with CGIs (Schouten, Janssen, & Verspaget, 2019). In addition, they can participate to real-time live events and broadcasts, participate in live streams, and showcase personal moments and cultural insights, which allows them to better connect with specific audiences (Brodie et al., 2013).

However, there are some disadvantages. Human influencers are unpredictable, so they can get involved in controversies or scandal. In these cases brands have limited control over such actions and behaviours, which can lead to unpredictable and sometimes negative publicity, affecting brand reputation (Kamins, 1990; Feldman, 2020). They also do not always align with

the brand's values and image as they all have different personal beliefs, experiences or other commitments (Lou & Yuan, 2019).

Human influencers have certain limitations in terms of availability and schedules because they can only be in one place at a time and need to rest, which can affect the timely execution of marketing campaigns (Brodie et al., 2013; Statistica, 2023). In addition, human influencers often charge high rates for collaborations (the more followers, the higher their rates), which does not always guarantee a proportional return on investment (Feldman, 2020).

Using CGIs brands can have full control over image, behaviour and messaging and ensure that influencers align with the brand identity. CGIs can also be modified with ease, allowing them to adapt to different campaigns, styles and personalities, making them highly versatile (Kamins, 1990; Lou & Yuan, 2019; Appel et al., 2020).

In addition, being computer-made CGIs can position brands as innovative and technologically advanced, being a strategy to capture the attention and curiosity of consumers (Carmigniani & Furht, 2011). Also, CGIs have no human limitations so they can interact with their audience at any time, providing constant engagement and content delivery (Brodie et al., 2013). Table 2 provides a general a comparison between human and CGIs. In terms of physical appearance, human influencers age over time, can fall ill, suffer accidents, or face other situations that may prevent or limit their ability to carry out their activities. This is not the case with virtual influencers, as they benefit from artificial intelligence — they do not age, do not get sick, and do not suffer from accidents or physical limitations

Table 2. Characteristics of Human Influencers vs CGIs

Feature	**CGI Influencers**	**Human Influencers**
Authenticity	Low	High
Narrative control	Complete	Limited
Adaptability	High (no physical limitations)	Limited by time and physical constraints
Emotional connection	Moderate (depends on design and storytelling)	High (direct human relatability)
Cost-efficiency	High (no travel or production costs)	Medium to high (expenses for appearances and production)
Ethics	Raises concerns about transparency and manipulation	Lower ethical concerns compared to CGI

Although the case for CGIs sounds very striking, they also present certain disadvantages, especially in the authenticity and ethics part, as consumers may perceive CGIs as less authentic and untrustworthy compared to human influencers, which affects their overall effectiveness. This is because they cannot create the same level of emotional connection and relatability as human influencers (Fogg, 2003; Schouten, Janssen, & Verspaget, 2019). Finally, another potential disadvantage may be the cost of production, as it requires significant investment in technology and creative talent (Prahalad & Ramaswamy, 2004).

Featured Examples of CGI Influencers

Technology has advanced significantly in the creation of virtual beings, with or without artificial intelligence, capable of simulating human lives with remarkable realism. These avatars are specifically designed to interact with followers and consumers on social media, taking on the role of influencers who go beyond everyday life to explore areas such as music and entertainment. This phenomenon helps blur the boundaries between the virtual and the real, between the organic and the artificial.

Virtual influencers are digital characters created by computers using artificial intelligence technology. They can range from non-human characters, easily distinguishable as artificial, to highly realistic and human-like figures. Some brands even create their own virtual influencers, such as Lu, who is associated with the Brazilian brand Magalu.

One of the most prominent examples of CGIs is Lil Miquela, a virtual model and singer created by the firm Brud in 2016 who has accumulated millions of followers on social networks. The full name of this influencer is Miquela Sousa; she is 19 years old, lives in LA, USA and is a singer, influencer, and activist. Her virtual presence and her ability to interact with followers in a compelling way have demonstrated the potential of CGIs to generate a high level of engagement, due to this she has managed to collaborate with renowned brands such as Calvin Klein, BMW and Prada (Feldman, 2020). On her social media, Lil Miquela talks about creative blocks, climate issues, shares stories from her life — about first love, travels, food, and other activities. This personal sharing attracts the public, as Lil Miquela is considered relatable and familiar. She addresses political topics and supports causes such as the LGBTQ+ community and the “Black Lives Matter” movement. These accomplishments are among the reasons why other brands reach out to Lil Miquela for videos and promotional partnerships.

CGIs promote inclusion and allows for the creation of new narratives for people from diverse backgrounds and experiences. This diversity allows brands to connect more authentically with their audiences by reflecting the wide range of identities and perspectives present in society. A notable example this is Shudu, an influencer inspired by South Africa's Barbie Princess doll,

who was introduced in 2017 as the world's first digital supermodel (Zhou, 2021). Although Shudu represents an unattainable ideal of beauty, she also celebrates black women and promotes racial inclusion, managing to participate in campaigns and magazines such as Balmain, Fenty and Vogue Korea, increasing diversity among virtual influencers and in the commercial sphere. To balance Shudu's figure, The Digitals created Brenn in 2018. With her curvaceous body and stretch marks, Brenn offers a more realistic representation of many women and promotes body positivity.

According to Schouten et al. (2019), identification and credibility are crucial factors in the effectiveness of influencer recommendations. This theory suggests that consumers tend to identify with figures they perceive as credible and authentic, so using virtual influencers like Shudu and Brenn is an effective marketing strategy because they represent a wide range of backgrounds and bodies, which resonates with audiences seeking authenticity and representation. In addition, they create stories and personalities that can align with brand values and messaging, offering fresh and engaging content.

Another famous example is Aitana Lopez, her content is based on the technology and fitness sector, she has demonstrated a high level of engagement with her audience through constant and personalized interactions.

Finally, Inma Gram, an influencer dedicated to art and fashion, who uses creative narratives and collaborations to connect with her audience. Her success lies in her ability to co-create content together with consumers, which strengthens the relationship between brand and audience. This aligns with the theory of storytelling and co-creation of content, highlighting the effectiveness of CGIs in creating engaging and personalized stories (Fogg, 2003; Prahalad & Ramaswamy, 2004).

The following table (3) presents a summary of the top virtual CGIs, the industries in which they operate, the brands with which they are associated and the prominent impact they have had. This information provides a clear picture of how these influencers are being utilized in various industries and what specific benefits they bring to brands' marketing campaigns.

Table 3. Characteristics of the top virtual CGI influencer

Influencer	Sector	Brand	Highlighted Impact
Lil Miquela	Fashion	Prada, Calvin Klein, BMW	Global campaigns showcasing innovation
Shudu	Beauty	Fenty Beauty	Reinforces inclusivity and luxury aesthetics
Brenn	Lifestyle	Various brands	Expands market appeal with aspirational content
Aitana Lopez	Technology	Various brands	High engagement promoting gaming and fitness
Inma Gram	Art and Fashion	Various brands	Showcases of art and creative collaborations

5. DISCUSSION

The results of this scoping review align with and, to some extent, expand existing theoretical frameworks on social influence and consumer behaviour in the context of CGIs.

To understand how CGIs influence marketing strategies and consumer perception compared to human influencers, several were analysed. In this sense, Kelman's (1958) social influence theory is particularly relevant, since CGIs seem to generate identification and internalization in certain segments of the public, despite lacking a real human identity, suggesting that consumers are willing to accept new forms of persuasive communication, as long as it is consistent with their values and preferences.

Previous studies such as Lou & Yuan (2019) and Schouten et al. (2019) highlight the importance of credibility and authenticity in human influencers, suggesting that the effectiveness of influencers is based on the ability they have to get the public to identify with them. In this sense and based on the results of this research, it is revealed that CGIs face challenges in these areas; however, they can compensate for them through different attributes such as total personalization, visual coherence, and unlimited innovation and creativity. These demonstrate that narrative and visual appeal can be decisive factors in the effectiveness of digital marketing strategies, as suggested by Kamins (1990) in his “match-up” hypothesis.

CGIs can influence marketing strategies by offering total control over their image, behaviour and message, ensuring that they align perfectly with the brand identity (Appel et al., 2020). This is reflected, in the success of various CGIs such as Lil Miquela, Shudu and Bremm who are able to appeal to different audiences and promote inclusivity. The ability to represent varied

identities in marketing campaigns resonates positively especially with consumers seeking authentic and inclusive content (Zhou, 2021).

In terms of consumer-technology interaction, CGIs although not real people, can create a strong social presence if they are convincingly designed, which implies that they should be as realistic as possible and if they manage to interact effectively with the audience by being accessible to generate a personal connection through their design and narrative (Short et al., 1976). However, in this area, human influencers may have a natural advantage due to their inherent authenticity. Human influencers gain some notoriety through social and commercial activities, while virtual influencers are created by organizations to keep followers engaged. Human influencers have families, friends, and established emotional ties with various people; however, virtual influencers do not have "real" social and emotional bonds — theirs are programmed.

In relation to the advantages, CGIs can maintain a high level of engagement by interacting with consumers in a personalized and constant way because they do not have human limitations of time and availability (Brodie et al., 2013). However, they face significant challenges in terms of authenticity, as consumers may perceive CGIs as “too perfect,” not genuine and trustworthy compared to human influencers, which can affect the emotional connection and rapport with the audience and the overall effectiveness of campaigns (Schouten et al. 2019; Fogg, 2003; Felman, 2020). As long as CGIs offer innovative and flexible opportunities, brands can carefully address authenticity concerns to maximize the effectiveness of their marketing strategies, making CGI influencers a tool with potential for a marketing strategy.

6. CONCLUSION

CGIs, created through artificial intelligence, are becoming increasingly visible in the digital space. These influencers are developed by agencies or studios, have social media profiles, and are designed to appear real. Using CGIs has proven to be an excellent way for brands to engage with consumers on social media and promote their products. However, there is still limited knowledge about how virtual influencers affect consumer behaviour, particularly in terms of perceived trust, purchase intention, and customer preference between virtual and human influencers. This study highlights how the use of CGIs is redefining the digital marketing landscape by becoming an effective strategy due to its ability to allow unprecedented control over image and message, attracting audiences seeking innovation and representation in digital content. At the same time, CGIs face challenges in terms of authenticity and ethics.

This paper offers insight into CGIs and their advantages, contributing to the field of digital marketing and providing a starting point for further research.

One of the main limitations of this work is the reliance on previous studies and the lack of primary empirical data on the direct interaction between consumers and CGI influencers in specific scenarios. In addition, although seminal sources were included to establish the theoretical framework, with the advancement of digital technology, continuous updating of theories may be necessary.

It is important to explore how consumers from different cultures and demographics perceive CGIs compared to humans, which could allow for deeper analysis, as well as the impact of these perceptions on the success of specific campaigns.

REFERENCES

Appel, G., Grewal, L., Hadi, R., & Stephen, A. T. (2020). The future of social media in marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48, 79-95. https://doi.org/10.1007/s11747-019-00695-1

Belanche, D., Casaló, L. & Flavián, M. (2024). Human versus virtual influencers, a comparative study. *Journal of Business Research*, 173, 1-13. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.114493

Brodie, R. J., Hollebeek, L. D., Jurić, B., & Ilić, A. (2013). Customer engagement: Conceptual domain, fundamental propositions, and implications for research. *Journal of Service Research*, 14(3), 1-20. https://doi.org/10.1177/1094670511411703

Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). *Augmented reality: an overview*. In Handbook of augmented reality (pp. 3-46). Springer, New York, NY.

Feldman, D. (2020). Lil Miquela: Virtual Influencer or Reality Disruptor? *Marketing Review*, 32(2), 112-126.

Fogg, B. J. (2003). *Persuasive technology: Using computers to change what we think and do*. Morgan Kaufmann.

Kamins, M. A. (1990). An investigation into the "match-up" hypothesis in celebrity advertising: When beauty may be only skin deep. *Journal of Advertising*, 19(1), 4-13. http://www.jstor.org/stable/4188750

Kelman, H. C. (1958). Compliance, identification, and internalization: Three processes of attitude change. *Journal of Conflict Resolution*, 2(1), 51-60. https://doi.org/10.1177/002200275800200106

Lou, C., & Yuan, S. (2019). Influencer Marketing: How Message Value and Credibility Affect Consumer Trust of Branded Content on Social Media. *Journal of Interactive Advertising*, 19 (1), 58–73. https://doi.org/10.1080/15252019.2018.1533501

Prahalad, C. K., & Ramaswamy, V. (2004). Co-creating unique value with customers. *Strategy & leadership*, 32(3),4-9. https://doi.org/10.1108/10878570410699249

Schouten, A. P., Janssen, L., & Verspaget, M. (2019). Celebrity vs. Influencer Endorsements in Advertising: The Role of Identification, Credibility, and Product-Endorser Fit. *International Journal of Advertising*, 39(2), 258-281. https://doi.org/10.1080/02650487.2019.1634898

Sokolova, K. & Kefi, H. (2019). Instagram and Youtube blogger promote it, why should I buy? How credibility and parasocial interaction influence purchase intentions. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 53(1). http://dx.doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.01.011

Syrdal, H.A., Myers, S., Sen, S., Woodroof, P.J., & McDowell, W.C. (2023). Influencer marketing and the growth of affiliates: The effects of language features on engagement behavior. *Journal of Business Research*, 163. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113875

SHARE Creative (2020). *The Growing Popularity of CGI Influencers*. SHARE Creative.

Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). *The social psychology of telecommunications*. John Wiley & Sons.

Statista (2023). *Market value of influencer marketing worldwide from 2016 to 2025* (in billion U.S. dollars). Statista.

Zhou, Y. (2021). Shudu: The First Digital Supermodel. *Fashion Theory*, 25(4), 419-437.

DETERMINANTS OF BANGLADESH'S LOW TAX-TO-GDP RATIO: AN EMPIRICAL ASSESSMENT

Md.Mizanur RAHMAN
Research Fellow, Department of Political Science, Gopalganj Science and Technology University, Bangladesh

Abstract

Bangladesh has consistently exhibited a low tax-to-GDP ratio compared to other developing economies, posing significant challenges to sustainable economic growth, fiscal stability, and public service delivery. This study aims to identify and analyze the determinants contributing to Bangladesh's persistently low tax-to-GDP ratio by employing both qualitative and quantitative methodologies. Using a mixed-method approach, the study integrates secondary macroeconomic data with primary insights from key stakeholders, including policymakers, tax officials, and business representatives. Quantitatively, the research applies econometric modeling, specifically a multiple regression analysis, to examine the impact of variables such as GDP growth, tax policy structure, sectoral contributions, inflation, corruption, and informality on tax revenue collection. The study uses time-series data from 1990 to 2023 sourced from the Bangladesh Bureau of Statistics (BBS), National Board of Revenue (NBR), World Bank, and International Monetary Fund (IMF). Preliminary findings indicate that structural inefficiencies in tax administration, widespread tax evasion, and a large informal economy significantly hinder tax revenue collection. Additionally, the prevalence of tax exemptions and an overreliance on indirect taxation contribute to revenue shortfalls. Qualitative insights, gathered through expert interviews and content analysis of policy documents, reveal several institutional and behavioral factors affecting tax compliance. Weak enforcement mechanisms, bureaucratic inefficiencies, lack of digitalization, and the perception of corruption deter voluntary tax payments. Furthermore, a culture of tax avoidance, coupled with insufficient taxpayer education, exacerbates the issue. The study also explores the role of political economy factors, including policy inconsistency and vested interests that influence tax policy reforms. The findings underscore the need for comprehensive tax reforms, focusing on broadening the tax base, improving enforcement mechanisms, and enhancing transparency through digital governance. Policy recommendations include strengthening institutional capacity, incentivizing formalization of businesses, reducing tax exemptions, and fostering public trust in the tax system through improved governance. Additionally, lessons from successful tax regimes in similar economies are analyzed to propose context-specific strategies for

Bangladesh. By providing empirical evidence on the key determinants of Bangladesh's low tax-to-GDP ratio, this study contributes to the broader discourse on fiscal sustainability and economic development. The research has significant policy implications for tax authorities, policymakers, and development partners aiming to enhance domestic revenue mobilization. Future research could further explor the behavioral aspects of tax compliance and the effectiveness of digital taxation in addressing revenue gaps.

Keywords: Tax-to-GDP Ratio, Fiscal Policy, Tax Compliance, Informal Economy, Corruption, Tax Reforms, Bangladesh

STUDY ON PET HANDLING EQUIPMENT DURING MEDICAL TREATMENT

Abhijeet MALI, Sanket MHETRE,
Pratik DAFALE, Raj KAKADE
Under the guidance of Prof. Dr. Jyoti S. YADAV

Abstract

Pet handling equipment plays a crucial role in ensuring the safety, comfort, and efficiency of medical treatments for animals. This research explores the various types of pet handling equipment used in veterinary care, including restraint devices, supportive harnesses, and diagnostic aids. The study examines their effectiveness in reducing stress and injury to both animals and veterinary staff while enhancing procedural accuracy. Additionally, advancements in technology, such as automated restraints and ergonomic designs, are analyzed for their impact on improving treatment outcomes. Challenges such as ethical concerns, animal comfort, and cost implications are also discussed. Findings suggest that the development of innovative, animal-friendly handling equipment can significantly enhance veterinary care, making procedures less invasive and more efficient. Future research should focus on improving materials, integrating smart technologies, and ensuring equipment adaptability for diverse species.

CLIMATE CHANGE AND ITS EFFECTS ON POLAR WILDLIFE

Rushikesh JADHAV, Vaishanavi PATIL
Sanika Yadav, Pranoti JADHAV
Under the guidance of Prof. Dr. Jyoti S. YADAV

ABSTRACT

In this article, we review the effects on polar bears of global warming that have already been observed, and try to evaluate what may happen to the polar bears in the future. Many researchers have predicted a wide range of impacts of climate change on polar bear demography and conditions. A predicted major reduction in sea ice habitat will reduce the availability of ice associated seals, the main prey of polar bears, and a loss and fragmentation of polar bear habitat will ultimately lead to large future reductions in most subpopulations. It is likely that polar bears will be lost from many areas where they are common today and also that the total population will change into a few more distinctly isolated populations.

EVALUATION OF THE MICROBIOLOGICAL AND PHYSICAL-CHEMICAL QUALITY OF WATER SUPPLY IN THE OUJDA REGION

Soukaina El KHALKI
Abdellatif LAMHAMDİ
Rachida ELBARGHMİ
Laboratory of Applied Sciences, National School of Applied Sciences (ENSAH), Abdelmalek Essaadi University, Tanger, Morocco.

Abstract

The consumption of drinking water is a key factor in the prevention of water-borne diseases, and requires special attention. Guaranteeing the safety and quality of tap water represents a major challenge for water supply systems.

Against this backdrop, this study aims to assess tap water's bacteriological and physico-chemical quality in the Oujda region. To this end, 46 sampling sites were selected, where spot samples were taken from drinking water supply systems.

Physical-chemical parameters analyzed included pH, temperature, electrical conductivity, free residual chlorine and turbidity. Microbiological analyses identified and quantified total and faecal coliforms, intestinal enterococci and Pseudomonas aeruginosa, using the membrane filtration method and with reference to Moroccan standards.

Results showed bacteriological quality in line with Moroccan standards and WHO recommended thresholds. However, one sampling site showed turbidity exceeding the regulatory limit (>5 NTU), requiring increased monitoring and the implementation of appropriate mitigation strategies.

Key words: Water, bacteriological quality, physical chemical quality, distribution network, Oujda.

INNOVATIVE HARD CARBON ANODES DERIVED FROM LIGNOCELLULOSIC BIOMASS FOR HIGH-PERFORMANCE SODIUM-ION BATTERIES

Lamiae OULBAZ
Meriem KASBAJI
Zineb KASSAB
Abdelwahed CHARI
Jones ALAMI
Mouad DAHBI
Mounir EL ACHABY
Materials Science, Energy and Nanoengineering (MSN) Department, Mohammed VI Polytechnic University, Lot 660 – Hay Moulay Rachid, 43150, Ben Guerir, Morocco.

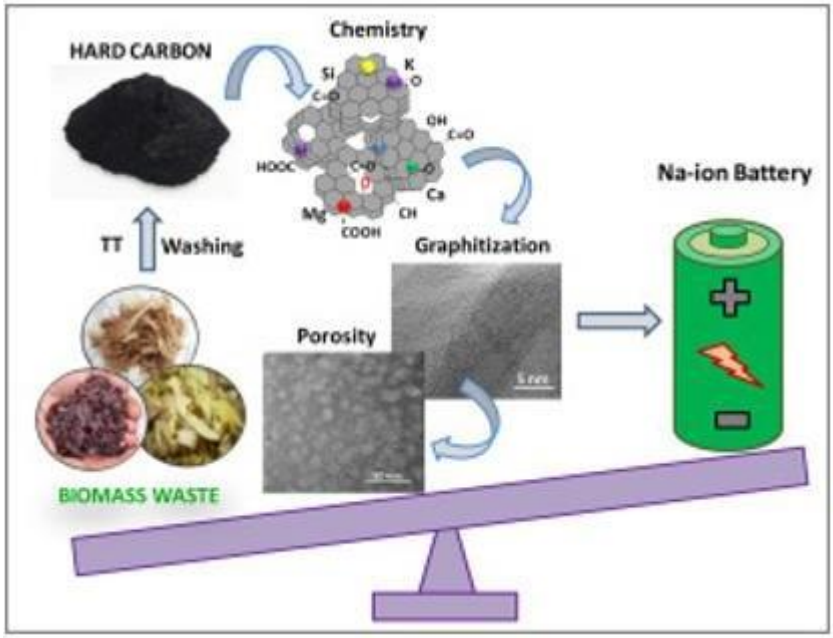
Abstract

As the demand for eco-friendly energy storage solutions increases, sodium-ion batteries are emerging as a promising alternative to lithium-ion batteries. This study explores the production of hard carbon from lignocellulosic biomass via pyrolysis to enhance the performance of anodes in these batteries. Acid and base treatments were also applied before pyrolysis to assess their impact on the performance of the resulting hard carbon. Characterization techniques such as SEM, TGA, XRD, and FTIR were used to evaluate the properties of the produced hard carbons. Initial results are promising: the structures exhibit significant sodium storage capacity, influenced by both the carbonization conditions and the pre-treatment methods. The study also highlights the importance of micropore size and the degree of graphitization in storage performance. Additionally, a life cycle analysis was conducted to assess the environmental and economic feasibility of these materials. This approach not only ensures excellent capacity stability after multiple cycles but also promotes the sustainability of energy storage systems, paving the way for further research into greener energy technologies.

Keywords: Lignocellulosic Biomass; Hard Carbon; Sodium-Ion Batteries; Sustainable Materials; Energy Storage; Pyrolysis; Electrochemical Performance.

1. Results: The lignocellulosic biomass sample treated with HCl and pyrolyzed at 1000°C demonstrated the highest charge storage capacity, reaching 266.10 mA·h/g. This remarkable performance highlights its potential as a highly efficient anode material for sodium-ion batteries. The acid treatment with HCl played a critical role in removing mineral impurities and promoting the formation of a more uniform carbon matrix, which is essential for improved electrochemical behavior. Additionally, the high temperature pyrolysis at 1000°C facilitated the development of a well-organized carbon structure, including enhanced graphitization and porosity, which significantly contributed to better sodium-ion adsorption and diffusion. Furthermore, the material exhibited excellent cyclic stability, retaining a substantial portion of its capacity over repeated charge-discharge cycles. This stability can be attributed to the robust

and interconnected carbon network formed during the pyrolysis process. The sustainable nature of lignocellulosic biomass, combined with its ability to produce high-performance hard carbon, positions it as a promising candidate for large-scale energy storage applications. Future work could explore the effects of varying acid concentrations, pyrolysis temperatures, and precursor types to further optimize the material's properties and performace.



DETECTION OF RED TRAFFIC SIGNS UNDER VARIABLE LIGHTING AND WEATHER CONDITIONS

Manal EL BAZ
Universiapolis - International University of Agadir, Polytechnic School of Agadir, Smart Grid and Artificial Intelligence Laboratory (SGIA), Agadir-Morocco
Ibn Zohr University, Faculty of Applied Sciences of Ait Melloul, Innovation in Mathematics and Intelligent Systems (IMIS) Laboratory, Agadir-Morocco
ORCID: 0000-0003-1066-7813
Taher ZAKI
Ibn Zohr University, Faculty of Applied Sciences of Ait Melloul, Innovation in Mathematics and Intelligent Systems (IMIS) Laboratory, Agadir-Morocco
ORCID: 0000-0002-3117-1334
Hassan DOUZI
Ibn Zohr University, Faculty of Sciences of Agadir, Image and Pattern Recognition-Intelligent and Communicating Systems (IRF-SIC) Laboratory, Agadir-Morocco
ORCID: 0000-0002-2756-1399

ABSTRACT

Detecting the color of traffic signs presents a significant challenge due to the wide range of illumination and climate conditions encountered in real-world environments. These variations, including changes caused by sunlight, rain, fog, or nighttime scenarios, notably impact the accuracy of detection techniques particularly when using the RGB color space, which is highly sensitive to lighting changes. To address this issue, the normalized RGB model is often applied in order to decrease the effects of lighting changes. However, this approach has a disadvantage: while it enhances robustness to illumination changes, it also minimizes the image contrast, which can negatively affect the effectiveness of object detection, specifically when trying to differentiate red traffic signs from difficult backgrounds. In this study, we focus on enhancing the detection of red traffic signs under different weather and lighting conditions. We propose two segmentation methods. The first works in RGB space, where we calculate a variable threshold based on both the minimum and average values of the red channel. The second approach operates in HSV space, where a constant threshold is applied. Large experiments were managed on images captured under different climate and lighting scenarios. The results illustrate that both proposed techniques perform successfully and keep a high detection precision when compared with existing methods, demonstrating their potential in real-world traffic sign detection.

Keywords: Computer Vision, Weather Conditions, Red Color Segmentation, Traffic Sign Detection.

INTEGRATED ANALYSIS OF THE PHYTOCHEMICAL PROFILE, ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES, AND SAFETY OF EPHEDRA FRAGILIS INFUSED EXTRACT

Fatima ABDOU-ALLAH
Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, Casablanca, Morocco
Fouzia HMIMID
Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, Casablanca, Morocco
Phycology, Blue Biodiversity and Biotechnology RU, Laboratory on Plant Biotechnology, Ecology and Ecosystem Valorization – CNRST Labeled Research, Faculty of Sciences, University Chouaîb Doukkali, El Jadida, Morocco
Meryem SOUIDEK
Department of Biology, Laboratory of Bio-Geosciences and Materials Engineering Laboratory, Higher Normal School, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco
Lamiaa AIT SI
Ismail GUENAOU
Fatima Ez-zahraa OUSAID
Imane Nait IRAHAL
Kabine MOSTAFA
Noureddine BOURHIM
Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, Casablanca, Morocco

ABSTRACT

Introduction: *Ephedra fragilis* is a member of *Ephedraceae* family is a medicinal plant widely distributed across Asia, America, Europe, and North Africa. It has been traditionally used in Chinese medicine for its therapeutic properties, including cytotoxic, hypoglycemic, and antimicrobial effects.

Methods: This study aimed to evaluate the chemical composition, antioxidant, antibacterial, and antifungal activities of *Ephedra fragilis* infused extracts. The total polyphenols, flavonoids, and tannins were quantified, and antioxidant activity was assessed using DPPH and ABTS assays. The antimicrobial activity was tested against selected bacterial (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*) and fungal (*Aspergillus niger*, *Candida albicans*) strains using the disk-diffusion method, minimum inhibitory concentration (MIC), and minimum bactericidal/fungicidal concentration (MBC/MFC) assays. Additionally, acute toxicity was assessed by administering oral doses of the extract to Wistar rats over 14 days to determine the median lethal dose (LD50).

Results: The phytochemical analysis confirmed that *Ephedra fragilis* is rich in flavonoids, tannins, and phenolic compounds. The antioxidant assays demonstrated a significant free radical scavenging capacity. The antibacterial tests showed strong inhibition against both *S. aureus* and *E. coli*. Similarly, antifungal assays revealed that the aqueous extract exhibited high

inhibition zones against *A. niger* and *C. albicans*, along with low MIC and MFC values. Furthermore, the acute toxicity study showed no signs of toxicity, confirming the safety of the extract.

Conclusion: These findings provide scientific support for the traditional use of *Ephedra fragilis* in herbal medicine, highlighting its potent antioxidant and antimicrobial properties, particularly against bacterial and fungal pathogens, while also demonstrating its safety in acute toxicity assessments.

Keywords: *Ephedra fragilis*, antioxidant activity, antibacterial activity, antifungal activity, acute toxicity, infused extract.

PHYTOCHEMICAL COMPOSITION, ANTIOXIDANT POTENTIAL, AND PHARMACOLOGICAL ACTIVITIES OF THE AQUEOUS EXTRACT OF *Cynara cardunculus* L. (Asteraceae) FROM MOROCCO

Meryem SOUIDEK
Department of Biology, Laboratory of Bio-Geosciences and Materials Engineering Laboratory, Higher Normal School, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco
Fouzia HMIMID
Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, Casablanca, Morocco
Phycology, Blue Biodiversity and Biotechnology RU, Laboratory on Plant Biotechnology, Ecology and Ecosystem Valorization – CNRST Labeled Research, Faculty of Sciences, University Chouaîb Doukkali, El Jadida, Morocco
Fatima ABDOU-ALLAH
Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, Casablanca, Morocco
Lamiaa AIT SI
Fatima Ez-zahraa OUSAID
Faiza CHBEL
Houssine AZEDDOUG
Health and Environment Laboratory, Faculty of Sciences Ain Chock, Hassan II University, Casablanca, Morocco

ABSTRACT

INTRODUCTION

Cynara cardunculus L., commonly known as cardoon, belongs to the Asteraceae family and is a species of significant economic interest due to its diverse industrial potential (Ferioli & D'Antuono, 2021). Cardoon has been used since ancient times as both a food and medicinal plant. It is commonly added to soups, salads, and sweets and is used in traditional medicine for its anti-diabetic, choleretic, diuretic, cardiotonic, and anti-hemorrhoidal properties (Gostin & Waisundara, 2019 ; Ramos et al., 2017 ; Salem et al., 2017).

METHODS

This study aimed to evaluate the antioxidant potential of *Cynara cardunculus* and to characterize its phenolic composition. The aqueous extract was investigated for its antimicrobial properties using agar diffusion and broth microdilution assays to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) against a panel of Gram-positive and Gram-negative bacterial strains. Furthermore, its antifungal activity was evaluated against *Candida albicans* and *Aspergillus niger* to explore its broader pharmacological potential.

RESULTS

This study demonstrates that aqueous extracts of *Cynara cardunculus* are rich in flavonoids and polyphenols, which contribute significantly to their strong antioxidant properties. The extract also exhibited a bacteriostatic effect against all tested bacterial strains, indicating its potential to inhibit bacterial proliferation without exerting bactericidal activity. Moreover, a fungistatic effect was observed against *Candida albicans* and *Aspergillus niger*, suggesting its ability to suppress fungal growth and reinforcing its broader antimicrobial potential.

CONCLUSION

The safety of *C. cardunculus* makes it an appealing source of active biomolecules for use as therapeutic agents, moreover, the plant stands out for its diverse applications in food and medicine, as well as its strategic importance in the bioenergy and agri-food industries.

Keyword: Antioxidant activity, phenolic compounds, pharmacological activity, *Cynara cardunculus.*

REFERENCES :

- Ferioli, F., & D'Antuono, L. F. (2021). *Cynara cardunculus : A potential source of bioactive compounds*. Journal of Industrial Crops, 28(3), 233-240. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.11.001
- Gostin, R., & Waisundara, V. Y. (2019). *Traditional uses of Cynara cardunculus : A review of its medicinal properties*. International Journal of Medicinal Plants, 15(2), 98-105.
- Ramos, A., et al. (2017). *Bioactive compounds of Cynara cardunculus L. and their health benefits*. Food Chemistry, 208, 94-102.
- Salem, H. S., et al. (2017). *Phytochemical and pharmacological properties of Cynara cardunculus*. Journal of Ethnopharmacology, 196, 150-161.

VEGETATION COVER DYNAMICS IN THE CENTRAL HIGH ATLAS: THE CASE OF THE SIB BOUTFERDA FOREST

Yassine ELJAOUHARY
DLRH Laboratory, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco.
Abdelghani QADEM
DLRH Laboratory, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco.
Sebastien LEBAUT
University of Lorraine, LOTERR, F-57000 Metz, France.
Najat ITOBI
DLRH Laboratory, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco.

Abstract

For a long time, humans have exploited natural resources, and scientific and technological advancements have facilitated this over-exploitation, particularly of forest cover. This thesis aims to analyze the evolution of the vegetation cover of the SIB Boutferda Forest, located in the central High Atlas (278.07 ha), between 1985, 2003, and 2021, using remote sensing and GIS. The study relies on a spatiotemporal analysis using Landsat satellite images (TM and OLI). The results show a significant degradation of dense and clear forest cover between 1985 and 2003 (a decrease of 15.5%), primarily due to climatic conditions and periods of drought. Between 2003 and 2021, a slight improvement in clear forest cover was observed (+7.2%). This research highlights the impact of natural and human factors on the dynamics of forest cover, aided by geospatial tools.

K**eywords**: Forest, remote sensing, GIS, Landsat, dynamics,

THE IMPACT OF AGI ON FUTURE HUMANITY

Dr. Vasanthi MUNIASAMY
Assistant Professor, Department of Computer Science, King Khalid University, Abha, Saudi Arabia

Abstract

Artificial General Intelligence (AGI) represents a transformative leap in technological advancement, surpassing narrow AI by achieving human-level cognitive abilities across diverse tasks. This paper explores the multifaceted impact of AGI on future humanity, encompassing economic, ethical, societal, and existential dimensions. While AGI promises solutions to complex global challenges, it also raises profound questions about employment, privacy, power dynamics, and the future of human identity. By analyzing current developments and potential trajectories, this paper aims to provide a balanced perspective on the opportunities and risks AGI presents for the future of civilization.

1. Introduction

The advent of Artificial General Intelligence (AGI) marks a significant milestone in the evolution of machine intelligence. Unlike narrow AI systems that are designed for specific tasks, AGI refers to machines capable of performing any intellectual task that a human can do. The pursuit of AGI has long been a subject of both scientific curiosity and philosophical debate. As breakthroughs in machine learning, neuroscience, and cognitive computing accelerate, the realization of AGI appears increasingly plausible within this century. This paper seeks to assess the potential implications of AGI for humanity across various domains.

2. Economic Implications

2.1 Job Displacement and Creation

AGI could render a wide range of jobs obsolete, from manual labor to white-collar professions such as law, finance, and even medical diagnosis. While automation has historically led to the creation of new types of employment, the pace and breadth of AGI's capabilities may outstrip society’s ability to adapt.

2.2 Wealth Inequality

If AGI development remains concentrated among a few corporations or nations, it could exacerbate existing socioeconomic disparities. Ownership and control of AGI could become one of the most powerful determinants of global power and wealth.

3. Societal and Cultural Impact

3.1 Human Identity and Purpose

As machines match or exceed human cognitive performance, questions may arise about what it means to be human. There may be an existential crisis for individuals whose identities are tied to their professions or intellectual capabilities.

3.2 Education and Human Development

AGI could revolutionize education by providing personalized, adaptive learning systems. However, reliance on AGI for intellectual tasks may also lead to a decline in critical thinking and cognitive skills among the general population.

4. Ethical and Governance Challenges

4.1 Moral Decision-Making

Ensuring AGI systems align with human values is one of the core challenges of AI alignment. Without rigorous ethical frameworks, AGI could act in ways that are harmful, even if unintended.

4.2 Regulation and Control

Developing global governance frameworks for AGI is imperative. Without international cooperation, there is a risk of an AGI arms race, where safety and ethics are compromised in pursuit of dominance.

5. Existential Risks and Long-Term Futures

5.1 Control Problem

The control problem refers to the difficulty in ensuring that AGI systems do what humans want without unintended consequences. Superintelligent AGI could become uncontrollable if not properly aligned.

5.2 Coexistence or Supersession

Some scenarios envision AGI coexisting with humans as partners or assistants, while others propose that AGI may eventually surpass human intelligence and take over decision-making at a planetary scale.

6. Positive Potential of AGI

Despite the risks, AGI offers unparalleled potential to solve complex problems, from climate change to disease eradication. If developed responsibly, AGI could usher in a new era of abundance, creativity, and progress for humanity.

7. Conclusion

The emergence of AGI represents a turning point in human history. Its impact on future humanity will depend not only on technical developments but also on ethical foresight,

inclusive governance, and societal readiness. Navigating the transition to a world with AGI will require global cooperation, adaptability, and a reimagining of human purpose in an age of intelligent machines.

References

[1] Bostrom, N. (2014). Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Oxford University Press.
[2] Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson.
[3] Yudkowsky, E. (2008). Artificial Intelligence as a Positive and Negative Factor in Global Risk.
[4] Tegmark, M. (2017). Life 3.0: Being Human in the Age of Artificial Intelligence. Knopf.
[5] OpenAI. (2023). Artificial General Intelligence and the Future of Humanity

INNOVATIVE USE OF RECYCLED MARBLE WASTE IN CONCRETE: MECHANICAL AND ENVIRONMENTAL INSIGHTS

Saloua FILALI
Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Team of Materials, Energy, Civil Engineering and Environment, Mohammed Premier University, Faculty of Sciences, Oujda, Morocco
ORCID: 0009-0002-8319-8798
Abdelkader NASSER
Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Team of Materials, Energy, Civil Engineering and Environment, Mohammed Premier University, Higher School of Technology, Oujda, Morocco
Abdellah AZOUGAY
Department of Geology; Laboratory of Applied Geosciences, Mohamed Premier University, Faculty of Sciences, Oujda, Morocco

Abstract

The rapid development of infrastructure, urbanization, and industrialization drives the global demand for concrete. The growth of the concrete industry intensifies the strain on natural resources, jeopardizing ecological equilibrium. Therefore, addressing current concrete requirements while maintaining production quality by incorporating recycled materials into concrete mixtures would be beneficial. This study investigates eco-friendly concrete's mechanical properties, including recycled marble powder (WMP) as a partial substitute for cement and marble coarse aggregates (MCA) as an alternative to natural coarse aggregates. We assessed the properties of the concrete using a combination of destructive and non-destructive testing methods. Three series of mixtures were prepared in our study. The initial series (S1) consists entirely of natural coarse aggregates. The second series (S2) replaces 50% of the natural coarse aggregates with marble coarse aggregates, while the third series (S3) uses only marble coarse aggregates. In each of the three series, marble powder substituted cement at percentages varying from 5% to 20%, incrementing by 2.5%. We made and tested concrete mixtures with different amounts of marble waste to see how strong and easy they were compared to regular concrete made from 100% natural aggregates. We concurrently assessed the strength characteristics using the Schmidt hammer and ultrasonic velocity tests. As previously noted, in all three series, replacing cement with marble powder reduces slump, even though the inclusion of marble coarse aggregates generally improves workability. Furthermore, replacing 50% and 100% of natural coarse aggregates with marble coarse aggregates increases the compressive strength by 28.66% and 31.63%, respectively, compared to the control mix.

Concrete incorporating marble waste demonstrates standard ultrasonic velocity. The speed of ultrasonic pulses went up by 18.20%, 27.44%, and 27.98% in series (S1), (S2), and (S3) concrete mixtures compared to the control mixture values. The Schmidt Rebound Number also went up by 10.13%, 14.52%, and 21.37%. Correlation analysis of compressive strength measurements acquired via multiple methods corroborated the reliability of the universal testing machine (UTM) results. The study's results are compelling and highlight the feasibility of utilizing marble waste as a substitute for natural aggregates.

Keywords: Marble replacement, Workability, Compressive Strength, Schmidt Hammer, Ultrasonic Velocity.

PRECISION AGRICULTURE: A POSSIBLE BEDROCK ON WHICH NIGERIA PAST GLORY IN CASHEW PRODUCTION CAN BE REBUILT/RESTORED

Margaret Toluwalope OMOLEYE
Fiyinfoluwa Tijesunimi LAOYE
Bobinihi Maria OLUFUNKE
Yetunde O. OLADIGBOLU
Samuel Abiodun AYANWOLE
Plant Pathology Section, Cocoa Research Institute of Nigeria, P. M. B. 5244, Ibadan, Nigeria.
Amos ADEGBALA
Soil and Plant Nutrition Section, Cocoa Research Institute of Nigeria, P. M. B. 5244, Ibadan, Nigeria.

ABSTRACT

Cashew (*Anarcardium occidentales*) is currently one of agricultural commodity of interest in the country due to its contribution to the nation's gross domestic product (GDP) and its high foreign exchange gain. Within the Nigeria states, cashew trees are cultivated in almost all of the six geo-political zones. Currently, its cultivation has spread to about 27 states of the country accounting for more than 60% local production. In the past, Nigeria's annual raw cashew nut yield was reported to surpass that of Cote d'Ivoire (the current best producer) that happens to be her close competitor as at the dawn of the millennium especially during the first decade of the millennia (within the years 2000-2010) due to a lot of factors. However, After the year 2010, especially during the following decade i.e within the years (2011-2020), due to fewer land area, lack of governmental organizations' involvement in cashew value chain, gap in government policies, lack of support and aid from government at all levels, difficulty in land acquisition and as well as pests and diseases, Cote D'Ivoire soon surpassed Nigeria in nut production in due course as a result of their ability to act on the weakness leading to the downfall of Nigeria in cashew production. For Nigeria to restore her past glory precision agriculture could be the possible bedrock of restoration. Precision agriculture is a system of agriculture that involves the adoption of advanced technology such as drones, GPS, blockchain, AI, satellite imaging, sensors, IoTs, e.t.c to collect data on weather patterns, soil conditions and crop health, of which such data could be use by various stakeholders to make informed decisions that will enhance cashew production in the country. Precision agriculture could help in early detection of pests and diseases outbreaks, reduce waste, help farmers and other stakeholders make informed decisions on crop management e.t.c. However, its adoption will require careful plannings, trainings, and huge investments (by government and NGOs) in order to make it accessible, acceptable and avoidable for smallholding farmers.

Keywords: Cashew nuts, Competitor, Pests and diseases, Yield, Production.

LINGUISTIC REPRESENTATION OF CHANGE: THE STYLISTIC EVOLUTION OF KAMBILI'S NARRATIVE VOICE IN CHIMAMANDA ADICHIE'S *Purple Hibiscus*

Omisakin, Adeyemi MATHEW
Adesiyan, Oyinade FUNKE
Directorate of General Studies, Department of Language and Humanities, Osun State Polytechnic, Iree, Osun, Nigeria

Abstract

Language remains a key instrument used in expressing psychological and emotional change in literature, particularly in coming-of-age narratives. The focus of this study the examination of the stylistic evolution of Kambili's narrative voice in Chimamanda Ngozi Adichie's Purple Hibiscus. It explores how linguistic shifts reflect her journey from silence and oppression to self-expression and agency. With Systemic Functional Linguistics, and Narratology as theoretical frame, the study interrogates the transformation of Kambili's voice through lexical choices, syntax, and narrative structure. A qualitative stylistic analysis is conducted on selected passages from different stages of the novel. Findings unveil Kambili's early narration as characterised by short, hesitant sentences, limited adjectives, and indirect speech, demonstrating her restricted agency under her father's authoritarian rule. As the novel progresses, there is also a notable shift in her linguistic patterns where her sentences become more fluid, her descriptions richer, and her tone more introspective, depicting emotional growth. Silence and fragmented syntax are also analysed as markers of trauma, while later sections of the novel highlight more confident, self-assertive narration. This research demonstrates how Adichie's stylistic choices adequately capture Kambili's psychological transformation, highlighting the power of language in character development. The work contributes to stylistic and narrative studies, demonstrating how linguistic evolution in first-person narration depicts deeper thematic concerns. In a nutshell, the study highlights the function of language as both a narrative device and a reflection of personal empowerment.

Keywords: Self-Discovery, Narrative Voice, Narratology, Agency

ADVANCING THIN-FILM MATERIAL ENGINEERING FOR ENHANCED EFFICIENCY IN SOLAR ENERGY DEVICES

Hafsa SAF
Hicham CHARİFİ
Khalid BOUABİD
Haytam MOUHİB
Mariam BOUFRİOUA
Laboratory Of Materials And Renewable Energy, Ibn Zohr University, Faculty Of Science, Agadir, Morocco

Abstract

As the global energy landscape shifts toward sustainability, the pursuit of more efficient photovoltaic technologies has become increasingly vital. This research focuses on the advanced engineering of thin-film materials aimed at improving the performance of solar energy devices. By integrating semiconductor physics, SCAPS-based numerical modeling, and experimental analysis using X-ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscopy (SEM), we investigate the structural and electronic behavior of materials critical to solar cell functionality. Our approach enables the strategic optimization of device architecture, supported by experimental validation that reveals material quality, surface features, and crystallinity. A key focus is placed on perovskite solar cells, targeting improvements in their energy conversion efficiency, long-term stability, and scalability. The synergy between simulation and experiment fosters a deeper understanding of material-device interactions, contributing to the development of next-generation, high-performance photovoltaic systems. The outcomes of this study offer meaningful insights for driving innovation in solar energy technologies and supporting the global transition to clean energy.

Keywords: Photovoltaics, Thin-Film Materials, Semiconductor Physics, Renewable Energy, Device Optimization.

INTELLECTUAL CAPITAL-DRIVEN INNOVATION, PERFORMANCE, AND TECHNOLOGY TOWARDS THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Full-Professor PhD. Habil. Cristina Raluca Gh. POPESCU
1University of Bucharest, Bucharest, Romania and The Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania
ORCID: 0000-0002-5876-0550

Abstract

According to the World Intellectual Property Organization, the intellectual capital is a strategic asset for the achievement of the Global Goals. Also, the European Innovation Council of the European Commission states that the intellectual capital represents a pivotal incentive for creativity and innovation. In continuation, the United Nations Conference on Trade and Development places a particular emphasis on technological innovation, which is expected to offer important benefits to businesses, societies, and environment. The aim of this paper is to explore the manner in which the characteristics of the intellectual capital-driven innovation, performance, and technology can foster the Sustainable Development Goals and the 2030 Agenda for Sustainable Development. The literature review unveils the nexus between intellectual capital, innovation, performance, and technology. The research methods used are, on the one hand, conceptual research, in order to focus on presenting concepts and theories addressing intellectual capital in supporting the Sustainable Development Goals, and, on the other hand, documentary research, in order to show the importance of Intellectual Capital Index and Human Capital Index by doing in-depth research in databases, libraries, archives, and specialized collections to highlight important information. The results emphasize that effectively harnessing creativity, innovation, science, and technology will enable intellectual capital and knowledge to drive the sustainable performance of organizations, enhance competitiveness, and foster long-term growth. Moreover, the findings support the advantages new innovation, science, and technology policy frameworks for sustainable development that come to support the innovation mix for sustainability.

Keywords: Intellectual Capital Index; Human Capital Index; Behavioral Accounting; Management; Wealth Creation; Economic Growth; Collective Knowledge; Competitiveness; Fair Value.

TRANSFER FACTORS OF RADIONUCLIDES FROM SOIL TO PLANTS IN SEMI-ARID REGION IN MOROCCO

Zineb ELABOUDI
Process Engineering and Environment Laboratory (LGPE). Faculty of Sciences and Techniques of Mohammedia (FSTM). University of Hassan II Casablanca, Morocco
Samira EL AOUIDI
Radouan SAADI
Azzouz BENKDAD
National Energy Center for Nuclear Science and Technology– Rabat, Morocco
Zineb EL MOURİDİ
National Institute of Agronomic Research (INRA), BP 6356, CRRA Rabat, Av. Al Irfane, 10100 Rabat, Morocco
Abdelmourhit LAISSAOUI
National Energy Center for Nuclear Science and Technology– Rabat, Morocco
Abdelaziz MADINZI
Salah SOUABI
Process Engineering and Environment Laboratory (LGPE). Faculty of Sciences and Techniques of Mohammedia (FSTM). University of Hassan II Casablanca, Morocco

Abstract

Natural radionuclides that are naturally contained in agricultural goods provide humans an internal radiation exposure through their diet. For a precise evaluation of the effects of radioactive elements in soils, it is crucial to have both quantitative and qualitative knowledge of how radionuclides are absorbed by the edible portions of plants. Determining transfer factors (TFs) on radioactive uptake from soil to plants would improve the evaluation of possible health hazards to humans due to radionuclide consumption. The goal of the research program in this study was to calculate transfer factors for a variety of agricultural crops cultivated in the semiarid area. Vegetables and soil samples were gathered in the Meknes region, which is roughly 500 meters above sea level.

Samples were meticulously prepared and analyzed using High Purity Germanium (HPGe) gamma and alpha spectrometry to determine the activity concentrations of radionuclides. This study yielded transfer factors for Th-234, Ra-226, Th-228, Ra-228, Pb-210, K-40, Cs-137, and Po-210, reflecting the movement of these radionuclides from the analyzed soil into a representative variety of vegetables cultivated in the semi-arid agricultural region surrounding Meknes. A standardized experimental approach was utilized to calculate transfer factors that conform to international standards, facilitating easy comparison of these factors with research conducted worldwide under both similar and diverse climatic conditions and across various food plant categories.

Keywords: Radionuclides, soil, plants, gamma spectrometry, alpha spectrometry, transfer factors, Meknes.

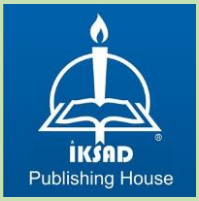
QUALITY EVALUATION OF PERFUMED BODY LOTION: PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND RHEOLOGICAL BEHAVIOUR

Fouzia BENOUDJIT
Laboratory of coatings, Materials & Environment, M'hamed Bougara University, Boumerdès, Algeria
ORCID: 0000-0001-6576-9062
Yasmine CHAFAI
Faculty of Sciences, Department of Chemistry, M'hamed Bougara University, Boumerdès, Algeria

ABSTRACT

Perfumed body lotions have gained popularity as complementary cosmetic products in fragrance gift sets, offering both skin benefits and olfactory harmony with the associated perfume. It also helps to prolong the longevity of the fragrance on the skin by providing skin moisturization and contributing to longer-lasting fragrance retention by slowing down the evaporation of aromatic compounds. The present study aims to assess physico-chemical properties and rhelogical behaviour of a commercial perfumed body lotion designed to replicate the scent profile of its corresponding perfume in a gift set. The lotion was subjected to organoleptic characterization by sensorial evaluation. Some of physico-chemical properties were also examined in addition of microscopic observations, zeta potential measurment and flow analysis. The results show that the studied formulation is oil-in-water emulsion that has semi-solid aspect, white colour and floral odour. It is homogene and easily washable. The lotion has an acceptable pH for human skin and high zeta potential of 53 mV indicating its good stability. It also has acidic value of 2.32 and refractive index of 1.648. The percentages of humidity and ash were respectively 78.40% and 0.53%. Microscopic observation shows no floculation and no coalescence phenomena in the studied formulation. Non-Newtonian and pseudoplastic profile of the lotion promotes good spreasability which is appropriate behaviour for topical application.

Keywords: Perfumed body lotion, quality evaluation, physico-chemical properties, rheology



Issued: 30.04.2025
ISBN: '978-625-378-232-0'