



7. ULUSLARARASI TRAKYA

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
28-29 AĞUSTOS 2025

EDİRNE



EDİTÖRLER:

**PROF. DR. SEBASTIAN MAJEWSKI
DOÇ. DR. YELDEREM AKHOUNDNEJAD
DR. İLTER ALKAN
DR. TUBA ELMAS**

www.isarconference.org



KONGRE KİTABI



INDEX

CONGRES ID		II-VII
PROGRAM		VIII-XXVII
GALLERY		XXVIII-XXXV
ACADEMIC INCENTIVE		XXXVI
NOTIFICATIONS		XXXVI-XLV



CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

7. INTERNATIONAL TRAKYA SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS

DATE AND PLACE

28-29 AUGUST 2025, EDİRNE ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

EDITOR

PROF. DR. SEBASTIAN MAJEVSKI

DOÇ. DR. YELDEREM AKHOUNDNEJAD

DR. İLTER ALKAN

DR.TUBA ELMAS

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Prof. Dr. Hilmi YÜCEL
Prof. Dr. Mehmet DEMİR
Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Prof. Dr. Sancar BULUT
Prof. Dr. Serpil ÜNVER SARAYDIN
Prof. Dr. Tolga ULUSOY
Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ
Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL
Assoc. Prof. Dr. Filiz RANDA ZELYÜT
Assoc. Prof. Dr. Gamze Ebru ÇİFTÇİ
Assoc. Prof. Dr. Gönül HASANOVA
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Murat IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Kübra KARAMAN
Assoc. Prof. Dr. Orhan TURAN
Assoc. Prof. Dr. Malik YILMAZ
Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER DANACI
Assoc. Prof. Dr. Seda BENĞİ
Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK
Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI
Assoc. Prof. Dr. Zamiğ TEHMEZOV
Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN
Assoc. Prof. Dr. Zühal OKCU
Dr. Sevil ÖZCAN
Dr. Şaban ÖNCEBE
Dr. Şengül ŞENTÜRK
Dr. Elvan CAFEROV
Dr. Fatma AZİZOĞLU
Dr. Gönül GÖKÇAY
Dr. Hakkı ŞİMŞEK
Dr. Hayri YILDIRIM

ISBN: '978-625-378-303-7'



SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Adil AKINCI
Bilecik Şeyh Edebali University

Prof. Dr. Ahmet Niyazi ÖZKER
Bandırma Onyedi Eylül University

Prof. Dr. Ali AKİL
Saiyed Parul University

Prof .Dr. Aparna SRIVASTA
Noida International University

Prof. Dr. Aylin YALÇIN SARIBEY
Üsküdar University

Prof. Dr. Cengiz SARIKÜRKÜ
Afyonkarahisar University

Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Sakarya University

Prof. Dr. Emrullah FATİŞ
Kırşehir Ahi Evran University

Prof. Dr. Faiz Muhammad SHAIKH
Sindh Agriculture University Tando Jam

Prof. Dr. Gülçin YAHYA KAÇAR
Ankara Hacı Bayram Veli University

Prof. Dr. Hasan Hüseyin DOĞAN
Selçuk University

Prof. Dr. Hazim Abd Mohammed ALJEWAREE
Alkitab 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. Ahmet AKKÖSE
Atatürk University



Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL
Iğdır University

Assoc. Prof. Dr. Fariz AHMADOV
Azərbaycan Devlet İktisat University

Assoc. Prof. Dr. Faruk KALAY
Yüzüncü Yıl University

Assoc. Prof. Dr. Gönül SAMEDOVA
Azərbaycan Devlet Pedagoji University

Assoc. Prof. Dr. İkrametdin DAŞDEMİR
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. İsa YILDIRIM
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Kalsoom TARIQ
Khyber Girls Medical Collage

Assoc. Prof. Dr. Kübra KARAMAN
Yozgat Bozok University

Assoc. Prof. Dr. Naseem AKHTER
Shaheed Benazir Bhutto Women University

Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Dicle University

Assoc. Prof. . Dr. Orhan TURAN
Batman University

Assoc. Prof. Dr. Özlem GÜNDOĞDU AYTAÇ
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Özlem KAYA
Uşak University

Assoc. Prof. Dr. Reyhan DADAŞOVA
Azərbaycan Devlet Pedagoji University

Assoc. Prof. Dr. Rozina KHATTAK
Shaheed Benazir Bhutto Women University

Dr. Ali ARSHAD
University Utara

Dr. Aygün MEHERREMOVA
Bakü Devlet University

Dr. Bhavtosh AWASTHI
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

7. INTERNATIONAL TRAKYA SCIENTIFIC
RESEARCH CONGRESS

28-29 AUGUST 2025

EDİRNE

CONGRESS PROGRAM

Join Zoom Meeting:

Meeting ID: **834 5571 6767**

Passcode: **231188**

<https://us02web.zoom.us/j/83455716767?pwd=tZisyQy5PLNJC79umdi06c7JGph3vF.1>

PARTICIPATING COUNTRIES

ALBANIA/ALGERIA/AZERBAIJAN/INDIA/IRAN/
IRAQ/USA/MOROCCO/NIGERIA/POLONYA



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/joinsite> üzerinden giriş yaparak “Meeting ID or Personal 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.

Dikkat Edilmesi Gerekenler- 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/joinsite>, 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



29.08.2025
FRIDAY / 10:00-11:30

SESSION-1 HALL-1
MODERATOR: *Asst. Prof. Dr. H.Hale AYGÜN*

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assoc Prof. Dr.Ufuk ÇETİN	Tekirdağ Namık Kemal University	Emily Carr In Canadian Painting
Asst. Prof. Dr. H.Hale AYGÜN	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	Influence Of Fabric Basis Weight On Shielding Efficiency
Ali Hüsrev KARABACAK Prof. Dr. Arif GÖK	Kütahya Dumlupınar Üniversitesi	Design Of The Vtp Protocol In Vlan Management, Performance Evaluation, And Reduction Of Security Risks With Honeyplot
Assist. Prof. Dr. İlter ALKAN	Trakya Üniversitesi	Spacing Issues In Turkish Fonts And Their Anatomical Foundations



29.08.2025
FRIDAY / 10:00-11:30

SESSION-1 HALL-2
MODERATOR: *Prof. Dr. Sebastian MAJEWSKI*

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Arş. Gör. Abdullah Yiğit GÜNGÖR Prof. Dr. Sebastian MAJEWSKI	Atatürk University/University of Szczecin/POLONYA/ERZURUM	Football And Social Responsibility: Content Analysis Of Matchday Ceremony Banners
Arş. Gör. Abdullah Yiğit GÜNGÖR Prof. Dr. Sebastian MAJEWSKI	Atatürk University/University of Szczecin/POLONYA/ERZURUM	The Effects Of Foreign Video Assistant Referee (Var) In Football: Evidence From Turkish Super League
Assoc. Prof. Dr. Nural YILDIZ Ertuğrul TÜRKSEVER	Trakya University	Unplanned Purchasing Behaviors: Complexity And The Decision-Making Process
Brahim Malki Mounia Sliman	Ibn Tofail University	Impact Of Perceived Quality Of Mobile E-Commerce Applications Integrating Artificial Intelligence On Online Consumers Purchase Intention: An Exploratory Qualitative Study



29.08.2025
FRIDAY / 10:00-11:30

SESSION-2 HALL-3
MODERATOR: Uzm.Dt. Ceren TURAN GÖKDUMAN

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Esra ARILI ÖZTÜRK	Private Dental Clinic	In Vitro And Clinical Applications Of Guided Endodontics
Uzm.Dt. Ceren TURAN GÖKDUMAN	Trakya Üniversitesi	Orthodontic Considerations in Traumatized Teeth from an Endodontic Perspective: A Review
SümeYra TOPAL Sinem YALNIZOĞLU ÇAKA Öğr. Gr. Dr.Sinem ÖZTÜRKLER Yunus GÜRBÜZ	Kahramanmaraş İstiklal University/Kocaeli University	Burnout İn pediatric Nurses: Examining The Relationship Between Moral Distress And Missed Nursing Care
Öğr. Gr. Dr.Sinem ÖZTÜRKLER Aycan ŞAHİN Yasemin ÖZHANLI Ayşegül ŞİMŞEK Ayberk ÇAKIR	Acibadem University Atakent Hospital/ Muş University/ Kahramanmaraş İstiklal University/Kocaeli University	Effect Of Active Rewarming On Normothermia, Maternal And Neonatal Outcomes İn Elective Cesarean Section: A Randomized Controlled Trial
Assist .Prof. Dr.Fatma AYVAT Mert DOĞAN	Hacettepe University/Akdeniz University	Determining The Physical Activity Scale For The Elderly (Pase) Cut-Off Score For Fall Risk İn Older Adults
Kramatullah TURKMAN Özden BASKAN	Istanbul Rumeli University	The Effects Of A Customized Exercise Program On Pain, Kyphosis Angle, And Quality Of Life İn Healthy Adults
Fatmanur GÜLER Güller ŞAHİN	Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi	Literature Review On The Debate On Health Outcomes And Income Distribution Inequality
Fatmanur GÜLER Güller ŞAHİN	Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi	Income Hypotheses As A Social Determinant Of Health



29.08.2025
FRIDAY / 10:30-12:00

SESSION-2 HALL-4
MODERATOR: Doç. Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Assist. Prof. Dr. Ufuk DEMİRCİ	Artvin Çoruh Üniversitesi	What Does The Climate Law Offer For The Forestry Sector?
Res. Asst. Dr. Handan UĞUZ BAYRAKÇEKEN Dr. Rahime ALTINTAS Prof. Dr. Bilal YILMAZ	Atatürk University	Determination Of The Chemical Composition Of Stone Mint Essential Oil
Buse Nur KAYA AY Cansel KADIOGLU AKBULUT	Tokat Gaziosmanpasa University	Examination Of Science Education Master's Students' Attitudes Towards Graduate Education In Terms Of Demographic Variables
Yasin SANCAR	Atatürk University	Minimizing Error Rates In The Logistics Of Exam Documents In Distance Education Using A Qr Code-Based Tracking System
Dr. Rahime ALTINTAS Res. Asst. Dr. Handan UĞUZ BAYRAKÇEKEN	Atatürk University	Applications Of Three-Phase Partitioning Method In Biotechnology
Esra SARPYAR Hakan FİDAN Özer ÇALIŞ	Akdeniz University	Determination Of Resistant Kıkıgac Type Melon Cultivars Against Fusarium Wilt Disease
Doç. Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD	Şırnak University	Effects Of High Temperature Stress On Tomato (Solanum Lycopersicum L.)
Doç. Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD	Şırnak University	Investigation Of Drought Stress Response Mechanisms In Tomato (Solanum Lycopersicum L.)



29.08.2025
FRIDAY / 10:30-12:00

SESSION-2 HALL-5
MODERATOR: Assist. Prof. Dr. Sinan ÖZTAŞ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Murat ÇATALAKAYA	Kahramanmaraş Sütçü İmam University	Experimental Design And Numerical Analysis Of An Air-Heated Solar Collector With Sinusoidal Grooved Absorber Plates
Özkan KÖSE Yıldız KOÇ	İskenderun Teknik University	Evaluation Of Emission Effect Of Hydrogen Mixed Natural Gas
Atıl ERİM Prof. Dr. Hüseyin PEHLİVAN	Eskişehir Valve Research and Development Center/Sakarya University	Design And Validation Of A Safety Shutoff Valve Developed By Eliminating The Continuous Load On The Spring Nut
Saffet Gökçen ŞEN	Erzurum Technical University	An Analytical Solution To The Generation Of Identity Vectors Of Binary Images
Fatih ALTUN ÖĞR. GR. DR. GÖZDE ALTUNTAŞ EYLEM ASMATULU RAMAZAN ASMATULU	Wichita State University/Gazi University/ANKARA/USA	Additive Manufacturing of Ti-6Al-4V: Influence of Cryogenic and Stress-Relief Heat Treatments on Electrical Conductivity
Assist. Prof. Dr. Sinan ÖZTAŞ	Atatürk University	Driver Risk Factors In High-Altitude Winter Traffic Accidents: A Multivariate Behavioral Analysis Of Erzurum Crashes
Assist. Prof. Dr. Rıza Görkem OSKAY Assist. Prof. Dr. Cüneyt BİRCAN Prof. Dr. Ali İhsan KARAYİĞİT	Hacettepe University/Bahçeşehir University	Paleoenvironmental Characterization Of Oligocene Formations In The Silivri Natural Gas Field (Ne Thrace Basin), As Demonstrated By Palynofacies, Organic Petrography And Rock-Eval Pyrolysis Data
Umut AYDEMİR Dr. Ayşegül GÜNGÖR ÇELİK	Manisa Celal Bayar University	Thermodynamic Assessment Of A Coal-Fired Thermal Power Plant By Exergy Analysis
Assist. Prof. Dr. Ömer ÖZBİLEN Assoc. Prof. Dr. Murat GENÇ	Mersin University/ Çukurova University	Optimal Parameter Estimation Methods For The Exponentiated Kumaraswamy Distribution
Arş. Grv. Dr. Damla Özgür	Trakya University	Numerical Analysis Of Thermal Behavior Of Cmc-Based Hybrid Nanofluids In Turbulent Flow Regime Through A Horizontal Pipe



29.08.2025
FRIDAY / 10:30-12:00

SESSION-2 HALL-6
MODERATOR: Arş. Gör. Dr. Ali AKSAÇ

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Arş. Gör. Dr. Ali AKSAÇ	Çukurova University	Symbolic Interactionism: Society And Religion
Rojan Çiltepe	İnönü University	In Pursuit of Truth or Utility? The Conception of Knowledge in Bacon, Plato, and Aristotle
Rojan Çiltepe	İnönü University	Reason Between Rationalism And Empiricism: A Comparison Of Descartes And Locke
Ayşen YALMAN	Akdeniz University	Visualization Trends In Data-Driven Journalism: An Analysis Of Infographic News In Turkish Media
Ece TÜZÜN Doç. Mehmet ÖCAL	Mehmet Akif Ersoy University	Bakım Emekçileri Ve Yaşlı Bakımında Güvencesizlik Sorunu: Sosyal Politikalar Açısından Bir Derleme
Ece TÜZÜN Doç. Mehmet ÖCAL	Mehmet Akif Ersoy University	Emeklilik Sistemleri Ve Yaşlı Yoksuluğu: Neoliberal Politikaların Etkileri



29.08.2025
FRIDAY / 10:30-12:00

SESSION-3 HALL -7
MODERATOR: *Parvin SAFAROVA*

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Şeyma HAN	İstanbul University - Cerrahpaşa	Child In Adult Literature: The Example Of The Fisherman And His Son (Bahkçı Ve Oğlu)
Öğr. Gr. Dr.Tuba ELMAS	Trakya Üniversitesi	Ali Ferit Bey's Views On Practical Education And His Contribution To The History Of Education In Edirne
Farasat Babazade Rafael	Nakhchivan State University/AZERBAYCAN	The Concept Of God İn Dostoyevsky'y Literature
Parvin SAFAROVA	Azerbaijan University/AZERBAYCAN	Scientific Significance Of Works Of Ancient Authors In The Study Of The History Of Atropatena
Associate Professor Dr. Naseem Akhter	Shaheed Benazir Bhutto Women University	Military Strategies and Expansion of the Islamic State under Hazrat Umar (RA)
Associate Professor Dr. Naseem Akhter	Shaheed Benazir Bhutto Women University	The Prophet's (pbuh) Role in Promoting Women's Rights in 7th Century Arabia



29.08.2025
FRIDAY / 11:30-13:30

SESSION-3 HALL -8
MODERATOR: *EL RHOCH Mohamed*

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
ARRAJI Maryem Khaoula EL BARBI CHAHBOUNE Mohamed	Hassan First University	Prevalence And Determinants Of Medication Adherence In Moroccan Patients With Type 2 Diabetes: A Multicenter Cross-Sectional Study
Khaoula EL BARBI Maryem ARRAJI Abdellah GANTARE	Higher institute of health sciences	Fostering Research Integrity In Nursing Students Through Ethics Education
Taskeen Fatima Adnan Sarwar	Hajvery University	The Impact Of Liver Cirrhosis On The Progression And Complications Of Diabetes Mellitus
TASKEEN FATIMA	Hajvery University	An Overview Of Cad; Etiological Factors & Surgical Managements
Mohamed EL RHOCH Najoua MOUDEN Zineb SELLAL Karima SELMAOUI Amina OUZZANI TOUHAMI Amar RABHI Allal DOUIRA	Ibn Tofail University/Mohammed 1st Oujda University/MOROCCO	First Report Of Clonostachys Rosea Associated With Disease Symptoms In Argania Spinosa Seedlings In Morocco
EL RHOCH Mohamed MAAZOUZI Soukaina MOUDEN Najoua SELLAL Zineb SELMAOUI Karima OUZZANI TOUHAMI Amina DOUIRA Allal	Ibn Tofail University/Mohammed 1st Oujda University/MOROCCO	Influence Of Trichoderma-Based Seed Treatment On Early Growth Of Argan (Argania Spinosa) Seedlings
Mohamed EL RHOCH Soukaina MAZOUZI Mohamed OUAJDI Zineb SELLAL Najoua MOUDEN Karima SELMAOUI Amina OUZZANI TOUHAMI Amar RABHI Allal DOUIRA	Ibn Tofail University/Mohammed 1st Oujda University/MOROCCO	Involvement Of Fusarium Solani In Dieback Disease Of Argan Trees In Moroccan Nurseries
EL RHOCH Mohamed MAAZOUZI Soukaina MOUDEN Najoua SELLAL Zineb SELMAOUI Karima OUZZANI TOUHAMI Amina DOUIRA Allal	Ibn Tofail University/Mohammed 1st Oujda University/MOROCCO	Improving Argan Seedling Development Using Trichoderma-Based Seed Treatment
ARRAJI Maryem EL BARBI Khaoula CHAHBOUNE Mohamed	Hassan First University	Determinants Of Medication Adherence: A Key Challenge In Chronic Disease Management
Rabia Chahbounia Abdellah Gantare	Hassan First University	Enhancing Communication Skills Among Emergency Nurses In Morocco: Insights From A Coaching-Based Pilot Study



29.08.2025
FRIDAY / 11:30-13:30

SESSION-3 HALL -9
MODERATOR: Dr. Wahiba DELLOUM

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Mohammed Waheeb	The Hashemite University	The Journeys of Arab Poets through Mediterranean Countries via Jordan Southern Levant
Farid Shariatzadeh Bami	Shapurabad Municipality/IRAN	An Investigation Into Several Gaseous Pollutants In The Periphery Isfahan Refinery-Iran
Adel DELIOU Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Mohamed CHAOUR Khmissi BELKAID Abdelkader FIDJAH	University of UMSB of Jijel/University of Djelfa	Diagnosis and Monitoring of Rotating Machines by Vibratory Analysis
Dr. Iram Liaqat	Government College University	Exploring microbial Biofilms bioremediation potential for Pesticides and dyes
Dr. Messaouda BELOUADAH Prof. Dr. Zine Elabidine RAHMOUNI Prof. Dr. Nadia TEBBAL Dr. Wahiba DELLOUM	Msila University/ALGERIA	Innovative Use Of Industrial Waste In Mortar: Enhancing Material Performance Through Sand Replacement
ABDELBAST Karbal Hassan Naanani AHMED Moutabir MUSTAPHA Faraji DRISS Azdem JAMAL Mabrouki FOUAD Alloun ABDEESLAM ELBouari OTMAN Abida	Hassan II University/Mohammed V University/MOROCCO	Towards Efficient And Sustainable Desalination: Adaptive Optimization Of CDI/FCDI Processes Using Backstepping Control And AI-Based Prediction
R.Thiruchelvi Dr.P.Saravanan Dr.M.Chamundeeswari	St. Joseph's College of Engineering/INDIA	Value-Added Nanocellulose Valorized from Fruit Peel Waste for Potential Dermal Wound Healing and Tissue Regenerative Applications
Jihane ZNAKI Fatima Zahra ZNAKI Khalid. SAID Mohamed ADADI Hassane MOUSTABCHIR Souad ELKHATTABI	Sidi Mohamed Ben Abdallah University	Pressure-Induced Bandgap Engineering Of Lead-Free Halide Perovskite Fagebr 3 : A DFT Insight
Maroua DAHMANI Ilyas ANTRAOU Ali KHETTABI	University Mohamed I	Analyzing The Filtering Properties Of A One-Dimensional Acoustic System Using Open Lateral Resonators With Different Geometric Dimensions
Rezart XHANI Eugen TATA Herion DREDHA	Tirana University	Risk Factors For Recurrence And Progression In Non-Infiltrative Bladder Tumors



29.08.2025
FRIDAY / 11:30-13:30

SESSION-3 HALL -10
MODERATOR: *Benyahia Amar*

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Nandita D Saranya Devi K Deepthi K. S	Governement Arts and Science Colleg Kozhinjampara/INDIA	Moss-Associated Endophytic Bacteria As Biocontrol Agents Against Mango Fungal Pathogens: A Sustainable Strategy For Plant Protection
Zainib Razzaq Samreen Gul Khan Fozia Anjum Naheed Akhtar	Government College University	A Facile Synthesis Of 1,3,4-Oxadiazole-Based Carbamothioate Molecules: Antiseizure Potential, EEG Evaluation And In-Silico Docking Studies
Md. Mahmudul Hasan Biplob M.K.R. Khan M. Mozibur Rahman MSI Sarker	University of Rajshahi/BANGLADESH	Preparation and Characterization of Mo-doped ZnO thin film by Spray Pyrolysis Method
Faizan Afzal	Hajvery University	Prescription Drug Misuse (PDP): A Cross sectional And Descriptive Type Of Study In Public And Pharmacies To Evaluate Root Cause Of Drug Misuse
Alpha Friday Ebole Akeem Olanrewaju Ajani Khadijah Kubura Agbalaya	Lagos State University of Science and Technology/NIGERIA	Design And Implement Of An Iot-Based System For Real-Time Monitoring Of Livestock Health And Gps Location Tracking Using Gsm Technology
Yahaya Y. M Shehu, I. Y Bello, H.	Bayero University	Enhancing Competencies of Motor Vehicle Motor Teachers in Diagnostic Procedure in Modern Automobiles Electrical Electronic for Effective Teaching and Learning in Technical Colleges
Yahaya, Yusuf Muhammad	Bayero University	Upskilling Local Mechanics for Sustainable Electric Scooter Maintenance: A Framework for Action
MD. Salek Miah	Shahjalal University of Science and Technology	RPD3 Phosphorylation Acts as a Carbon Source-Dependent Epigenetic Switch in Yeast Metabolic Regulation



29.08.2025
FRIDAY / 11:30-13:30

SESSION-4 HALL -11
MODERATOR: Assoc. Prof. Dr.R. Devi

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
Reda CHAHIR Jacob GALAN Salaheddine REDOUANE Hicham HBOUB Lahoussaine ASERRAR Khawla AMMOUCH Noureddine HAMMANI Salma CHAKIR Ahmed Salim LAHLOU Hinde AASSILA Rachid ELFATIMY Naoual OUKKACHE	Mohammed VI Polytechnic University/Hassan I University/	Computational Discovery Of Sars-Cov-2 Viral Entry Inhibitor Peptides From Androctonus Mauretanicus Scorpion Venom: Molecular Docking And Dynamics Targeting The Spike Protein's
Veronika DUCI	University of Tirana/ALBANIA	Reviewing Social Work Curricula: Assessing The Coverage Of Social Services Systems And Future Challenges
Khoshi Anwer Hasan AL-JAF Midya Rafiq Majeed Shokhan Anwar Hassan Al-Jaf	University of Garmian/IRAQ	Code-Switching Patterns In Bilingual Translation Tasks: A Mixed-Methods Study Of EFL Students At Garmian University
Dr Khaoula EL BARBI Maryem ARRAJI Abdellah GANTARE	Hassan 1. Settat University	Enhancing Research Rigor through Ethics Education: Insights from Moroccan Nursing Students
Assoc. Prof. Dr.R. Devi	Bharath Institute of Higher Education and Research	Formulation And In Vivo Evaluation Of Anti-Fungal Drug-Loaded Liposomes
Assoc. Prof. Dr.R. Devi	Bharath Institute of Higher Education and Research	Gold Nanoparticles Application In Cancer Chemotherapy

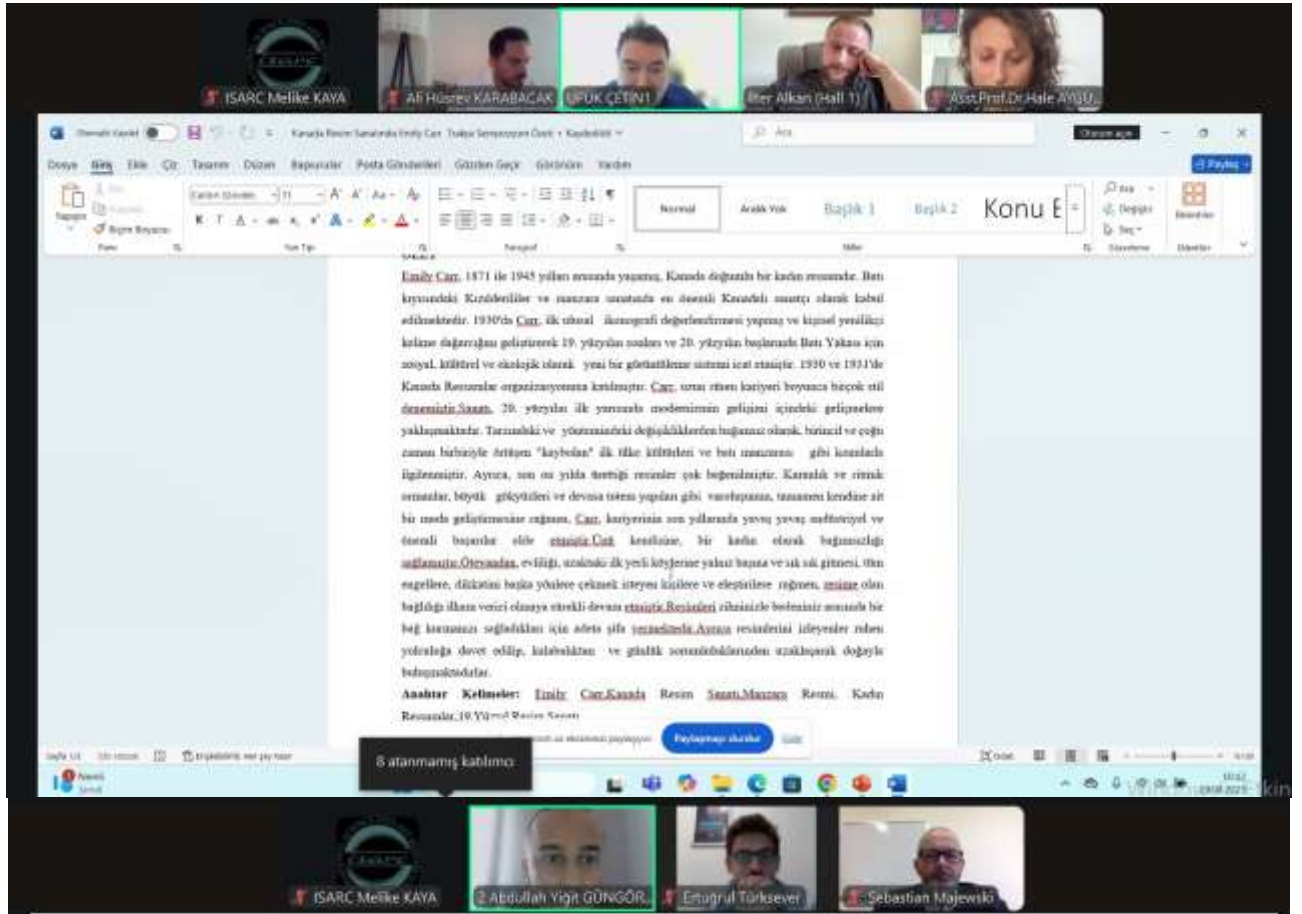


29.08.2025
FRIDAY / 11:30-13:30

SESSION-4 HALL -12
MODERATOR: Dr. R. Srinivasan

AUTHORS	AFFILIATION	TOPIC TITLE
S. Sakthi R. Devi R. Jothilakshmi Dr.R. Srinivasan S. Kalaivanan	Bharath Institute Of Higher Education And Research	Assessment Of Anti-Hyperglycemic Activity In Salvia Splendens
Sriram. R Devi. R Dr.R. Srinivasan Parthasarathi. V Mohamed Ashik Ali. M.	Bharath Institute Of Higher Education And Research	Nanomaterials As Analytical Tools For Genosensors
Parthasarathi.V Devi. R Dr. R. Srinivasan Sri Ram.R S. Kalaivanan	Bharath Institute Of Higher Education And Research	Application Of Carbon Nanocomposites
Benyahia Amar	University Of Saad Dahlab Blida/ALGERIA	Sustainable Mortar Formulations: Reusing Ceramic Waste In Cement-Lime Mortars For Heritage Building Repair
Mahnoor Khalid Sikander Ali	Government College University/University Of The Punjab Lahore/INDIA	Turning Waste Into Nutrition: Single Cell Protein Production By Cellulosimicrobium Cellulans
Arif Gull Hafsa Naeem Ayesha Batool Hafiz Sharjeel Ahmad Doultana Chashman Ahmed	Islamia University/University Of Agriculture Faisalabad/Karachi Institute Of Medical Sciences/Quaid E Azam Medical College	Green Solvent Systems For Processing Of Eco-Friendly Biocomposites
Iwole Abel Yomi Olatunji Temilade Afolasade	Federal Polytechnic	Exploring Cultural Hybridity In Postcolonial Literature: A Comparative Analysis Of Chimamanda Ngozi Adichie's The Thing Around Your Neck And Scholastique Mukasonga's Our Lady Of The Nile
Yusuf Kolapo Ibrahim Samuel Seun Salako	Federal Polytechnic	Evaluating The Effectiveness Of Public-Private Partnerships In Urban Transportation Systems: A Business Model Perspective

PHOTO GALLERY



Conclusion

Future studies can;

- Examine the total 18 teams of the Turkish Super League.
- Compare it with other leagues.
- Evaluate the institutions with which clubs are cooperating.
- Investigate the effect of the banners on spectators.
- Include longer periods (e.g., 5-10 years) to understand the evolution of the contents
- Discuss the design of the banners.

ISARC Melike KAYA | Eser Arık Öztürk- session... | Ceren Turan HA... | F | Sinem ÖZTÜRK...

ISARC Melike KAYA | Eser Arık Öztürk- session... | Ceren Turan HALL3 | Session 2 Hall 3-Fatma... | Fatmanur Güler Hall 3 | Sinem ÖZTÜRKLER

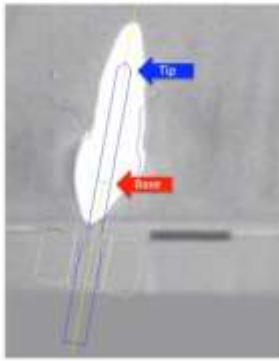
Zehnder ve ark. (2016) → Planlama ve gerçek değerleri karşılaştırmış

Sapma / hata oranı oldukça düşük →

İmplantolojideki tedavilere göre oldukça az

Niçin??

Endodontide tek frezle giriş



CBCT, ağız içi tarama, sanal planlama ve baskı dahil

Kılavuzlu Endodonti için gereken zaman

Geleneksel Kök Kanal Tedavisine kıyasla uzun

Zehnder M, Ceresit T, Weiger R, Kneiß G, Kähn S. Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. International endodontic journal. 2016;49(10):966-72

ISARC Melike KAYA | Session-2 Hall-4 Buse... | SESSION-2 HALL-3 Yekta... | Rahime Altıntaş | Hall-4 Session-2 Eser... | Ufuk DEMİRCİ (Sessio...

ISARC Melike KAYA | Session-2 Hall-4 Buse... | SESSION-2 HALL-3 Yekta... | Rahime Altıntaş | Hall-4 Session-2 Eser... | Ufuk DEMİRCİ (Sessio...

Applications of Three Phase Partitioning in Biotechnology - PowerPoint (Online Presentation)

Importance and Relevance of TPP in Biotechnology

Biotechnology relies heavily on the recovery of biomolecules such as enzymes, proteins, polysaccharides, and metabolites in high purity.

Downstream processing can account for more than 50% of the total production cost. Therefore, alternative methods such as TPP are essential.

The significance of TPP lies in its ability to provide:

- Simultaneous concentration and partial purification,
- Low operational cost due to simple reagents,
- Minimal need for expensive chromatography,
- Adaptability to a wide range of biomolecules (enzymes, polysaccharides, oils, pigments),
- Mild operating conditions, preserving biomolecule activity.

3 atanmamış katılımcı

Session2 Hall5 Ayşe...

Sinan Öztas HALL-5

SESSION-2 HALL-5 Da...

Fatih ALTUN

Gözde ALTUNTAŞ

Session2 Hall5 Ömer...

SONUÇLAR

Sıcaklık Duyarlılığı (-30 °C ... +60 °C)
Set noktası kayması açısından, yeni mimari UPSO/OPSO için maksimum Δ set'i %1,0-1,1 bandında korurken; eski mimaride bu değer %3,2-3,5 olarak ölçülmüştür.
Bu sonuç, yaklaşık 3 kat daha düşük sıcaklık duyarlılığına karşılık gelmektedir.
Çalışmanın detaylarını Tablo-6'de gösterilmiştir.

Yöntem	USPO Δ_{set} (% max)	OPSO Δ_{set} (% max)
Yeni (Yaylı)	1,1	1
Eski (Diği/Mafsallı)	3,5	3,2

Tablo 6 Sıcaklık Hassasiyeti

ESKA

4 atanmamış katılımcı

SESSION-2 HALL-5 ÖZ...

Fatih ALTUN

Gözde ALTUNTAŞ

Session2 Hall5 Ömer...

Eylem Asmatulu

Ramazan Asmatulu

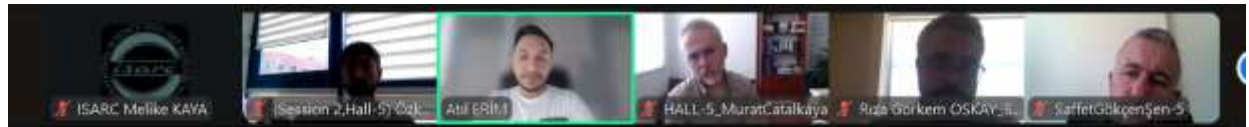
SONUÇLAR

Sıcaklık Duyarlılığı (-30 °C ... +60 °C)
Set noktası kayması açısından, yeni mimari UPSO/OPSO için maksimum Δ set'i %1,0-1,1 bandında korurken; eski mimaride bu değer %3,2-3,5 olarak ölçülmüştür.
Bu sonuç, yaklaşık 3 kat daha düşük sıcaklık duyarlılığına karşılık gelmektedir.
Çalışmanın detaylarını Tablo-6'de gösterilmiştir.

Yöntem	USPO Δ_{set} (% max)	OPSO Δ_{set} (% max)
Yeni (Yaylı)	1,1	1
Eski (Diği/Mafsallı)	3,5	3,2

Tablo 6 Sıcaklık Hassasiyeti

ESKA



MATERYAL VE YÖNTEMLER

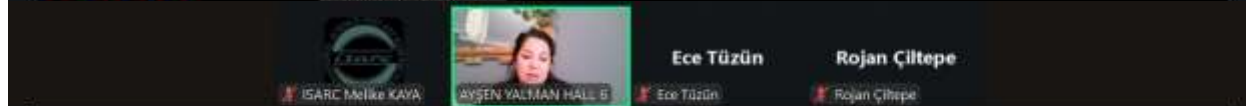
- Yeni tasarımın parçaları Tablo 1'de detaylı olarak gösterilmiştir.

EMİSYON KAPATILMA PARÇA LİSTESİ				
NO	Parça Görseli	Parça Adı	Malzeme Türü	İmalat Yeri
1		Özün Dışkısı-İP	W8R 70 Shore A	Taşıyıcı Prens
2		Özün Alt Kapak	EN AC-4000	Metal Emekleme
3		Özün Mili	Ca218P9.2 CWS149	Taşıyıcı İmalat
4		Özün Tektirgi	Ca218P9.2 CWS149	Taşıyıcı İmalat
5		Özün Tektirgi	AST 304	Taşıyıcı İmalat
6		Özün Ön Kapak	EN AC-4000	Metal Emekleme
7		Maks. Yarı Çapı	Ca218P9.2 CWS149	Taşıyıcı İmalat
8		Özün Mili Yarı	Gr (C) Kalite Yarı çığı	Yarı İmalat
9		Özün Mili Yarı	Gr (C) Kalite Yarı çığı	Yarı İmalat

Tablo 1 Parça Listesi

ESKA

4 atanmamış katılımcı



LİTERATÜR

- Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte gazetecilik alanında önemli dönüşümler yaşanmıştır. Bu dönüşümün en dikkat çekici boyutlarından biri, haber üretiminde veri odaklı yaklaşımın öne çıkmasıdır.
- Veri gazeteciliği, yalnızca haberin yazılı aktarımıyla sınırlı kalmayan; verilerin toplanması, analiz edilmesi ve farklı görsel araçlarla okuyucuya sunulmasını içeren bir habercilik pratiği olarak tanımlanmaktadır.
- Bu yaklaşım, özellikle karmaşık toplumsal, siyasal ve ekonomik meselelerin anlaşılabilir bir biçimde kamuoyuna aktarılmasında kritik bir rol üstlenmektedir (Coddington, 2015). Böylece gazetecilik, salt bilgi aktarıcı olmaktan çıkıp, aynı zamanda verilerin görsel ve etkileşimli biçimlerde sunulduğu daha analitik bir boyut kazanmıştır.

5 atanmamış katılımcı

Windows'u Etki



Messaouda belo...

Messaouda belouadah S3



Innovative Solutions: Waste Valorization from Burden to Resource

Given the urgent need for sustainable development, the concept of "waste valorization" has emerged as a promising solution.

This concept focuses on transforming industrial waste from a useless material into a valuable secondary raw material.

Our goal is to demonstrate that recycling this waste can help reduce the environmental footprint while creating economic value.



INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

REF: AKADEMİK TEŞVİK

15.09.2025

İLGİLİ MAKAMA

7.ULUSLARARASI TRAKYA BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ 28-29 AĞUSTOS 2025 tarihleri arasında EDİRNE'de ve online olarak 10 farklı ülkeden (Türkiye:41 ve diğer Ülkeler:47 ; Toplam:88 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
Assoc Prof. Dr.Ufuk ÇETİN	Emily Carr In Canadian Painting	1-8
Asst. Prof. Dr. H.Hale AYGÜN	Influence Of Fabric Basis Weight On Shielding Efficiency	9-17
Ali Hüsrev KARABACAK Prof. Dr. Arif GÖK	Design Of The Vtp Protocol In Vlan Management, Performance Evaluation, And Reduction Of Security Risks With Honeyplot	18-20
Assist. Prof. Dr. İlter ALKAN	Spacing Issues In Turkish Fonts And Their Anatomical Foundations	21-36
Arş. Gör. Abdullah Yiğit GÜNGÖR Prof. Dr. Sebastian MAJEWSKI	Football And Social Responsibility: Content Analysis Of Matchday Ceremony Banners	37-38
Arş. Gör. Abdullah Yiğit GÜNGÖR Prof. Dr. Sebastian MAJEWSKI	The Effects Of Foreign Video Assistant Referee (Var) In Football: Evidence From Turkish Super League	39-40
Assoc. Prof. Dr. Nural YILDIZ Ertuğrul TÜRKSEVER	Unplanned Purchasing Behaviors: Complexity And The Decision-Making Process	41-51
Brahim Malki Mounia Sliman	Impact Of Perceived Quality Of Mobile E-Commerce Applications Integrating Artificial Intelligence On Online Consumers Purchase Intention: An Exploratory Qualitative Study	52
Esra ARILI ÖZTÜRK	In Vitro And Clinical Applications Of Guided Endodontics	53-60
Uzm.Dt. Ceren TURAN GÖKDUMAN	Orthodontic Considerations in Traumatized Teeth from an Endodontic Perspective: A Review	61-68
Sümevra TOPAL Sinem YALNIZOĞLU ÇAKA Öğr. Gr. Dr.Sinem ÖZTÜRKLER Yunus GÜRBÜZ	Burnout İn pediatric Nurses: Examining The Relationship Between Moral Distress And Missed Nursing Care	69-70
Öğr. Gr. Dr.Sinem ÖZTÜRKLER Aycan ŞAHİN Yasemin ÖZHANLI Ayşegül ŞİMŞEK Ayberk ÇAKIR	Effect Of Active Rewarming On Normothermia, Maternal And Neonatal Outcomes İn Elective Cesarean Section: A Randomized Controlled Trial	71-72
Assist .Prof. Dr.Fatma AYVAT Mert DOĞAN	Determining The Physical Activity Scale For The Elderly (Pase) Cut-Off Score For Fall Risk İn Older Adults	73-74
Kramatullah TURKMAN Özden BASKAN	The Effects Of A Customized Exercise Program On Pain, Kyphosis Angle, And Quality Of Life İn Healthy Adults	75-76
Fatmanur GÜLER Güller ŞAHİN	Literature Review On The Debate On Health Outcomes And Income Distribution Inequality	77-89
Fatmanur GÜLER Güller ŞAHİN	Income Hypotheses As A Social Determinant Of Health	90-97

AUTHORS	TITLE	NO
Assist. Prof. Dr. Ufuk DEMİRCİ	What Does The Climate Law Offer For The Forestry Sector?	98-116
Res. Asst. Dr. Handan UĞUZ BAYRAKÇEKEN Dr. Rahime ALTINTAS Prof. Dr. Bilal YILMAZ	Determination Of The Chemical Composition Of Stone Mint Essential Oil	117-123
Buse Nur KAYA AY Cansel KADIOGLU AKBULUT	Examination Of Science Education Master's Students' Attitudes Towards Graduate Education In Terms Of Demographic Variables	124-132
Yasin SANCAR	Minimizing Error Rates In The Logistics Of Exam Documents In Distance Education Using A Qr Code-Based Tracking System	133-139
Dr. Rahime ALTINTAS Res. Asst. Dr. Handan UĞUZ BAYRAKÇEKEN	Applications Of Three-Phase Partitioning Method In Biotechnology	140-149
Esra SARPYAR Hakan FİDAN Özer ÇALIŞ	Determination Of Resistant Kikağaç Type Melon Cultivars Against Fusarium Wilt Disease	150-151
Doç. Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD	Effects Of High Temperature Stress On Tomato (Solanum Lycopersicum L.)	152-162
Doç. Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD	Investigation Of Drought Stress Response Mechanisms In Tomato (Solanum Lycopersicum L.)	163-171
Murat ÇATALAKAYA	Experimental Design And Numerical Analysis Of An Air-Heated Solar Collector With Sinusoidal Grooved Absorber Plates	172-190
Özkan KÖSE Yıldız KOÇ	Evaluation Of Emission Effect Of Hydrogen Mixed Natural Gas	191-200
Atıl ERİM Prof. Dr. Hüseyin PEHLİVAN	Design And Validation Of A Safety Shutoff Valve Developed By Eliminating The Continuous Load On The Spring Nut	201-208
Saffet Gökçen ŞEN	An Analytical Solution To The Generation Of Identity Vectors Of Binary Images	209-218
Fatih ALTUN ÖĞR. GR. DR.Gözde ALTUNTAŞ EYLEM ASMATULU RAMAZAN ASMATULU	Additive Manufacturing of Ti-6Al-4V: Influence of Cryogenic and Stress-Relief Heat Treatments on Electrical Conductivity	219-226
Assist. Prof. Dr. Sinan ÖZTAŞ	Driver Risk Factors In High-Altitude Winter Traffic Accidents: A Multivariate Behavioral Analysis Of Erzurum Crashes	227-235
Assist. Prof. Dr. Rıza Görkem OSKAY Assist. Prof. Dr. Cüneyt BİRCAN Prof. Dr. Ali İhsan KARAYİĞİT	Paleoenvironmental Characterization Of Oligocene Formations In The Silivri Natural Gas Field (Ne Thrace Basin), As Demonstrated By Palynofacies, Organic Petrography And Rock-Eval Pyrolysis Data	236-238
Umut AYDEMİR Dr. Ayşegül GÜNGÖR ÇELİK	Thermodynamic Assessment Of A Coal-Fired Thermal Power Plant By Exergy Analysis	239-240
Assist. Prof. Dr. Ömer ÖZBİLEN Assoc. Prof. Dr. Murat GENÇ	Optimal Parameter Estimation Methods For The Exponentiated Kumaraswamy Distribution	241-242
Arş. Grv. Dr. Damla Özgür	Numerical Analysis Of Thermal Behavior Of Cmc-Based Hybrid Nanofluids In Turbulent Flow Regime Through A Horizontal Pipe	243-252

AUTHORS	TITLE	NO
Arş. Gör. Dr. Ali AKSAÇ	Symbolic Interactionism: Society And Religion	253-254
Rojan Çiltepe	In Pursuit of Truth or Utility? The Conception of Knowledge in Bacon, Plato, and Aristotle	255-256
Rojan Çiltepe	Reason Between Rationalism And Empiricism: A Comparison Of Descartes And Locke	257-258
Ayşen YALMAN	Visualization Trends In Data-Driven Journalism: An Analysis Of Infographic News In Turkish Media	259-272
Ece TÜZÜN Doç. Mehmet ÖCAL	Bakım Emekçileri Ve Yaşlı Bakımında Güvencesizlik Sorunu: Sosyal Politikalar Açısından Bir Derleme	273-274
Ece TÜZÜN Doç. Mehmet ÖCAL	Emeklilik Sistemleri Ve Yaşlı Yoksuluğu: Neoliberal Politikaların Etkileri	275-284
Şeyma HAN	Child In Adult Literature: The Example Of The Fisherman And His Son (Balıkçı Ve Oğlu)	285-292
Öğr. Gr. Dr.Tuba ELMAS	Ali Ferit Bey's Views On Practical Education And His Contribution To The History Of Education In Edirne	293-294
Farasat Babazade Rafael	The Concept Of God İn Dostoyevsky'y Literature	295-303
Parvin SAFAROVA	Scientific Significance Of Works Of Ancient Authors In The Study Of The History Of Atropatena	304-312
Associate Professor Dr. Naseem Akhter	Military Strategies and Expansion of the Islamic State under Hazrat Umar (RA)	313
Associate Professor Dr. Naseem Akhter	The Prophet's (pbuh) Role in Promoting Women's Rights in 7th Century Arabia	314
ARRAJI Maryem Khaoula EL BARBI CHAHBOUNE Mohamed	Prevalence And Determinants Of Medication Adherence In Moroccan Patients With Type 2 Diabetes: A Multicenter Cross-Sectional Study	315
Khaoula EL BARBI Maryem ARRAJI Abdellah GANTARE	Fostering Research Integrity In Nursing Students Through Ethics Education	316
Taskeen Fatima Adnan Sarwar	The Impact Of Liver Crrrhosis On The Progression And Complications Of Diabetes Mellitus	317
TASKEEN FATIMA	An Overview Of Cad; Etiological Factors &Surgical Managements	318
Mohamed EL RHOCH Najoua MOUDEN Zineb SELLAL Karima SELMAOUI Amina OUZZANI TOUHAMI Amar RABHI Allal DOUIRA	First Report Of Clonostachys Rosea Associated With Disease Symptoms In Argania Spinosa Seedlings In Morocco	319
EL RHOCH Mohamed MAAZOUZI Soukaina MOUDEN Najoua SELLAL Zineb SELMAOUI Karima OUZZANI TOUHAMI Amina DOUIRA Allal	Influence Of Trichoderma-Based Seed Treatment On Early Growth Of Argan (Argania Spinosa) Seedlings	320

AUTHORS	TITLE	NO
Mohamed EL RHOCH Soukaina MAAZOUZI Mohamed OUAJDI Zineb SELLAL Najoua MOUDEN Karima SELMAOUI Amina OUZZANI TOUHAMI Amar RABHI Allal DOUIRA	Involvement Of Fusarium Solani In Dieback Disease Of Argan Trees In Moroccan Nurseries	321
EL RHOCH Mohamed MAAZOUZI Soukaina MOUDEN Najoua SELLAL Zineb SELMAOUI Karima OUZZANI TOUHAMI Amina DOUIRA Allal	Improving Argan Seedling Development Using Trichoderma-Based Seed Treatment	322
ARRAJI Maryem EL BARBI Khaoula CHAHBOUNE Mohamed	Determinants Of Medication Adherence: A Key Challenge In Chronic Disease Management	323
Rabia Chahbounia Abdellah Gantare	Enhancing Communication Skills Among Emergency Nurses In Morocco: Insights From A Coaching-Based Pilot Study	324
Mohammed Waheeb	The Journeys of Arab Poets through Mediterranean Countries via Jordan Southern Levant	325-328
Farid Shariatzadeh Bami	An Investigation Into Several Gaseous Pollutants In The Periphery Isfahan Refinery-Iran	329-333
Adel DELIOU Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Mohamed CHAOUR Khmissi BELKAID Abdelkader FIDJAH	Diagnosis and Monitoring of Rotating Machines by Vibratory Analysis	334
Dr. Iram Liaqat	Exploring microbial Biofilms bioremediation potential for Pesticides and dyes	335
Dr. Messaouda BELOUADAH Prof. Dr. Zine Elabidine RAHMOUNI Prof. Dr. Nadia TEBBAL Dr. Wahiba DELLOUM	Innovative Use Of Industrial Waste In Mortar: Enhancing Material Performance Through Sand Replacement	336
ABDELBAST Karbal Hassan Naanani AHMED Moutabir MUSTAPHA Faraji DRISS Azdem JAMAL Mabrouki FOUAD Alloun ABDEESLAM ELBouari OTMAN Abida	Towards Efficient And Sustainable Desalination: Adaptive Optimization Of CDI/FCDI Processes Using Backstepping Control And AI-Based Prediction	337-338
R.Thiruchelvi Dr.P.Saravanan Dr.M.Chamundeeswari	Value-Added Nanocellulose Valorized from Fruit Peel Waste for Potential Dermal Wound Healing and Tissue Regenerative Applications	339-340
Jihane ZNAKI Fatima Zahra ZNAKI Khalid. SAID Mohamed ADADI Hassane MOUSTABCHIR Souad ELKHATTABI	Pressure-Induced Bandgap Engineering Of Lead-Free Halide Perovskite Fagebr 3 : A DFT insight	341

AUTHORS	TITLE	NO
Maroua DAHMANI Ilyas ANTRAoui Ali KHETTABI	Analyzing The Filtering Properties Of A One-Dimensional Acoustic System Using Open Lateral Resonators With Different Geometric Dimensions	342
Rezart XHANI Eugen TATA Herion DREDHA	Risk Factors For Recurrence And Progression In Non-Infiltrative Bladder Tumors	343
Nandita D Saranya Devi K Deepthi K. S	Moss-Associated Endophytic Bacteria As Biocontrol Agents Against Mango Fungal Pathogens: A Sustainable Strategy For Plant Protection	344-345
Zainib Razzaq Samreen Gul Khan Fozia Anjum Naheed Akhtar	A Facile Synthesis Of 1,3,4-Oxadiazole-Based Carbamothioate Molecules: Antiseizure Potential, EEG Evaluation And In-Silico Docking Studies	346
Md. Mahmudul Hasan Biplob M.K.R. Khan M. Mozibur Rahman MSI Sarker	Preparation and Characterization of Mo-doped ZnO thin film by Spray Pyrolysis Method	347
Faizan Afzal	Prescription Drug Misuse (PDP): A Cross sectional And Descriptive Type Of Study In Public And Pharmacies To Evaluate Root Cause Of Drug Misuse	348-349
Alpha Friday Ebole Akeem Olanrewaju Ajani Khadijah Kubura Agbalaya	Design And Implement Of An Iot-Based System For Real-Time Monitoring Of Livestock Health And Gps Location Tracking Using Gsm Technology	350
Yahaya Y. M Shehu, I. Y Bello, H.	Enhancing Competencies of Motor Vehicle Motor Teachers in Diagnostic Procedure in Modern Automobiles Electrical Electronic for Effective Teaching and Learning in Technical Colleges	351
Yahaya, Yusuf Muhammad	Upskilling Local Mechanics for Sustainable Electric Scooter Maintenance: A Framework for Action	352
MD. Salek Miah	RPD3 Phosphorylation Acts as a Carbon Source-Dependent Epigenetic Switch in Yeast Metabolic Regulation	353-354
Reda CHAHIR Jacob GALAN Salaheddine REDOUANE Hicham HBOUB Lahoussaine ASERRAR Khawla AMMOUCH Noureddine HAMMANI Salma CHAKIR Ahmed Salim LAHLOU Hinde AASSILA Rachid ELFATIMY Naoual OUKKACHE	Computational Discovery Of Sars-Cov-2 Viral Entry Inhibitor Peptides From Androctonus Mauretanicus Scorpion Venom: Molecular Docking And Dynamics Targeting The Spike Protein's	355-356
Veronika DUCI	Reviewing Social Work Curricula: Assessing The Coverage Of Social Services Systems And Future Challenges	357
Khoshi Anwer Hasan AL-JAF Midya Rafiq Majeed Shokhan Anwar Hassan Al-Jaf	Code-Switching Patterns In Bilingual Translation Tasks: A Mixed-Methods Study Of EFL Students At Garmian University	358-370
Dr Khaoula EL BARBI Maryem ARRAJI Abdellah GANTARE	Enhancing Research Rigor through Ethics Education: Insights from Moroccan Nursing Students	371
Assoc. Prof. Dr.R. Devi	Formulation And In Vivo Evaluation Of Anti-Fungal Drug-Loaded Liposomes	372
Assoc. Prof. Dr.R. Devi	Gold Nanoparticles Application In Cancer Chemotherapy	373

AUTHORS	TITLE	NO
S. Sakthi R. Devi R. Jothilakshmi Dr.R. Srinivasan S. Kalaivanan	Assessment Of Anti-Hyperglycemic Activrty In Salvia Splendens	374
Sriram. R Devi. R Dr.R. Srinivasan Parthasarathi. V Mohamed Ashik Ali. M.	Nanomaterials As Analytical Tools For Genosensors	375
Parthasarathi.V Devi. R Dr. R. Srinivasan Sri Ram.R S. Kalaivanan	Application Of Carbon Nanocomposites	376
Benyahia Amar	Sustainable Mortar Formulations: Reusing Ceramic Waste In Cement-Lime Mortars For Heritage Building Repair	377
Mahnoor Khalid Sikander Ali	Turning Waste Into Nutrition: Single Cell Protein Production By Cellulosimicrobium Cellulans	378
Arif Gull Hafsa Naeem Ayesha Batool Hafiz Sharjeel Ahmad Doultana Chashman Ahmed	Green Solvent Systems For Processing Of Eco-Friendly Biocomposites	379
Iwole Abel Yomi Olatunji Temilade Afolasade	Exploring Cultural Hybridity In Postcolonial Literature: A Comparative Analysis Of Chimamanda Ngozi Adichie's The Thing Around Your Neck And Scholastique Mukasonga's Our Lady Of The Nile	380
Yusuf Kolapo Ibrahim Samuel Seun Salako	Evaluating The Effectiveness Of Public-Private Partnerships In Urban Transportation Systems: A Business Model Perspective	381

KANADA RESİM SANATINDA EMILY CARR**Ufuk ÇETİN**

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Meslek Yüksekokulu , El Sanatları Bölümü, 59860 Çorlu, Tekirdağ

ORCID: 0000-0001-5102-8183**ÖZET**

Emily Carr, 1871 ile 1945 yılları arasında yaşamış, Kanada doğumlu bir kadın ressamdır. Batı kıyısındaki Kızılderililer ve manzara sanatında en önemli Kanadalı sanatçı olarak kabul edilmektedir. 1930'da Carr, ilk ulusal ikonografi değerlendirmesi yapmış ve kişisel yenilikçi kelime dağarcığını geliştirerek 19. yüzyılın sonları ve 20. yüzyılın başlarında Batı Yakası için sosyal, kültürel ve ekolojik olarak yeni bir görüntüleme sistemi icat etmiştir. 1930 ve 1931'de Kanada Ressamlar organizasyonuna katılmıştır. Carr, uzun süren kariyeri boyunca birçok stil denemiştir. Sanatı, 20. yüzyılın ilk yarısında modernizmin gelişimi içindeki gelişmelere yaklaşmaktadır. Tarzındaki ve yöntemindeki değişikliklerden bağımsız olarak, birincil ve çoğu zaman birbiriyle örtüşen "kaybolan" ilk ülke kültürleri ve batı manzarası gibi konularla ilgilenmiştir. Ayrıca, son on yılda ürettiği resimler çok beğenilmiştir. Karanlık ve ritmik ormanlar, büyük gökyüzleri ve devasa totem yapıları gibi varoluşunun, tamamen kendine ait bir moda geliştirmesine rağmen, Carr, kariyerinin son yıllarında yavaş yavaş endüstriyel ve önemli başarılar elde etmiştir. Ünü kendisine, bir kadın olarak bağımsızlığı sağlamıştır. Öteyandan, evliliği, uzaktaki ilk yerli köylerine yalnız başına ve sık sık gitmesi, tüm engellere, dikkatini başka yönlere çekmek isteyen kişilere ve eleştirilere rağmen, resime olan bağlılığı ilham verici olmaya sürekli devam etmiştir. Resimleri zihninizle bedeniniz arasında bir bağ kurmanızı sağladıkları için adeta şifa vermektedir. Ayrıca resimlerini izleyenler ruhen yolculuğa davet edilip, kalabalıktan ve günlük sorumluluklarından uzaklaşarak doğayla buluşmaktadırlar.

Anahtar Kelimeler: Emily Carr, Kanada Resim Sanatı, Manzara Resmi, Kadın Ressamlar, 19. Yüzyıl Resim Sanatı

EMILY CARR IN CANADIAN PAINTING**ABSTRACT**

Emily Carr is a Canadian born painter lived between 1871 and 1945. She is an established prime Canadian artist at art on western coast Indians and landscape. In 1930, Carr reevaluated first countries iconography and advanced her personal innovative vocabulary, inventing a photo system for the West Coast socially, culturally, and ecologically within the late 19th and early twentieth centuries. Besides, Carr was invited to exhibit with the institution of seven in 1930

and in 1931, she joined the Canadian organization of Painters. Carr experimented with many styles throughout her prolonged career. Her art approximates developments inside the development of modernism within the first half of the 20th century. Regardless of changes in her style, method and cause, she remained absorbed by primary and often overlapping subject matters: the "disappearing" first nations cultures and the western landscape. Moreover, she is possibly pleasantly acknowledged for the paintings she produced in the remaining decade of her existence like dark and rhythmic forests, great spiritual skies and huge totemic structures although she developed a fashion that was totally her very own. Carr slowly started to gain industrial and important achievement in the concluding years of her career, but the renown she loved slightly compares to the esteem wherein she was held so broadly. Finally, her independence as a female whilst domesticity turned into expected, her resolve to travel frequently and unaccompanied to remoted first nation villages, and her devotion to painting despite the obstacles, distractions and criticism, remain inspirational. Her paintings show healing because they make you to imagine a connection between your mind and your body. Furthermore, observers of her paintings are invited to journeys spiritually. They meet nature leaving far from the crowds and their daily responsibilities.

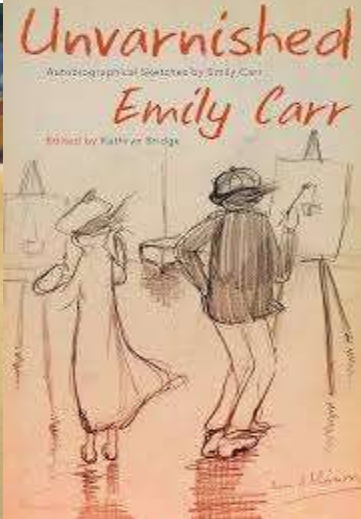
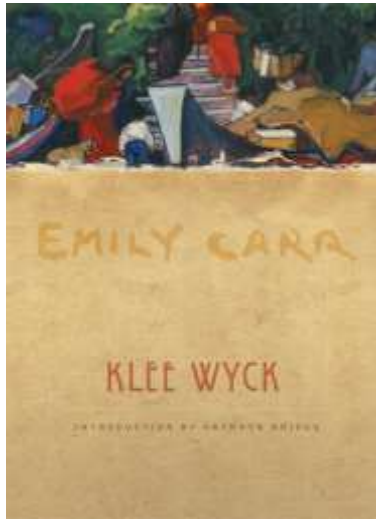
Keywords: Emily Carr, Canadian Painting Art, Landscape Painting, Women Painters, 19th Century Painting Art

GİRİŞ

Emily Carr 13 Aralık 1871 yılında Kanada’da doğmuş ve 2 Mart 1945 tarihinde Kanada’da ölmüş önemli bir kadın ressamdır. Doğduğu yerden, orada yaşayan yerlilerden, köylülerden ve British Columbia’nın manzaralarından ilham almıştır. Yalnızca resim yapıp övgü kazanmamış pek çok kitap da yazarak Kanada kültür tarihine ve kendisinden sonra gelecek olan Kanadalı ve diğer pek çok uluslararası ülkelerin ressamlarına öncülük etmiştir. Özellikle 1941 yılında yayınlanan ilk kitabı “Klee Wyck”, kurgusal olmayan eserler dalında ödül almıştır (Baldissera, 2015). “Klee Wyck”, Kanadalı sanatçı Emily Carr’ın bir anı kitabıdır. Sanatçı, British Columbia’nın batı kıyısındaki yerel halkları ve kültürleri arasındaki deneyimlerini kısa eskizlerle bu kitabında anlatmaktadır. Yazmış olduğu bu kitap ve onun tarafından yazılan veya daha sonra yazılarından derlenen diğer kitapları günümüzde oldukça popülerdir.



1)Emily Carr,Portre 2) Emily Carr, The Indian Church İsimli Tablosu



3)Emily Carr,Klee Wyck Kitap Kapağı 4)Emily Carr,Unvarnished: Autobiographical Sketches Kitap Kapağı

Carr'ın1929 yılında yapmış olduğu “The Indian Church” gibi önemli resimleri, ilk başlarda Kanada'da pek bilinmiyordu(Carr,2006). Ancak Kanada'nın en önemli sanatçılarından biri olarak ünü artmaya devam etti. Günümüzde, Kanada sanat ve edebiyatının sevilen, hatta saygı duyulan bir figürü olarak kabul edilmektedir. 1871 yılında, British Columbia'da doğan Emily Carr, İngiliz Richard ve Emily Saunders Carr çiftinin dokuz çocuğunun ikincisiydi. Carr'ın evi, Victoria'nın James Bay bölgesinde, Birdcage Walk'ta bulunuyordu.Bu ev Günümüzde Emily Carr Evi olarak adlandırılan bir müzeye dönüştürülmüş olup Kanada Ulusal Tarih bölgesi içerisindedir(Dejardin,2014).



Emily Carr'ın Kanada'da Yaşamış Olduğu Ev

Emily Carr British Columbia'nın Batı Yakası'ndaki Yerli halklar ve manzaralarla olan derin bağıyla tanınan Kanadalı bir sanatçı ve yazardı. Kanada modernizminin öncülerinden biri olarak kabul edilir ve genellikle Yediler Grubu ile ilişkilendirilir, ancak büyük sanat merkezlerinden biraz uzakta bağımsız olarak yaşamış ve çalışmıştır.



Emily Carr, A Bicycle Trip along the Cowichan, 1895, 1. Örnek



Emily Carr, A Bicycle Trip along the Cowichan, 1895, 2. Örnek

En önemli sanatsal katkıları arasında, Yerli kültürüne ve vahşi doğaya duyduğu yoğun bir sevgi ve saygıyı yansıtan, Yerlilerin köylerini, totem direklerini ve British Columbia'nın doğal ortamını gösteren canlı resimleri yer alır. Hayatının büyük bir bölümünde sınırlı bir maddi başarı elde etmesine rağmen, çalışmaları özellikle 1927'de Yediler Grubu üyeleri ve Kanada sanat topluluğundaki diğer kişiler tarafından tanındıktan sonra, geç dönem eleştirmenlerin beğenisini kazandı (Holmlund & Youngberg, 2003).

Carr, resim sanatının yanı sıra yetenekli bir yazardı. 1941'de Edebiyat Ödülü'nü kazanan “Klee Wyck” gibi kitapları, Yerli Kızılderililerin yaşamı ve kendi sanatsal yolculuğu hakkında otobiyografik bakış açıları ve ayrıntılı gözlemler sunar(Morra,2005).Sağlık sorunları resim çalışmalarını kısıtladıktan sonra giderek daha fazla yazmaya yönelmiştir.

Emily Carr, sabırlı olmayı ve sanatsal özgünlüğü simgeleyen bir Kanada simgesi ve ulusal hazinesi olarak kabul edilir(Shadbolt,1979). Çalışmaları, Batı Yakası Yerli sanatı ve manzaralarını ulusal ve uluslararası düzeyde bilinir hale getirmiştir. Ölümünden sonra ünü daha da artmış ve Kanada'da Ulusal Tarihi Kişi olarak kabul edilmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Emily Carr ve sanatı üzerine daha önce yapılmış Türkçe akademik herhangi bir çalışma bulunamamıştır. Dolayısıyla Emily Carr üzerine yapılmış olan bu çalışmayla alandaki bu boşluk doldurulup, bu konuda araştırma yapmak isteyen gelecekteki yeni araştırmacılara Türkçe bir kaynak sunularak katkı sağlanacağı umulmaktadır.Araştırma konusuyla ilgili olarak basılı ve elektronik tüm kaynaklara ulaşılmaya çalışılmış, ressamın yazarlık yönüne de değinilerek,ikonografik bir yöntem kullanılmış ve ressam çok yönlü olarak tanıtılmasına çalışılmıştır.Carr,Victoria, British Columbia'da doğmuş ve ölmüştür.Pasifik Kuzeybatı Kıyısı'nın yerli kültürlerinden oldukça etkilenmiştir.Carr 50'li yaşlarında ulusal ve sanatsal anlamda tanınırlık kazanmaya başlamıştır.Güçlü yazıları ve açık sözlülüğüyle tanınan bir ressam, yazar ve tarihçi olmuştur.”Indian Church “ve” Totem Poles “serisi gibi resimleriyle daha çok tanınmıştır. Sanat ve otobiyografiyi harmanlayan ödüllü kitaplara da imza atmıştır.Kişisel ve profesyonel gelişimini izole bir hayat sürerek gerçekleştirmiştir.Feminist ve kültürel bir ikon haline dönüşerek zamanla, Kanada modern sanatı ve edebiyatında önemli bir figür olarak yer almıştır.Tüm bu yönleriyle incelendiğinde ressam üzerine araştırma yapılmasına karar verilmiş olup alanyazına katkı sağlanması hedeflenilmiştir.

EMILY CARR VE SANATI ÜZERİNE

Emily Carr'ın Yerli etkileri, özellikle totem direkleri ve köy sahneleri olmak üzere, British Columbia'nın İlk Yerli kültürlerinden görsel unsurları yeniden yorumlayıp ilham vererek sanat tarzını derinden etkilemiştir. Geleneksel Yerli ikonografisini yeniden tasarlayarak, bu kültürel sembolleri Avrupa'da karşılaştığı Post-Empresyonizm, Fovizm, Kübizm ve Alman Ekspresyonizmi gibi modernist sanatsal yaklaşımlarla birleştiren kişisel bir görsel dil yaratmıştır(Trippet,1979). Bu durum Batı Yakası için, Carr'ın Yerli kültürüne ve doğal manzaraya olan derin saygısını ve manevi bağlılığını yansıtan sosyal, kültürel ve ekolojik temaları aktaran benzersiz örneklerle sonuçlanmıştır.Carr, kendisine güçlü bir Yerli görsel

diline giriş noktası sağlayan, gerçek temsilin ötesinde temaları keşfetmesine olanak tanıyan, totem direklerinin manevi ve tılsımlı amacına ilgi duyuyordu(Thom,2013). Sanatı, maneviyatı, doğayı ve Yerli sembolizmini birleştiren güçlü bir kişisel vizyonu ifade etmek için antropolojik bir belgelemenin çok ötesine geçmiştir.

Yerli toplulukları ziyaret ederek sanatlarını ve kültürlerini ilk elden oluşturdu ve bu da Yerli yaşamı ve coğrafyasına dair anlayışını ve görsel kültürünü zenginleştirdi(Walker,1996).Carr, Yerli yaşam tarzının toprakla derin bir bağlantısı olduğunu düşünüyordu ve bu ilişki çalışmalarının merkezinde yer alıyordu. Ressamın Yerli kültürel unsurları sevmeyi ve onları korumayı amaçladığı da görülmektedir.

Yerli etkileri, onu totem direkleri ve ağaçlar gibi doğal formları salt nesneler yerine manevi semboller olarak ön plana çıkarmaya yöneltti.Etkileyici fırça izleri ve daha sonraki soyut dışavurumculuğu öngören modernist bir yaklaşım kullandı(Watanabe&Bridge,2019).Bu sentez sayesinde Carr, Batı Yakası Yerli kültürel mirasıyla yakından ilgili, belirgin bir Kanada modern sanat tarzının öncülüğünü üstlenmiştir.



Emily Carr, Heina, 1928



Emily Carr, Autumn in France, 1911

Yerli kültürü, Emily Carr'ın sanat tarzını şekillendirdi.Sembolik formlar, manevi anlam ve tematik derinlikler sağladı ve bunları modernist estetikle bütünleştirerek hem kültürel saygıyı hem de kişisel vizyonu ifade eden benzersiz ve güçlü bir sanatsal dil yarattığı söylenebilir.

SONUÇ

Emily Carr Pasifik Kuzeybatı Kıyısı yerli halklarından büyük ölçüde ilham alan Kanadalı bir sanatçı ve yazardı. Post-empresyonist resim tarzını benimseyen Kanadalı ilk ressamlardan biri olan Carr, eserleriyle hayatının ilerleyen dönemlerine kadar geniş çapta tanınmadı. Olgunlaştıkça resimlerinin konusu yerli temalardan manzaralara ve özellikle de orman manzaralarına kadar çeşitlilik gösterdi. Bir yazar olarak Carr, British Columbiası'ndaki hayatın en eski tarihçilerinden biridir. Yerleşimcilerin yerlileri "medenileştirmek" için ellerinden geleni

yaptıkları bir dönemde, Emily Carr totem direklerinden resimler yapmak için terk edilmiş köylere seyahat etti. Terk edilmiş köylerin bolluğu, ne yazık ki bir önceki yüzyıldaki nüfus azalmasının bir göstergesi olarak düşünülebilir. Çalışmaları Kanada'nın önde gelen kurumlarında takdir edilmektedir ve hayatı sanatsal yenilikçiliğin, derin kültürel bağlılığın ve kişisel azmin bir karışımını yansıtmaktadır. Emily Carr, Kanada sanat ve kültüründeki mirasını tanımlayan birkaç temel nedenden dolayı önemlidir. Kanada modernizminde öncü bir figürdür ve modernist sanatsal yaklaşımları, özellikle Pasifik Kuzeybatısı'ndan gelen derin Yerli kültürel etkilerle birleştirmesiyle tanınır. Bu, Yerli totem direklerini, köyleri ve manzaralarını salt öznel olarak değil, manevi ve sembolik unsurlar olarak da ön plana çıkaran, benzersiz bir Kanada sanatsal dili yaratmıştır. Carr'ın çalışmaları, British Columbia'nın Yerli halkları ve manzaralarıyla güçlü bir bağ kurarak, sömürge baskılarıyla karşı karşıya kaldıkları bir dönemde bu kültürle ulusal ve uluslararası farkındalık kazandırmaya yardımcı olmuştur. Resimleri ve yazıları, önemli kayıtlar olarak kabul edilip bu kültürlerin önemini vurgulamaktadır. Sanatsal vizyonu, Batı Yakası çevresinin manevi ve temel güçlerini yansıtarak, doğal dünyanın ihtişamını yansıtmış ve sanatı 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkan Kanada ulusal kimliği kavramlarıyla ilişkilendirilmiştir. Erkek egemen bir sanat dünyasında normları yıkan ve kendi döneminde bağımsız, geleneklere bağlı olmayan bir figür olarak yaşayan öncü bir kadın sanatçıydı. Bu durum, Kanada'da feminist ve kültürel bir ikon olarak statüsüne katkıda bulunmuştur. Çalışmaları çağdaş sanatçılara ilham vermeye devam etmekte ve hem sanatsal yenilikçiliği hem de Yerli kültür ve ekolojisine duyduğu sevgi ve saygıyla tanınan ulusal bir kahraman olmaya devam etmektedir. Emily Carr'ın önemi, Yerli mirasını, doğal manzarayı ve modernist estetiği bir araya getiren özgün bir Kanada modern sanat anlatısının yaratıcısı olarak kabul edilmektedir. Carr aynı zamanda Kanada sanat tarihinde öncü bir kadın ve Yerli kültürü savunucusu olarak da tanınmaktadır.

KAYNAKÇA

- Baldissera, Lisa (2015). Emily Carr: Life & Work. Art Canada Institute.
- Carr, Emily (2006), Hundreds and Thousands: The Journals of Emily Carr, Douglas & McIntyre.
- Dejardin, Ian (2014). "A Life of Emily Carr". From the Forest to the Sea ed. Sarah Milroy, Art Gallery of Ontario and Goose Lane Editions.
- Holmlund, Mona; Youngberg, Gail (2003). Inspiring Women: A Celebration of Her Story. Coteau Books.
- Morra, Linda M. (2005). "Canadian Art According to Emily Carr". Canadian Literature.
- Shadbolt, Doris (1979). The Art of Emily Carr. Toronto, Ontario: Douglas & McIntyre and Clarke, Irwin & Company.
- Tippett, Maria (1979). Emily Carr: A Biography. Toronto: Oxford University Press.
- Thom, Ian M. (2013). Emily Carr Collected. Vancouver: Douglas & McIntyre and Vancouver Art Gallery.



Walker, Stephanie Kirkwood (1996). *This Woman in Particular: Contexts for the Biographical Image of Emily Carr*. Waterloo, Ontario: Wilfrid Laurier University Press.

Watanabe, Kiriko; Bridge, Kathryn (2019). *Emily Carr: Fresh Seeing – French Modernism and the West Coast*.

KUMAŞ GRAMAJININ KALKANLAMA ETKİNLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**Hayriye Hale AYGÜN**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü,
46050 Onikişubat, Kahramanmaraş
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği
ABD, 46050 Onikişubat, Kahramanmaraş
ORCID: 0000-0002-2812-8079

ÖZET

İyonlaştırıcı radyasyonun tıp, nükleer enerji ve savunma gibi alanlarda yaygınlaşması, etkili ve taşınabilir kalkanlama çözümlerine olan ihtiyacı artırmıştır. Geleneksel koruyucu malzemelerin birim ağırlığının yüksek ve toksik içerikli olmaları; hafif, çevresel açıdan sürdürülebilir ve etkin kalkanlama özelliğine sahip yenilikçi malzemelere yönelik araştırmaların artmasına neden olmaktadır. Tekstil mühendisliği ve malzeme biliminin kesişiminde yer alan kumaş tabakalı kompozit yapılar, teknik tekstil yüzeyleri ile metal oksit radyasyon soğurucu katkıların bir araya getirilmesiyle üretilebilmekte ve bu sayede mekanik dayanım ve radyasyon kalkanlama etkinliği sergileyen fonksiyonel yapılar elde edilebilmektedir. Bu çalışmada, tabakalı kompozit yapıların üretiminde kullanılan teknik kumaşların yapısal özelliklerinin radyasyon kalkanlama performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Dokuma tipi ve elyaf tipi eşdeğer olan 25 g/m² ve 50 g/m² cam elyaf dokuma kumaşlar kullanılarak, Bi₂O₃ katkılı epoksi bağlayıcı kullanılarak 4 tabakalı kompozit yapılar üretilmiştir. Üretilen numunelerin sönümlendirdikleri ışın yoğunluğu, dijital röntgen cihazının X-ışını kaynağı kullanılarak hazırlanan düzenekte 120 kVp tüp voltajında ölçülmüş ve lineer sönümleme katsayıları Beer Lambert kuralına göre hesaplanmıştır. 50 g/m² cam elyaf dokuma kumaş kullanılarak üretilen kompozit yapıların toplam kalınlığının yüksek olmasına rağmen, 25 g/m² cam elyaf dokuma kumaş kullanılarak üretilen kompozit yapıların lineer sönümleme katsayılarının (0,5377 cm⁻¹) ve radyasyon kalkanlama etkinliklerinin daha yüksek (%10.76) olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kumaşların yapısal özelliklerinin tabakalar arası etkileşimi değiştirdiğini, dokuma kumaş üretiminde kullanılan iplik sıklığı ve filament kalınlığının radyasyon kalkanlama etkinliği üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Cam elyaf, dokuma kumaş, kalkanlama, kompozit, kumaş özellikleri

INFLUENCE OF FABRIC BASIS WEIGHT ON SHIELDING EFFICIENCY**ABSTRACT**

The increasing use of ionizing radiation in different fields such as medicine, nuclear energy and defense has led to a growing demand for lightweight, portable and environmentally-sustainable shielding alternatives. Traditional shielding materials, such as lead and concrete, present

significant limitations due to their high weight and toxic nature, particularly in wearable or mobile applications. Fabric-based composite structures positioned at the intersection of textile engineering and materials science, can be fabricated by combining the technical textile surfaces with metal oxide additives (e.g., Bi_2O_3) within a polymer matrix and it is possible to produce multifunctional composites that offer both mechanical strength and effective radiation attenuation. However, the influence of the structural properties of the fabrics used in these composites such as basis weight, yarn density and filament thickness on shielding performance have been inadequately explored in the literature.

In this study, the effect of the structural properties of technical fabrics on radiation shielding performance was investigated. Four-layer composite structures were produced using woven glass fabrics of 25 g/m² and 50 g/m² areal density (with identical weave type and fiber type) and a Bi_2O_3 loaded epoxy resin. The attenuated intensities were measured at 120 kVp by constructing a setup with a digital radiography system and the linear attenuation coefficients were calculated based on the Beer–Lambert law. Despite the higher total thickness of the composites containing 50 g/m² fabric layers, the composites with 25 g/m² woven glass fabrics exhibited higher shielding performance (10.76%) and linear attenuation coefficient (0,5377 cm⁻¹). These findings indicate that structural properties of fabrics alters the interaction degree between layers and also yarn density and filament thickness significantly affect the radiation shielding efficiency.

Keywords: Glass fiber, woven fabric, shielding, composite, fabric properties

1. GİRİŞ

Teknik tekstiller, geleneksel tekstil ürünlerinin ötesinde, belirli fonksiyonel ve performans gereksinimlerini karşılamak amacıyla geliştirilen ileri teknoloji malzemelerdir. Teknik tekstiller dayanıklılık, ısıya ve kimyasallara direnç, mekanik dayanım, hafiflik gibi özelliklerinden dolayı otomotiv, inşaat, savunma, medikal ve havacılık gibi kritik endüstrilerde yaygın olarak kullanıldıklarından yapısal özelliklerinin üretim aşamasında titizlikle kontrol edilmesi gerekmektedir. Yapısal özellikler iplik tipi, desen konstrüksiyonu, iplik sıklığı, kumaş ağırlığı, kumaş kalınlığı ve gözeneklilik gibi parametreleri ifade etmekte ve kumaşın kullanım alanını doğrudan etkilemektedir (Kadolph & Marcketti, 2016). Teknik tekstiller içerisinde önemli bir yer tutar cam elyaf dokuma kumaşlar, kompozit malzemelerin güçlendirilmesinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Huang, Zhang & Wang, 2022). Desen konstrüksiyonu dikkate alındığında, sık dokuma yapısına sahip cam elyaf dokuma kumaşların mekanik özelliklerinin yüksek olduğu ve kumaşın boyutsal stabilitesinin ve dayanıklılığının da optimum

olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca, cam elyaf kumaşların üretiminde kullanılan dokuma teknikleri, lif/filament oryantasyonu, kumaş yoğunluğu ve katman sayısı gibi parametrelerin nihai ürünün performansını doğrudan etkilediği bilinmektedir (Singh & Kumar, 2023).

Radyasyon kalkanlama etkinliği sunan yenilikçi kompozit yüzeylerin geliştirilmesinde, cam elyaf dokuma kumaşların çalışmalara konu olduğu görülmektedir. Saleem ve ark. (2021), kurşun nanoparçacıkları ile katkılandıkları epoksi matrisi cam veya karbon lifler ile takviyelendirmişlerdir. Kurşun nanoparçacıkların kompozitlerin kalkanlama özelliklerini ve kütle sönümleme katsayısını artırdığını, %50 ağırlık oranında kurşun nanoparçacığı ilavesiyle karbon lif takviyeli epoksi kompozitte 0,2145 cm²/g, cam lif takviyelide ise 0,2152 cm²/g kütle zayıflatma katsayısının elde edildiğini bildirmişlerdir. Chowdhury ve ark. (2020), ağır mineraller (ilmenit ve garnet) ile takviyelendirdikleri cam elyaf takviyeli kompozitlerin (GFRP) gama ışınlarını kalkanlama potansiyelini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar, garnet bazlı GFRP'nin ilmenit bazlı GFRP ve saf GFRP'ye kıyasla gama ışınlarını daha iyi sönümlendiğini göstermiştir. Jahan ve ark. (2024) bezayağı dokuma tipine sahip cam elyaf dokuma kumaşlar kullanılarak 3 katmanlı epoksi kompozit yapılar üretmişlerdir. Epoksi matrisi %0, %20 ve %30 oranında magnetit dolgu ile katkılandırarak ürettikleri kompozitlerden, %30 manyetit dolgu içeriğine sahip kompozitin incelenen diğer kompozitlere kıyasla gama ışınlarına karşı nispeten daha iyi sönümleme performansı sergilediğini rapor etmişlerdir. Zheng ve ark. (2018) 1:1 oranında cam epoksi/kumaş kompozitler üretmiş ve bunları Co-60 kaynağından gelen gama ışınlarına maruz bırakmışlardır. S-cam lifleri gama ışınlarından etkilenmezken epoksi reçinesi bozulmuş, radyasyon dozu arttıkça kompozit rengi sarıdan kahverengiye dönüşmüş ve çekme dayanımı radyasyon maruziyeti arttıkça azalmıştır. Li ve ark. (2017) erbiyum oksit ile katkılandıkları epoksi/bazalt lif kompozitler üretmişlerdir. Bu kompozitlerin, 31–80 keV aralığındaki düşük foton enerjilerinde X ve gama ışınlarına karşı etkili koruma sağladığını iddia etmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda, farklı kumaşlarla takviyelendirmelerin yapıldığı, epoksi matrisin katkılandırılmasında kullanılan mineral yada metal oksitlerin katkılandırma oranının değiştirildiği yada katkı maddesinin partikül boyutlarına göre kıyaslanmaların yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmada ise, takviyelendirmede kullanılan kumaşın yapısal özelliklerinin radyasyon kalkanlama etkinliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, dokuma tipi ve elyaf tipi eşdeğer olan 25 g/m² ve 50 g/m² cam elyaf dokuma kumaşlar ve %10 Bi₂O₃ katkılı epoksi bağlayıcı kullanılarak 4 tabakalı kompozit yapılar üretilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyaller

Kumaş kalınlıkları 0.02 mm olan bezayağı dokuma tipine sahip cam elyaf dokuma kumaşlar (25 g/m² ve 50 g/m²) ile bağlayıcı olarak kullanılan epoksi reçine (Propox laminasyon epoksi seti LR300/LH300) Dost Kimya A.Ş. den temin edilmiştir. 25 g/m² ve 50 g/m² kumaşların iplik numaralarının ve sıklıklarının sırasıyla EC5 5,5 / 22x22 ve EC5 11/ 24x19 olduğu rapor edilmiştir. Bizmut oksit (Bi₂O₃, 8.9 g/cm³, 1.246 µm, %99.9) tozu ise Acros Organics firmasından tedarik edilmiştir.

2.2. Metod

Her bir numune için ağırlıkça %10 oranında Bi₂O₃ tozu ilave edilmiş epoksi reçine (2:1) karışımı hazırlanmıştır. Elle yatırma yöntemi ile her bir kumaş katı arasına 44 g epoksi reçine uygulanarak 4 katlı istifleme yapılmıştır. Kumaş istiflenmesi, katların çözgü yönü ve kumaş ön yüzü dikkate alınarak 25 cm x 25 cm kalıp içerisinde yapılmıştır. 25 kg ağırlık altında oda sıcaklığında 24 sa bekletilerek sertleşme sağlanmıştır.

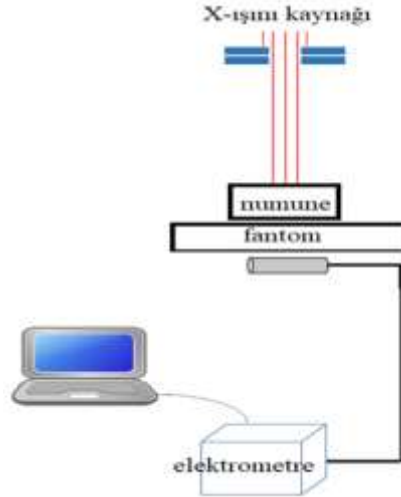
2.3. Karakterizasyon

Üretilen 4 katlı numunelerin kalınlıkları dijital kalınlık ölçer cihazı ile ölçülmüştür. Sönümlendirdikleri ışın yoğunluğu, dijital röntgen cihazının X-ışını kaynağı kullanılarak hazırlanan ve Şekil 1 de örneklenen düzenekte 120 kVp tüp voltajında ölçülmüştür. Numune ve ışın kaynağı arasındaki mesafe 100 cm ve tüp akımı 500 mA olarak ayarlanmıştır. Lineer sönümlendirme katsayıları Beer Lambert kuralına göre hesaplanmıştır.

$$I = I_0 e^{-\mu t} \quad (1)$$

$$RAR (\%) = \frac{I_0 - I}{I_0} \times 100 \quad (2)$$

$$MFP = \frac{1}{\mu} \quad (3)$$

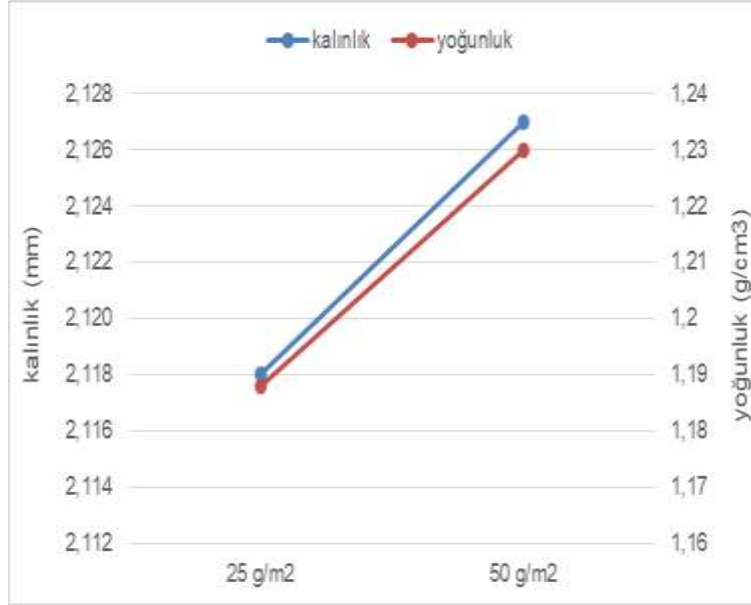


Şekil 1. Kalkanlama etkinliğin ölçümü için kurulan ölçüm düzeneği

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Numunelerin kalınlık ve yoğunlukları

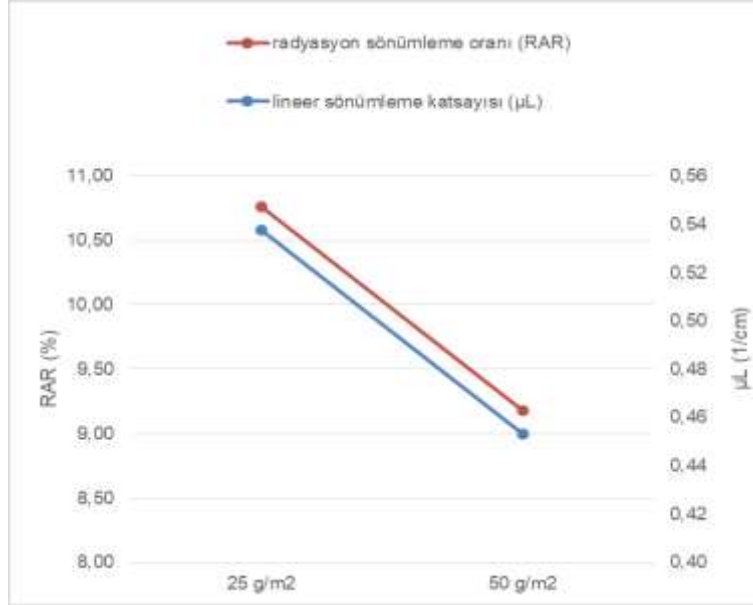
Çalışmada üretilen numunelerin kalınlığa bağlı yoğunluk değişimleri Şekil 2 de örneklenmiştir. 25 g/m² kompozit yapının ortalama kalınlığının 2.118 mm ve yoğunluğunun 1.188 g/cm³ olduğu tespit edilmiştir. 50 g/m² kompozitlerin ortalama kalınlığının 2.127 mm ve yoğunluk ortalamasının ise 1.230 g/cm³ olduğu görülmüştür. Kullanılan kumaşların cam elyaf tiplerinin (EC) eşdeğer olduğu dikkate alındığında, iplik numaralarının 25 g/m² ve 50 g/m² kumaşlar için sırasıyla 5,5 tex ve 11 tex olduğu ancak iplik yoğunluklarının sırasıyla 22x22 adet/cm² ve 24x19 adet/cm² olduğu görülmektedir. 50 g/m² kumaş üretiminde daha kalın iplikler kullanılmıştır ve birim alanda 456 adet iplik mevcuttur. Diğer yandan, 25 g/m² kumaşta birim alanda 484 adet daha ince iplik bulunmaktadır. Eşdeğer dokuma tipine sahip kumaşlar ve eşit miktarda epoksi reçine kullanımı ile üretilen 4 katlı kompozit yapıların ortalama kalınlıkları dikkate alındığında, 50 g/m² kompozitlerde gözlenen kısmi kalınlık artışının 4 katlı istiflemenin çözgü yönü dikkate alınarak yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. 50 g/m² kompozitlerin daha yüksek yoğunluğa sahip olmaları, ise iplik sıklığı ve iplik numarası ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 2. Kalınlık ve yoğunluklarının kıyaslanması

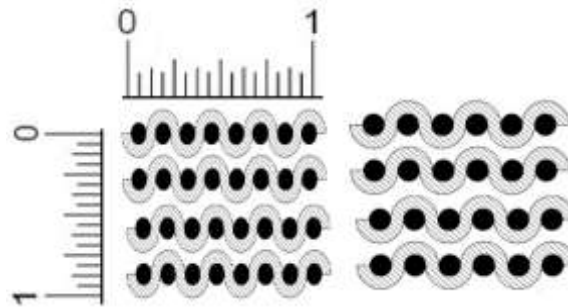
3.2. Numunelerin radyasyon kalkanlama etkinlikleri

DeneySEL ölçüm düzeneğinde yapılan boş ölçümler sonucunda 120 kVp tüp voltajında elde edilen radyasyon şiddetinin 2,4116 olduğu tespit edilmiştir. Üretilen numuneler kullanılarak yapılan ölçümler sonucunda, sönümlenen radyasyon şiddetleri ise 25 g/m² ve 50 g/m² kompozitler için sırasıyla 2,152 ve 2,190 olarak ölçülmüştür. Beer Lambert kuralına göre numune kalınlıkları dikkate alınarak lineer sönümleme katsayıları hesaplanmıştır. Şekil 3 de üretilen numunelerin lineer sönümleme katsayıları ve %RAR değerinin numuneye göre değişimi gösterilmektedir. 25 g/m² kompozit yapının toplam kalınlığının 50 g/m² kompozite kıyasla kısmen daha düşük olmasına rağmen, lineer sönümleme katsayısı ve radyasyon sönümleme oranının daha yüksek olduğu görülmüştür. 25 g/m² kompozit yapının lineer sönümleme katsayısı (0,5377 1/cm²) ve %RAR (%10,77) değerlerinin, 50 g/m² kompozite (μ_L : 0,4531 1/cm² ve RAR: %9,18) kıyasla sırasıyla %18,66 ve %17,21 oranında fazla olduğu görülmüştür. Bu durum iplik sıklıkları farklı olan kumaşlar ile 4 katlı istifleme sonrasında gözenek sayısı ve geometrisinin değiştiğini dolayısıyla x-ışınlarının Bi₂O₃/epoksi matris ile daha fazla etkileşime girdiğini göstermektedir. İlâveten, çok katmanlı yapının içindeki ara yüzeylerden gelen fotonlar kolayca kaçamamış ve sönümlenmeye maruz kalmışlardır (Li ve ark., 2021). Bu nedenle, yukarıda açıklanan iki etkinin sinerjisi sayesinde 4 katmanlı 25 g/m² kompozitlerin X-ışını koruma yeteneği daha yüksek bulunmuştur.



Şekil 3. Numunelerin %RAR değerleri ve lineer sönümlleme katsayıları

Ortalama serbest yol (MFP), bir parçacığın ortamdaki parçacıklarla ardışık çarpışmalar sonucunda kat ettiği ortalama mesafe olarak tanımlanmaktadır. Numunelerin MFP değerlerinin 25 g/m² ve 50 g/m² kompozit yapılar için sırasıyla 1,859 cm ve 2,206 cm olduğu tespit edilmiştir. İki farklı kumaşın eşdeğer kalınlığa sahip olduğu ve kompozit üretiminde eşdeğer parametrelerin kullanıldığı dikkate alındığında; X-ışınlarının 50 gr/m² kompozit kalınlığı (2,127 mm) boyunca daha fazla mesafe kat ettiği görülmektedir. Ancak 50 g/m² kompozitin lineer sönümlleme katsayısının 25 g/m² kompozite kıyasla düşük olduğu dikkate alındığında, kullanılan kumaşların yapısal özelliklerinin tabakalar arası etkileşimi değiştirdiği ortaya çıkmaktadır. Kumaşların desen tipleri ve elyaf türleri aynı olduğuna göre, kumaş üretiminde kullanılan iplik kalınlığı ve iplik sıklığının tabakalar arası etkileşimi değiştirmesi dolayısıyla MFP değerinin değişmesi söz konusu olmuştur. Birim alanda iplik sıklığı ve iplik inceliğinin değişmesi sonucu (Şekil 4), X-ışınları daha çok sönümlendirilmiştir.



Şekil 4. Birim alanda iplik sıklığı ve iplik inceliğinin değişimi

DEĞERLENDİRME

Teknik tekstil yüzeylerinin yapısal özellikleri, gerek tek katmanlı gerekse çok katmanlı takviyelendirme sonucunda üretilen kompozit yapının performansını direkt olarak etkileyen parametreler arasında yer almaktadır. Tek katmanlı kumaş takviyesi ile üretilen kompozitlerde takviye/matris elemanı arayüz bağı kuvveti üretilen kompozit yapının daha çok mekanik performans özelliklerini belirlese de radyasyon kalkanlama etkinliğinin eldesi açısından çok katmanlı takviyelendirme esnasında güçlü bir arayüz kurulumu önem arz etmektedir. Bezayağı dokuma tipine sahip kumaşlar, iplikler arası keşimenin yüksek olması nedeniyle lif/matris arayüz bağı oluşumunda yüksek adhezyon etkinliği sergilemektedirler ve bu tip dokuma yapısına sahip kumaşlarla çok katmanlı takviyelendirmede uygun lif/matris seçimi ile kuvvetli arayüz bağı oluşmakta ve bu durum kompozit performansının artmasına neden olmaktadır. Çok katmanlı takviyelendirme ile üretilen kompozitlerde artan numune kalınlığı nedeniyle, katmanlar arası etkileşim sonucunda sönümleme etkinliğinin yüksek çıkması beklenmektedir. Ancak bu yorumun, katman özellikleri dikkate alınarak yapılması gerektiği ve özellikle tekstil esaslı yapılarda yapısal özelliklerin performans değerlerini değiştirdiği bu çalışmada ispat edilmiştir. Takviyelendirmede kullanılan kumaşların eşdeğer kalınlığa, elyaf türüne ve dokuma tipine sahip olması, kompozit üretiminde katman sayısı ve bağlayıcı/katkı oranlarının eşit olması ve üretim tekniğinin aynı olması sonucunda yakın kalınlığa ancak farklı %RAR, MFP, lineer sönümleme katsayısı ve yoğunluk değerlerine sahip kompozit yapılar üretilmiştir. Bu durum, kalkanlama etkinliğinin teknik tekstil yüzeylerin üretiminde kullanılan iplik sıklığı ve iplik kalınlığıyla da ilişkili olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Chowdhury, M. A., Shuvho, M. B. A., Islam, M. A., Uddin, M. B., & Khan, R. A. (2020). Investigation and characterization of gamma radiation shielding capacity of heavy minerals-based composite materials. *Journal of Nuclear Radiation Science*, 6(4), 042002.
<https://doi.org/10.1115/1.4046357>
- Huang, Y., Zhang, X., & Wang, J. (2022). Mechanical properties and applications of glass fiber reinforced composites: A review. *Materials Science and Engineering A*, 832, 142315.
<https://doi.org/10.1016/j.msea.2021.142315>
- Jahan, M. S., Hossain, S., Sayeed, M. A., Das, S. C., Grammatikos, S., Pingky, S. Y., & Khan, R. A. (2024). Development of heavy mineral filler based FRP composites for (low energy) radiation shielding application. *Radiation Effects and Defects in Solids*, 179(9–10), 1132–1152.
<https://doi.org/10.1080/10420150.2024.2332195>
- Kadolph, S. J., & Marcketti, S. B. (2016). *Textiles* (12th ed.). Pearson.
- Li, R., Gu, Y., Zhang, G., Yang, Z., Li, M., & Zhang, Z. (2017). Radiation shielding property of structural polymer composite: Continuous basalt fiber reinforced epoxy matrix composite containing erbium oxide. *Composites Science and Technology*, 143, 67–74.
<https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2017.03.002>



- Li, Z., Zhou, W., Zhang, X., Gao, Y. & Guo, S. (2021). High-efficiency, flexibility and lead-free X-ray shielding multilayered polymer composites: layered structure design and shielding mechanism. *Scientific Reports* 11, 4384. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83031-4>
- Saleem, M., Khan, M. A., & Khan, M. I. (2021). Views on radiation shielding efficiency of polymeric composites/nanocomposites and multi-layered materials: Current state and advancements. *Polymers*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.3390/polym13010001>
- Singh, R., & Kumar, P. (2023). Influence of weaving parameters on mechanical behavior of glass fiber fabrics for composite applications. *Journal of Industrial Textiles*, 53(4), 891–910. <https://doi.org/10.1177/15280837231108044>
- Zheng, L.F., Wang, L.N., Wang, Z.Z., & Wang, L. (2018) Effects of γ -ray irradiation on the fatigue strength, thermal conductivities and thermal stabilities of the glass fibres/epoxy resins composites. *Acta Metallurgica Sinica*, 31, 105–112. <https://doi.org/10.1007/s40195-017-0692-2>

VLAN YÖNETİMİNDE VTP TASARIMI, PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE GÜVENLİK RİSKLERİNİN BAL KÜPÜ İLE AZALTILMASI

Ali Hüsrev KARABACAK

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Teknoloji ve İnovasyon Yönetimi Ana Bilim Dalı, 43100 Evliya Çelebi Yerleşkesi, Kütahya

ORCID ID: 0009-0008-0091-1572

Prof. Dr. Arif GÖK

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi

ÖZET

Evlerde, kurum ve kuruluşlarda bulunan cihazların birbirleri ile olan iletişim ve etkileşimlerinin sağlanması, kesintisiz bir şekilde sürdürülebilir olması önem arz etmektedir. Cihazlar ağ yapılarına katılarak, çeşitli ağ protokolleri ile birbirleri arasındaki iletişim ve etkileşimi gerçekleştirmektedirler. Veri iletilirken yaşanacak en ufak gecikmeler, ağda aşırı trafik oluşumuna neden olabileceği gibi haberleşme sırasındaki hatalar ağ performansını düşürmeye hatta ağı tamamen tepkisiz hale getirme potansiyeline sahiptir.

Bu çalışmada, sanal yerel alan ağlarında trunk protokolünün nasıl yapılandırılacağı, kullanılan trunk protokolünün ağ trafiğindeki rolü ve veri güvenilirliği Packet Tracer, GNS3 gibi simülasyon programları kullanılarak test edilip değerlendirilmiştir. Ayrıca farklı ağ saldırılarına karşı trunk protokolünün performansı izlenmiştir. Saldırıya karşı alınabilecek güvenlik önlemleri belirtilmiştir. Analiz sonuçları yapıcı ve bilgilendirici bir şekilde sunulmuştur. Her an gelişmekte olan yapay zekânın, bu alandaki inovatif fikirlere de yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bal Küpü, GNS3, Packet Tracer, Trunking, Virtual Local Area Network, VTP, VTP Konfigürasyonu.

DESIGN OF THE VTP IN VLAN MANAGEMENT, PERFORMANCE EVALUATION, AND REDUCTION OF SECURITY RISKS WITH HONEY POT ABSTRACT

It is important to ensure that devices in homes, institutions, and organizations can communicate and interact with each other and that this communication and interaction can be sustained without interruption. Devices join network structures and communicate and interact with each other using various network protocols. Even the slightest delays in data transmission can cause excessive traffic on the network, and errors during communication can reduce network performance or even render the network completely unresponsive.

In this study, how to configure the trunk protocol in virtual local area networks, the role of the trunk protocol used in network traffic, and data reliability were tested and evaluated using simulation programs such as Packet Tracer and GNS3. In addition, the performance of the trunk

protocol against different network attacks was monitored. Security measures that can be taken against attacks were specified. The analysis results are presented in a constructive and informative manner. The continuously evolving field of artificial intelligence also features among the innovative ideas in this area.

Keywords: GNS3, Honeypot, Packet Tracer, Trunking, Virtual Local Area Network, VTP, VTP Configuration.

1.GİRİŞ

Sanal ağlar mevcut ağ yapılarının işlevini arttırmada önemli rol oynar. En başta kablolama maliyetini düşürür. Bunun yanında erişimi etkili hale getirme, erişimin kısıtlanması ve güvenlik gibi birçok alanda katkı sağlar. Evlerde, okullarda, hastanelerde, belediyelerde, kısaca birçok kurum ve kuruluşlarda işlerin yürümesi için bilgisayarlara ihtiyaç vardır. Bilgisayarların da bağlı olduğu çeşitli ağ yapıları mevcuttur. Günümüzde sanal ağ simülasyon programları vasıtasıyla oluşturulan sanal ağlar; içinde barındırdığı ağ cihazları hakkında bilgi edinmeyi ve çeşitli denemeler yapmaya olanak sağlar. Sanal ağ simülasyon programlarının birçok yararı bulunmaktadır. Örneğin, sanal ağ simülasyon programları sayesinde insanlar gerçekte sahip olmadıkları ağ cihazlarıyla sanal olarak etkileşime girip bu cihazlarıyla çeşitli ağ yapıları inşa edebilir, cihazlar ve ağlar hakkında bilgi edinebilirler.

Virtual Local Area Network Trunking Protokolü sanal ağlarda bulunan cihazların çeşitli etiketler aracılığıyla iletişim kurmalarına olanak sağlar. Ülkemizde son kullanıcı farkındalığı yeteri kadar gelişmemiştir. Ağ yapılarının güvenliği son derece önemlidir. Oluşabilecek en küçük ihmalde dahi tüm verilerin silinmesi, sistemlerin kitlenmesi söz konusudur.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada nicel araştırma yöntemiyle verileri elde etmek için Packet Tracer ve GNS3 ağ simülasyon programları kullanılmıştır. Araştırmanın süreç adımları:

2.1. Nicel Araştırma Yöntemi

- Problemin Tanımlanması

Bilgisayarlar, yazıcılar, tarayıcılar vb. birçok akıllı cihaz ağ yapıları içinde bulunur. Kurum ve kuruluşlar bu ağ yapılarını oluştururken alanında uzman kişilerden yardım alırlar. Küçük işletmeler ve bazı kurumlar yardım alma imkanına sahip olmayabilir.

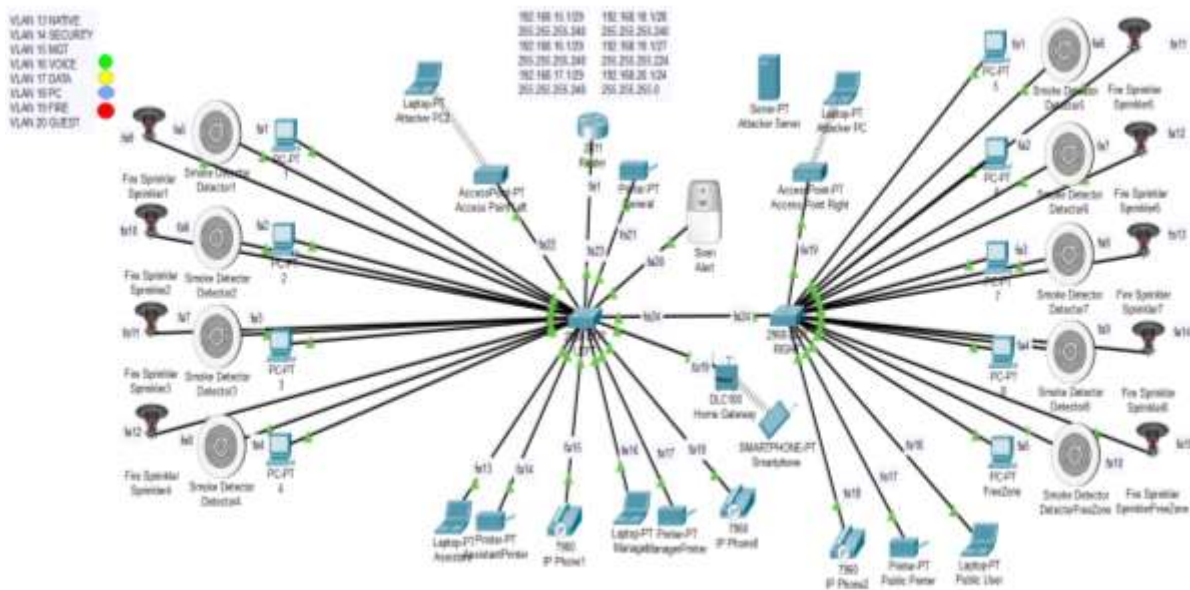
WatchGuard Tehdit Laboratuvarı'nda toplanan verilere göre, 2024'ün ilk altı ayında Türkiye'de gerçekleşen siber ağ saldırıları, geçen seneye oranla 54 kat artış gösterdi. Ağ saldırıları ilk çeyrekte günde 2.102, saatte ise 88 adet olmak üzere toplamda 380.413 adet olarak tespit edildi. (CyberMag, 2024)

Ağ yapısının kurulması kadar, güvenliği ve sürdürülebilirliği de önemli bir unsurdur. Gün geçtikçe artan siber saldırılar insanların bilinçlendirilmesini zorunlu kılmaktadır.

2.2. VTP Performans Analizi

Şekil 2.1’de detaylı olarak görülen topolojide bilgisayar, yazıcı, dizüstü bilgisayar, yangın sistemi, sesli uyarı sistemi, duman sensörü gibi cihazlar kullanılmıştır. Kablolü ve kablosuz bir şekilde cihazlar switch’lere ve router’lara bağlanmıştır.

Şekil 2. 1 Tasarlanan Ağ Topolojisi



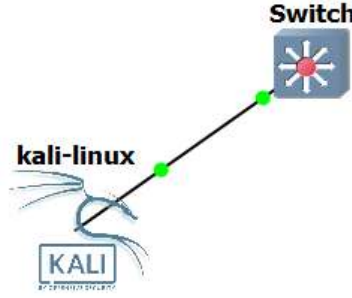
Cihazlar üzerinden gerçekleştirilecek iletişim verileri ile Virtual Trunking Protokolünün performansı değerlendirilecektir. Sırasıyla;

- PC1'den Default Gateway'e Ping Sorgusu,
- PC FreeZone General Printer Arası Ping Sorgusu
- Akıllı Telefon Duman Sensörü Ping Sorgusu
- PC5'ten FTP Server'a Dosya Yükleme Hızı
- PC5'in FTP Server'dan Dosya İndirme Hızı

2.3. Saldırı Senaryolarının Gerçekleştirilmesi

Şekil 2.2’de temsili gösterilen VTP atağı bir switch ve kali linux cihazıyla kolaylıkla canlandırılabilir.

Şekil 2. 2 VTP Saldırı Senaryosu



Switch konfigürasyonu için öncelikle “**VTP mode server**” komutu kullanılarak sunucu moduna geçirilir. VTP’nin sunucu, şeffaf ve istemci modları olduğundan protokoller kısmında VTP anlatılırken bahsedilmişti. “**VTP domain TEZ**” komutuyla domain adı belirlenir. Sonra sırayla VLAN’lar oluşturulur. (Şekil 2.3)

Şekil 2. 3 VTP Konfigürasyonu

```
Switch(config)#vtp mode server
Device mode already VTP SERVER.
Switch(config)#vtp domain TEZ
Changing VTP domain name from NULL to TEZ
Switch(config)#vlan 17
Switch(config-vlan)#vlan 18
Switch(config-vlan)#vlan 19
Switch(config-vlan)#vlan 20
Switch(config-vlan)#end
Switch#show vtp
*Mar 1 00:02:27.903: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#show vtp password
The VTP password is not configured.
```

“**show vlan-switch brief**” ile oluşturulan VLAN’lar incelenir. (Şekil 2.4)

Şekil 2. 4 VTP Saldırı Senaryosu VLAN Bilgileri

```
Switch#show vlan-s brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fal/0, Fal/1, Fal/2, Fal/3 Fal/4, Fal/5, Fal/6, Fal/7 Fal/8, Fal/9, Fal/10, Fal/11 Fal/12, Fal/13, Fal/14, Fal/15
17 VLAN0017	active	
18 VLAN0018	active	
19 VLAN0019	active	
20 VLAN0020	active	
1002 fddi-default	act/unsup	
1003 token-ring-default	act/unsup	
1004 fddinet-default	act/unsup	
1005 trnet-default	act/unsup	

“show interfaces trunk” tanımlı trunk protokolü kontrol edilir. (Şekil 2.5)

Şekil 2. 5 VTP Saldırı Senaryosu Trunk Bilgileri

```
Switch#show interfaces trunk
```

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native vlan
Fa1/0	on	802.1q	trunking	1

Port	Vlans allowed on trunk
Fa1/0	1-4094

Port	Vlans allowed and active in management domain
Fa1/0	1,17-20

Port	Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa1/0	1,17-20

```
Switch#
```

Saldırgan ağa dahil olduktan sonra yersinia aracına girerek VTP mode bölümünden isterse tek tek VLAN’ları silebilir. Yeni bir VLAN ekleyebilir veya tüm VLAN’ları silebilir. (Şekil 2.6)

Şekil 2. 6 VTP Saldırısı

```
yersinia 0.8.2 by Slay & tomac - VTP mode [17:32:47]
```

Code	Domain	MD5	Iface	Last seen

No	DoS	Description
0		sending VTP packet
1	X	deleting all VTP vlans
2	X	deleting one vlan
3		adding one vlan
4	X	Catalyst zero day

Select attack to launch ('q' to quit)

Total Packets: 31 VTP Packets: 0 MAC Spoofing [X]

Atak sırasında görüldüğü gibi en başta oluşturulan domain adı görülüyor. Ağdaki tüm VLAN’ların bilgileri için silme işlemi yapılabilir. (Şekil 2.7)

Şekil 2. 7 VTP Domain Bilgileri

```
yersinia 0.8.2 by Slay & tomac - VTP mode [17:33:47]
```

Code	Domain	MD5	Iface	Last seen
SUMMARY	TEZ	352F700B8EC79DA8	eth0	03 May 17:33:04
SUMMARY	TEZ	8CDEA608A91BF9E	eth0	03 May 17:33:05
SUBSET	TEZ		eth0	03 May 17:33:05
SUMMARY	TEZ	8CDEA608A91BF9E	eth0	03 May 17:33:05
SUBSET	TEZ		eth0	03 May 17:33:05

VTP atağı sonrası “show vlan-switch brief” komutuyla VLAN’lar kontrol edildiğinde hepsinin silinmiş olduğunu gözlemlenir. (Şekil 2.8)

Şekil 2. 8 VTP Saldırı Sonrası VLAN Bilgileri

```
Switch#show vlan-switch brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa1/1, Fa1/2, Fa1/3, Fa1/4 Fa1/5, Fa1/6, Fa1/7, Fa1/8 Fa1/9, Fa1/10, Fa1/11, Fa1/12 Fa1/13, Fa1/14, Fa1/15
1002 fddi-default	act/unsup	
1003 token-ring-default	act/unsup	
1004 fddinet-default	act/unsup	
1005 trnet-default	act/unsup	

```
Switch#
```

2.4. Yapay Zekâ Destekli VTP Honeypot Uygulaması

Honeypot için oluşturulan program tüm ağ trafiğini kaydeder. (Şekil 2.9) Kullanıcı etkileşimi ile verileri etiketler ve aktif öğrenme ile modeli geliştirir. İlk olarak programın eğitim modunda başlatarak veri havuzunun oluşması sağlanır. Eth0 ethernet interface'inden VTP multicast paketleri dinlenir. (01:00:0c:cc:cc:cc) Paketler işlem için bir kuyruğa alınır. Normal revizyon numarası dinamik olarak güncellenir. Anormal artışlar şüpheli olarak işaretlenir.

Şekil 2. 9 Honeypot Programının Öğrenme Aşaması

```
(root@kali)-[/home/kali/Desktop]
# sudo python3 vtp_honeypot.py --train
AI modeli yüklendi: vtp_model.pkl
Eğitim Modu Aktif - Tüm paketler kaydediliyor
VTP honeypot eth0 arayüzünde başlatıldı ...
```

VLAN silme saldırısı için 10 adet paket gönderilir. (Şekil 2.10) Kısa sürede çok sayıda mesela 5 saniyede 15+ VLAN değişiklik paketi sistem algılasa yine aynı şekilde bir anomali olduğunu tespit eder ve MAC adresini engeller. (Şekil 2.11)

Şekil 2. 10 VLAN Silme Saldırısı

```
(root@kali)-[/home/kali/Desktop]
# sudo python3 vtp_test.py vlan_delete -c 10
VLAN_DELETE saldırısı başlatılıyor (10 paket) ...
```

Şekil 2. 11 VLAN Silme Saldırısı Sonrası Honeypot Program Anomaly Uyarısı

```
(root@kali)-[/home/kali/Desktop]
# sudo python3 vtp_honeypot.py --train
AI modeli yüklendi: vtp_model.pkl
Veri seti yüklendi: 3 kayıt
Eğitim Modu Aktif - Tüm paketler kaydediliyor
VTP honeypot eth0 arayüzünde başlatıldı ...
ENGELLENEN SALDIRGAN | Tip: AI-Detected Anomaly (0.83) | MAC: 36:d2:ad:f8:57:12 | IP:
N/A
```

Gerekli saldırılar yapıldıktan sonra öğrenme aşaması sonlandırılır. Elde edilen veriler sisteme kaydedilir. (Şekil 2.12)

Şekil 2. 12 Honeypot Programının Öğrenme Aşaması Sonlandırılması

```
(root@kali)-[/home/kali/Desktop]
# sudo python3 vtp_honeypot.py --train
AI modeli yüklendi: vtp_model.pkl
Veri seti yüklendi: 33 kayıt
Eğitim Modu Aktif - Tüm paketler kaydediliyor
VTP honeypot eth0 arayüzünde başlatıldı...
ENGELLENEN SALDIRGAN | Tip: AI-Detected Anomaly (0.80) | MAC: 3e:bb:41:d7:dd:82 | IP:
N/A
^C
Sinyal alındı, kapatılıyor...
Veri seti kaydedildi: 65 kayıt
Model kaydedildi: vtp_model.pkl
```

2.5. Veri Toplama ve Analiz

Toplanan veri ile modeli yeniden eğitir. Model performansını ölçer ve kaydeder. (Şekil 2.13)

Şekil 2. 13 Yeni Veriler Doğrultusunda Programın Yeniden Eğitilmesi

```
(root@kali)-[/home/kali/Desktop]
# sudo python3 vtp_honeypot.py --retrain
AI modeli yüklendi: vtp_model.pkl
Veri seti yüklendi: 65 kayıt
Model yeniden eğitiliyor...
Model doğruluğu: 0.94 (±0.09)
Model kaydedildi: vtp_model.pkl
Model başarıyla eğitildi
```

Bu program, VTP protokolünü hedef alan özel saldırıları tespit edip, saldırganları gerçek ağ kaynaklarından izole ederek etkisiz hale getiren entegre bir güvenlik çözümüdür. Hem tespit hem de önleme mekanizmalarını içeren bütünlüklü bir yaklaşım sunar. Bu gibi programlar sisteme yapılacak bilinçli saldırılarla makine öğrenmesi kullanılarak eğitilip yapay zekâ ile entegre edilebilir. Bu da ağlara yapılacak saldırıların izole bir şekilde kontrol altına alınması, saldırgan davranışlarından yararlanılarak programın sürekli kendini geliştirmesine olanak sağlar.

3.BULGULAR

Tablo 3. 1 PC1'den Default Gateway'e Ping Sorgusu

Metrik	VTP Aktif	VTP Pasif	Fark
Ping Süresi	0-12 ms	0-12 ms	N/A
Average	3 ms	4 ms	+1ms

Tablo 3.2 PC FreeZone General Printer Arası Ping Sorgusu

Metrik	VTP Aktif	VTP Pasif	Fark
Ping (min-max)	3-7 ms	3-6 ms	N/A
Average	5 ms	5 ms	0 ms

Tablo 3.3 Akıllı Telefon Duman Sensörü Ping Sorgusu

Metrik	VTP Aktif	VTP Pasif	Fark
Ping (min-max)	14-31 ms	7-34 ms	N/A
Average	22 ms	25 ms	+3 ms

Fiziksel olarak 0 ms ping mümkün değildir. Switch işlem gecikmesi: 0.1-0.5 ms, kablo iletim gecikmesi: ~0.5 ms, ARP/Routing lookup: +2-5 ms yani gerçekte beklenen min. değer: ~2.5-3 ms arası olmalıdır. Test sırasında görülen 0-12 ms aralığı, 0 ms ölçüm değeri simülasyonun gerçekçi olmayan zaman modellemesini yansıtır.

Dosya İndirme Performans Karşılaştırması

Test Koşulları:

- **Dosya Boyutu:** 5.677.056 bytes
- **Packet Tracer İzin Verilen Boyut:** 1.382.XXX bytes
- **Ortalama Sonuçlar (3 ölçüm):**

$$Fark = \left(\frac{VTP \text{ Aktif Throughput} - VTP \text{ Pasif Throughput}}{VTP \text{ Pasif Throughput}} \right) \times 100\%$$

•

Tablo 3. 4 PC5'in FTP Server'dan Dosya İndirme Hızı

Test No	VTP Aktif (sn)	Bytes	VTP Pasif (sn)	Bytes	Fark (%)
1	52.496 sec	26327	52.287 sec	26432	% -0.40
2	26.988 sec	51211	27.612 sec	50053	% +2.31
3	28.294 sec	48847	27.582 sec	50108	% -2.52
Ort.	35.926 sec	42128	35.827 sec	42198	% -0.20

VTP modu (Aktif/Pasif), dosya indirme hızını pratikte etkilemez (<%0.5 ortalama fark).

Performans farklılıkları, simülasyonun doğal tutarsızlıklarından kaynaklanır.

Dosya Yükleme Performans Karşılaştırması

Test Koşulları:

- **Dosya Boyutu:** 1.051.865 bytes
- **Ortalama Sonuçlar (4 ölçüm):**

$$Fark = \left(\frac{VTP \text{ Aktif Verimi} - VTP \text{ Pasif Verimi}}{VTP \text{ Pasif Verimi}} \right) \times 100\%$$

Tablo 3.5 PC5'ten FTP Server'a Dosya Yükleme Hızı

T es t N o	V TP Ak tif (sn)	Byte s	V TP Pa sif (sn)	Byte s	Far k (%)
1	5.1 69 sec	203. 494	5.1 64 sec	203. 691	%- 0.10
2	5.1 80 sec	203. 062	5.0 66 sec	207. 632	%- 2.21
3	4.9 49 sec	212. 540	5.0 97 sec	206. 369	%+2 .96
4	5.5 54 sec	189. 388	5.1 92 sec	202. 593	%- 6.52
O rt .	5.2 13 sn	202. 121	5.1 30 sn	205. 071	%- 1.46

Ölçüm Dalgalanması (Jitter): Test 4'te -6.52% fark, simülasyonun zamanlama kusurlarından kaynaklanır. VTP modu (Aktif/Pasif), dosya yükleme hızını pratikte etkilemez (ortalama <%1.5) Tüm testlerde ortalama ~200 KB/sn verim, simülasyonun yapay sınırlamasını yansıtır.

4.SONUÇLAR

Tablo 4. 1 VTP vs. Manuel VLAN Yönetimi Karşılaştırması

Kriter	VTP	Manuel VLAN Yönetimi
Senkronizasyon	Otomatik	Switch başına manuel işlem gerekir
Hata Riski	Yüksek (Domain çakışması/silme)	Düşük (Yalnızca lokal etki)
Ölçeklenebilirlik	Büyük ağlar için ideal	Küçük ağlar için uygun
Güvenlik	Zayıf (Password zorunlu değil)	Güçlü (Tam kontrol)
Yönetim Kolaylığı	Dinamik	Statik

VTP modu seçimi (Aktif/Pasif), ağ gecikmesi üzerinde ölçülebilir bir etkiye sahip olmadığını ortaya koyuyor. VTP modu kullanma tercihiniz ağdaki gecikme endişesiyle değil, VLAN yönetim stratejinize göre yapılmalıdır. Performanstan çok yönetimsel ihtiyaçlar ve güvenlik VTP seçimi konusunda belirleyicidir. Küçük veya orta ölçekli internetsiz ağlarda VTP kullanmak yerine manuel yapılandırma daha güvenli ve yeterlidir. Çok sayıda switch'in olduğu, sık VLAN güncellemesi yapılan büyük kurumsal ağlarda VLAN senkronizasyon avantajı sağlaması açısından zaman kazandıracağı için tercih edilmelidir. (Tablo 4.1) Ağ yapılandırılmalarının doğru bir şekilde yapılması herhangi bir güvenlik zafiyetine karşı önlemlerin alınması kurumlar açısından elzemdir.

Öneriler

- Siber tehditlere karşı korunmak için güvenli ağ mimarilerinin tasarımı son derece önemlidir.
- Kullanıcılara siber güvenlik alanında temel anlamda eğitim ve öğretim sunulmasının gerekliliğini bir kez daha vurgulamak gerekir.
- Yapay zekâ teknolojileri her alanda var olduğu gibi bu alanda da kullanılmalıdır. Sürekli öğrenen ve kendini yenileyen savunma sistemleri geliştirilmelidir.

KAYNAKÇA

Albandari Mishal Alotaibi, B. F. (2017). *Security issues in Protocols of TCP/IP Model at Layers Level*. International Journal of Computer Networks and Communications Security.
Álvarez et al., D. (2023). Yazılım Tanımlı Ağların Performans Analizi ile Özel VLAN Saldırıların Azaltılması. <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/4/1747> adresinden alındı

- B. Yu, D. K. (2016). Design and Analysis of Port Security for CISCO-VLAN. *The Korean Institute of Communications and Information Sciences*, (s. 363-364). Seul.
- Broto et al, . S. (2024). VLAN Trunking Ağ Altyapısı Optimizasyonu; Packet Tracer Simülasyonu Kullanılarak Protokol Optimizasyonu. (*VOLUME 04 NOMOR 01*). JURNAL ELEKTRO & INFORMATIKA SWADHARMA (JEIS).
- Cisco. (2004). Configuring the Address Resolution Protocol (ARP), Cisco Content Services Switch Routing and Bridging Configuration.
- Cisco Systems. (2006). Configuring Private VLANs. Cisco IOS Release 12.2SX, 23, 1–12.
- CyberMag. (2024, 7 5). *CyberMag*. www.cybermagonline.com:
<https://www.cybermagonline.com/turkiyede-2024un-ilk-yarisinda-ag-saldirilari-54-kat-artti-adresinden-alindi>
- David Groth, T. S. (2005). *Network+ Study Guide, 4th Edition*. Sybex.
- Deepa, M. B. (2015). Computer Networking: A Survey. *International Journal of Trend in Research and Development*, Volume 2(5), ISSN 2394-9333, 126–130.
https://www.researchgate.net/publication/317101504_Computer_Networking_A_Survey adresinden alındı
- Fort, J. (2018, Temmuz 9). *Cyberpedia*. <https://www.paloaltonetworks.com/cyberpedia>:
<https://www.paloaltonetworks.com/solutions/initiatives/network-segmentation> adresinden alındı
- Geek2003. (2012, Şubat 20). *2550T-PWR-Front*. Wikimedia Commons:
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2550T-PWR-Front.jpg> adresinden alındı
- Gyan Prakash Pal, S. P. (2013). "Virtual Local Area Network (VLAN)", *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*, 1: 006-010, 2013.
- H. Altunbasak, H. O. (2007). AN architectural framework for data link layer security with security inter-layering" proceedings IEEE southeastcon,2007.
- Hernandez, I. (2020). *Elementos LAN WAN MAN*. <https://www.academia.edu/>:
https://www.academia.edu/15906838/Elementos_LAN_WAN_MAN adresinden alındı
- Honni Honni, J. F. (2016). Design and Simulation VLAN Using Cisco Packet Tracer. Bandung: Bunda Mulia University Faculty of Technology and Design.
- Isiaka Ajewale Alimi, T. D. (2015). Cost-Effective and Resilient Large-Sized Campus Network Design. *American Journal of Information Science and Computer Engineering*.
- Jerry Stover Tangaguling, F. Y. (2012). Perancangan dan Pembuatan Aplikasi Monitoring Traffic Jaringan Intranet Berbasis Web Dengan Menggunakan Protokol SNMP . *Jurnal Elektro ELTEK*, 3(1), 198–202.
- Joho345. (2014, Şubat 13). *Wlan Repeater*. Wikimedia Commons:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wlan_Repeater.jpg adresinden alındı
- Kalavathi et al., R. (2017). A Comprehensive Analysis of Virtual Local Area Network (Vlan) and Inter-vlan Routing Strategies. (*Star Vol.5 Issue 12(3)*). *STAR Research Journal*.
- Marc Koerner, O. K. (2016). MAC Based Dynamic VLAN Tagging with OpenFlow for WLAN. *International Workshop on Applications of Software-Defined Networking in Cloud Computing*, 94, 497-501.
- Mohammad Rizki Pratama, R. M. (2017). Implementasi Dan Analisis Sistem Monitoring Menggunakan Simple Network Management Protocol (SNMP). Pada Gedung A, N, O di Jaringan Telkom University. *E-Proceeding of Engineering*, 4(2), 2092–2099.
- Murat Kayri, İ. K. (2010). A PROPOSED “OSI BASED” NETWORK TROUBLES IDENTIFICATION MODEL . *International Journal of Next-Generation Networks*.
- Nathaniel S. Tarkaa, P. I. (2017). Design and Simulation of Local Area Network Using Cisco Packet . *The International Journal of Engineering and Science* .
- Nixdorf. (2005, Nisan 27). *Network card*. Wikimedia Commons: CC BY-SA 3.0,
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Network_card.jpg adresinden alındı
- Okoro et al., O. (2022, Mayıs 31). Improving Security in a Virtual Local Area Network. (*Vol.100. No 10*). *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*.
- PAM. (2019). VLAN Hopping: How to Mitigate an Attack.
<https://levelblue.com/blogs/security-essentials/vlan-hopping-and-mitigation> adresinden alındı

- Plugwash. (2013, Kasım 2005). *4 port netgear ethernet hub*. Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:4_port_netgear_ethernet_hub.jpg adresinden alındı
- Rad, M. A. (2024). Examining The VTP Protocol, Identifying the Risks of Its Use and Providing Risk Reduction Solutions in The Computer Networks of Offices and Large Organizations. *International Journal of Modern Achievement in Science, Engineering and Technology (IJSET)*. doi:10.63053/ijset.52
- Riddell, A. D. (2012). *"LAN Güvenlik Rehberi", Birinci Baskı, ISBN: 978-0-473-19020-0*. Allied Telesis Inc.
- Saman Taghavi Zargar, J. J. (2013). A Survey of Defense Mechanisms Against Distributed Denial of Service (DDoS) Flooding Attacks. *IEEE communications surveys & tutorials*.
- Sameena Naaz, F. A. (2016). Investigating DHCP and DNS Protocols Using Wireshark. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*.
- Soepeno, R. (2023). Research and Build a Three-layer Network System for Businesses. *Information Systems Faculty of Engineering & Technology Sampoerna University & Applied Computing College of Applied Science & Technology University of Arizona*.
- Şahin, S. (2017). *Eğitimde Bilişim Teknolojileri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Thai, D. H. (2024). Research and Build a Three-layer Network System For Businesses. *Korea University of Information and Communication Technology*.
- Timur Dali Purwanto, N. R. (2019). Perancangan Dan Simulasi Manajemen Vlan Pada Jaringan Di PT . Pos Indonesia Palembang. *Seminar Hasil Penelitian Vokasi*, 1(1), 117–124. .
- VINTON G. CERF, R. E. (1974). A Protocol for Packet Network Intercommunication.
- Zainol et al., Z. (2024, Mart). Leveraging Packet Tracer as a Common Assessment Tool in a Virtual Learning Environment: A Case Study. *International Journal on e-Learning and Higher Education*, s. Volume 19, Number 2.

TÜRKÇE FONTLARDA ESPAS DÜZENLEMESİ SORUNU VE ANATOMİK TEMELLERİ

İlter ALKAN

Trakya Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi İletişim ve Tasarımı Bölümü Edirne Karaağaç

ORCID: 0000-0002-3889-587X

ÖZET

Görsel iletişim ve tasarım alanında kullanılan dijital yazı karakterlerinin büyük bir çoğunluğunun İngilizce'nin fonetik ve anatomik yapısına göre tasarlandığı varsayımından yola çıkarak, bu durumun Türkçeye özgü harfleri içeren metinlerde yarattığı espas (boşluk) düzenleme sorunlarını incelemektedir. Çalışma, Latin alfabesi temelli yazı karakterlerinin tasarım süreçlerini, özellikle kerning (harf çifti aralığı) ve tracking (genel harf aralığı) gibi temel tipografi kavramları üzerinden analiz etmektedir. Türkçe'deki "ç, ğ, ı, ö, ş, ü" gibi harflerin kendine özgü anatomik yapıları, İngilizce fontların standart harf aralığı ayarlarını yetersiz kılmaktadır. Bu durum, Türkçe metinlerin estetik bütünlüğünü ve okunurluğunu olumsuz etkileyen optik boşluk yanılsamalarına yol açmaktadır. Çalışmada, yaygın olarak kullanılan ticari fontlar ve Türkçe için özel olarak geliştirilmiş fontlar karşılaştırılarak, harf anatomisindeki farklılıkların espas üzerindeki etkileri görsel ve tipografik analizlerle ortaya konacaktır. Bu araştırma, font tasarımının sadece estetik bir mesele olmadığını, aynı zamanda dilin görsel temsili ve dijital okunabilirlik açısından taşıdığı önemi vurgulamayı amaçlamaktadır. Elde edilen bulgular, Türkçe metinler için daha verimli ve görsel olarak daha dengeli fontlar tasarlanması adına tasarımcılara ve dilbilimcilere önemli bilgiler sunabilir.

Anahtar Kelimeler: Tasarım, Font, Espas, Tipografi

SPACING ISSUES IN TURKISH FONTS AND THEIR ANATOMICAL FOUNDATIONS

ABSTRACT

Based on the assumption that the vast majority of digital typefaces used in visual communication and design are designed according to the phonetic and anatomical structure of English, this study examines the spacing (gap) arrangement problems created by this situation in texts containing letters specific to Turkish. The study analyzes the design processes of Latin-based fonts, particularly through fundamental typography concepts such as kerning (letter pair spacing) and tracking (general letter spacing). The unique anatomical structures of Turkish letters such as "ç, ğ, ı, ö, ş, ü" render the standard letter spacing settings of English fonts inadequate. This situation leads to optical spacing illusions that negatively affect the aesthetic integrity and readability of Turkish texts. In this study, commercially available fonts and fonts developed specifically for Turkish will be compared, and the effects of differences in letter anatomy on spacing will be revealed through visual and typographic analyses. This research

aims to emphasize that font design is not merely an aesthetic issue but also highlights its importance in terms of the visual representation of language and digital readability. The findings may provide valuable insights for designers and linguists in creating more efficient and visually balanced fonts for Turkish texts.

Keywords: Design, Font, Espas, Typography

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, modern tipografinin evrensel tasarım ilkelerinin, özellikle de boşluk (espas) düzenlemesi sorunlarının Türkçenin kendine özgü harf anatomileri üzerindeki etkilerini incelemektir. Dünyada yazı tipi (font) endüstrisinin genellikle Latin alfabesini temel alması ve dolayısıyla İngilizce dil yapısı öncelikli olarak tasarlanması, Türkçe ‘deki "ç, ğ, ı, ö, ş, ü" gibi harflerin anatomik yapısından kaynaklanan boşluk sorunlarını beraberinde getirmektedir. Bu sorunlar, sadece estetik bir mesele olmaktan öte, metinlerin okunurluğunu ve görsel akıcılığını doğrudan etkilemektedir.

Çalışmanın problematiği şu şekildedir, modern fontların büyük çoğunluğunun İngilizcenin dil yapısına göre tasarlandığı ve bu durumun, Türkçeye özgü harflerin tipografik espas düzenlemesinde uyumsuzluklara yol açtığı yönündedir. Bu uyumsuzluklar, özellikle harf çiftleri arası boşluk (kerning) ayarlarında belirginleşmekte ve metnin genel akışında görsel bir dengesizlik yaratmaktadır. Bu durum, yazı tiplerinin (fontların) Türkçe’ ye sonradan uyarlanmasının bir sonucudur ve tipografik estetiğin evrenselleştirilmesinin yerel dilsel özelliklere etkisini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, yazı tipi (font tasarımı) küresel ve yerel yaklaşımlar arasındaki gerilimi ortaya koyarak, Türkçe yazı karakterlerinde yaşanan espas sorunlarının anatomik ve tarihsel nedenlerini analiz etmektir. Çalışma, bu sorunların çözümüne yönelik olarak, tasarımcılara ve dilbilimcilere yol gösterici bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır. Modern tipografinin teorik ve pratik uygulamaları ışığında, Türkçe metinler için daha okunaklı ve estetik açıdan daha dengeli yazı tipleri (fontlar) tasarlanması gerektiğine dair bir farkındalık oluşturmayı amaçlamaktadır.

Bu çalışma, modern tipografi tarihine odaklanarak, Arts and Crafts hareketinden başlayıp, Art Nouveau, Fütürizm, Bauhaus ve Uluslararası Tipografik Stil gibi akımların yazı tipi (font) ve boşluk tasarımına getirdiği yenilikleri inceleyecektir. Çalışmanın birincil sınırlılığı, tipografi alanındaki teorik ve pratik sorunları sadece Türkçeleştirilmiş yazı tipleri (fontlar) üzerinden ele almasıdır. Bu bağlamda, fonetiği ve morfolojisi farklı diğer dillerdeki benzer sorunlar, çalışmanın doğrudan kapsamı dışında tutulacaktır.

Bu araştırma, nitel bir yöntemle, literatür taraması ve görsel analiz tekniklerini birleştirerek yürütülecektir. Tipografi tarihi, dilbilim ve grafik tasarım alanındaki yerli ve yabancı akademik yayınlar, kitaplar ve makaleler incelenecektir.

TİPOGRAFİDE BOŞLUK

Tipografik boşluk (espas), harflerin, kelimelerin ve satırların birbiriyle olan ilişkisini belirleyen kritik bir tasarım öğesidir. Bu boşluklar, metnin sadece okunurluğunu değil, aynı zamanda estetik değerini, ritmini ve algısını da şekillendirir. Modern tipografinin gelişimi, boşluğun pasif bir "arka plan" olmaktan çıkıp, bizzat formun ve iletişimin aktif bir parçası haline gelmesiyle yakından ilişkilidir.

SANAT AKIMLARININ ETKİSİ VE MODERNİZMİN YÜKSELİŞİ

Tipografinin boşlukla olan ilişkisi, 20. yüzyılın başındaki modern sanat akımlarıyla köklü bir değişim yaşamıştır. Arts and Crafts hareketinin öncüsü William Morris, harf aralıklarının ve kelime boşluklarının metnin genel estetiği içinde bir bütünlük oluşturması gerektiğini savunmuştur. Onun tasarımlarında, boşluklar rastgele değil, okunaklılığı ve görsel birliği sağlamak için bilinçli olarak düzenlenmiştir.

Modernizmin gelişiminde, Jan Tschichold'un "Yeni Tipografi" yaklaşımı (Görsel 1.), boşluğun kullanımına devrim niteliğinde bir bakış açısı getirmiştir. Tschichold, simetrik ve geleneksel düzenlemeyi yapay bulmuş, bunun yerine makine çağının dinamizmini yansıtan asimetrik boşluk düzenlemelerini tercih etmiştir. Bu yaklaşım, gereksiz elemanlardan arındırılmış tırnaksız (san-serif) yazı karakterlerini, boşluğun da bir tasarım elemanı olduğu bir kompozisyonun parçası haline getirmiştir. Hollandalı tasarımcı Piet Zwart, bu fikri bir adım daha ileri götürerek, Dadaizmin hareketliliği ile De Stijl'in işlevselliğini birleştirmiş, boşluğu "elemanlarla bir gerilim ortamı" yaratmak için kullanmıştır (Görsel 2). Zwart, harf boyutları, kontrastlar ve siyah-beyaz zıtlığıyla, boşluğa derinlik ve dinamizm kazandırmıştır.



Görsel 1. Jan TSCHICHOLD. Die Neue Typographie (Yeni Tipografi) adlı kitap için broşür. 1928.



Görsel 2. Piet Zwart. Advertisement for Vickers House, Reklam Tasarımı. 1923

Bu tarihsel gelişmeler, günümüz tipografi teorisinin temelini oluşturmaktadır. Robert Bringhurst, "The Elements of Typographic Style" adlı eserinde, boşluğu tipografinin en önemli unsurlarından biri olarak tanımlar ve metnin "nefes almasını" sağladığını belirtir (Bringhurst, 2004, s. 28). Benzer şekilde, Ellen Lupton "Thinking with Type" adlı kitabında, kerning'in harf çiftleri arasındaki optik boşluk dengesini sağlamanın anahtarı olduğunu vurgular (Lupton, 2010, s. 64). Bu durum, kelimelerin bir bütün olarak algılanması için hayati önem taşır. Gerrit Noordzij ise "The Stroke: Theory of Writing" adlı çalışmasında, boşluğun harfin kimliğini

belirleyen temel bir unsur olduğunu, harfin içindeki "karşı boşlukların" (counter space) formun kendisi kadar anlam taşıdığını ifade eder (Noordzij, 2005, s. 12).

Emre Becer'in "Modern Sanat ve Yeni Tipografi" kitabında, tipografide boşluğun tasarlanamayan bir alan olmadığını, aksine basılı değerin bir elemanıdır diyerek, boşluğun da en az harfler kadar önemli bir tasarım öğesi olduğunu belirtir. Tevfik Fikret Uçar da benzer şekilde, doğru kullanılan boşluğun metnin okunurluğunu artırdığını ve gözü yormadığını belirtir. Onun yaklaşımına göre boşluk, sadece estetik bir denge aracı değil, aynı zamanda metnin hiyerarşisi oluşturarak anlamın daha net iletilmesine yardımcı olan bir "grafik dil" unsurudur (Uçar, 2019, s. 36). Bu bağlamda, tipografide boşluk düzenlemesi, sadece teknik bir harf çiftleri arası boşluk (kerning) ve genel harf aralığı (tracking) ayarı meselesi olmanın ötesinde, metnin anatomisini, ruhunu ve iletişim gücünü belirleyen temel bir felsefedir. Sanat akımlarının getirdiği yenilikler ve tipografi uzmanlarının teorik yaklaşımları, boşluğun modern tasarımın merkezindeki vazgeçilmez yerini pekiştirmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR



Şekil 1. Çizgisel ve Optik Eşitlik Karşılaştırması

Görsel (Şekil 1.) tipografi ve grafik tasarımın en temel ilkelerinden biri olan görsel denge ve optik illüzyon kavramını net bir şekilde ortaya koymaktadır. Görselin sol bölümü, bir kare ve bir dairenin çizgisel (matematiksel) ölçüde eşit olduğunu göstermektedir. Bu, her iki formun da aynı genişlik ve yüksekliğe sahip olduğu anlamına gelir. Ancak, insan gözü dairesel bir formu, köşeli bir forma göre daha küçük algılama eğilimindedir.

Bu algısal farklılık, görselin sağ tarafındaki "Alansal Değerlerinde Eşit" bölümüyle açıklanmaktadır. Burada, dairenin alanı kareye göre daha geniş tutularak, her iki formun da görsel olarak eşit büyüklükte algılanması sağlanmıştır. Bu durum, tipografideki harf formları için de geçerlidir. Örneğin, "o" gibi yuvarlak harfler, "h" veya "n" gibi düz harflere göre optik olarak daha küçük görünür. Bu nedenle, bir yatı tipi (font) tasarlanırken, yuvarlak harflerin matematiksel olarak daha uzun ve geniş yapılması gerekir ki, metin içinde görsel bir uyum sağlansın ve harfler eşit büyüklükte algıllansın.

Bu bulgu, grafik tasarımda boşluk (espas) düzenlemesinin sadece metrik (ölçüye dayalı) bir yaklaşımla yapılamayacağını kanıtlamaktadır. Aksine, göz zevki ve algısal denge üzerine kurulu bir yaklaşıma ihtiyaç vardır. Bu bağlamda, daha önce ifade edildiği gibi harf çiftleri arası boşluk (kerning) ve genel harf aralığı (tracking) gibi kavramlar, bu optik dengeyi sağlamak için kullanılan temel tekniklerdir. Bir fontun okunaklılığı, harflerin çizgisel olarak değil, optik olarak dengelenmiş boşluklarla bir araya getirilmesine bağlıdır. Bu prensip, tüm tipografi ve tasarım çalışmaları için kritik bir öneme sahiptir ve metrik ölçülere dayalı bir düzenden, görsel algıya dayalı bir denge arayışına geçişi temsil eder.



Şekil 2. Yazı Karakteri Boşluk İlişkisi

Görsel (Şekil 2.) yazı tipi (font) tasarımında küresel standartların Türkçe'ye özgü harflere nasıl uyum sağlayamadığını açıkça ortaya koymaktadır. Görselin üst bölümünde yer alan "şakül" kelimesi, "ş" ve "ü" gibi Türkçe karakterlerin tipografik espası nasıl etkilediğini göstermektedir. Bu harflerin alt ve üst anatomileri (kuyruk ve nokta gibi ekler), kelimenin genel çizgisel sınırlarını genişleterek, fontun standart espas düzenlemesinin dışına çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum, özellikle büyük harfteki "Ş" karakterinde daha belirgindir ve metnin diğer satırlarla olan dikey boşluğunu (leading) potansiyel olarak etkileyebilir.

Görselin alt bölümünde ise, Türkçe karakter kullanılmadan yazılan "sakul" kelimesi yer almaktadır. Bu kelime, Türkçe karakterli versiyona göre daha doğru bir espas alanı kaplamaktadır. Bu karşılaştırma, fontların, Latin alfabesinin temel harflerine göre (İngilizce'nin öncelikli olduğu) tasarlandığında, Türkçe'ye özgü harflerin tipografik bütünlüğü bozduğunu somut olarak kanıtlamaktadır. "s" ve "a" harfleri arasındaki boşluk ile "ş" ve "a" harfleri arasındaki boşluğun görsel farklılıkları, kerning (harf çiftleri arası boşluk) ayarlarının yetersiz kaldığını gösterir.

SONUÇ

Bu çalışma, tipografi alanında küresel tasarım pratikleri ile yerel dilin kendine özgü gereksinimleri arasındaki derin uyumsuzluğu ortaya koymuştur. Araştırmanın hipotezinin

temelini oluşturan, modern fontların büyük bir kısmının İngilizce dil yapısına göre tasarlandığı ve bu durumun Türkçeleştirilmiş yazı karakterlerinde anatomik ve espas sorunlarına yol açtığı görüşü, yapılan araştırmalar ve görsel analizlerle desteklenmiştir.

Araştırmalar, tipografinin tarihsel gelişiminde, Sanatlar ve El Sanatları hareketinden modernizme uzanan süreçte, boşluğun sadece estetik değil, aynı zamanda işlevsel bir unsur olarak ne kadar kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Jan Tschichold'un asimetrik düzenleme ve Piet Zwart'ın dinamik boşluk kullanımı gibi yenilikçi yaklaşımlar, tipografinin salt metrik ölçülere bağlı kalmaktan çıkıp, görsel algısal dengeyi esas alan bir disiplin haline geldiğini kanıtlamaktadır. Robert Bringhurst, Ellen Lupton ve Gerrit Noordzij gibi yabancı tipografi uzmanları, bu görüşü destekleyerek boşluğun, harf formlarının kimliğini belirleyen ve metnin okunurluğunu artıran temel bir unsur olduğunu vurgulamıştır. Emre Becer ve Tevfik Fikret Uçar da benzer şekilde, boşluğun metin hiyerarşisi oluşturmadaki ve anlamsal iletişimi güçlendirmedeki rolüne dikkat çekmiştir.

Sonuç olarak, Türkçe'nin kendine özgü harf anatomileri, yazı tipi (font) tasarımında özel bir yaklaşım ve dikkat gerektirmektedir. Mevcut fontların Türkçeye uyarlanması, basit bir karakter ekleme işlemiyle sınırlı kalmamalıdır. Bunun yerine, kerning (harf çifti aralığı) ve tracking (genel harf aralığı) gibi boşluk düzenlemelerinin, harflerin görsel dengesi ve metnin okunurluğu dikkate alınarak yeniden tasarlanması elzemdir. Bu çalışma, font tasarımcılarını, yazılı iletişimin görsel kalitesini artırmak ve Türkçe'nin zengin dil yapısını tipografik olarak doğru bir şekilde temsil etmek için bu yerel gereksinimleri merkeze almaya davet etmektedir. Böylece, yazı tipleri (fontlar) "İngilizce konuşan" olmaktan çıkıp, her dilin kendi estetik ve fonetik özelliklerini yansıtan gerçek anlamda evrensel birer iletişim aracı haline gelebilir.

Kaynaklar

- Becer, E. (2007). Modern Sanat ve Yeni Tipografi. Dost Yayınevi
Bringhurst, R. (2004). The elements of typographic style (3rd ed.). Hartley & Marks Publishers.
Lupton, E. (2010). Thinking with type: A critical guide for designers, writers, editors, & students (2nd ed.). Princeton Architectural Press.
Noordzij, G. (2005). The stroke: Theory of writing. Hyphen Press.
Uçar, T. F. (2019). Görsel İletişim ve Grafik Tasarım (10. b.). İstanbul, Türkiye: İnkılâp Kitabevi.

Görsel Kaynaklar

- Zwart, P. (1927). N.V. E.T.H.M.I.J. için reklam afişi [Afş]. JM9 Universe. Erişim adresi: <https://jm9universe.wordpress.com/2019/08/02/piet-zwart/>
Zwart, P. (1927). N.V. E.T.H.M.I.J. için reklam afişi [Afş]. Erişim adresi: <https://www.artlebedev.com/izdal/novaya-tipografika/poster/>

FUTBOL VE SOSYAL SORUMLULUK: MAÇ GÜNÜ PANKARTLARININ İÇERİK ANALİZİ

Abdullah Yiğit GÜNGÖR

Atatürk University, Oltu Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Business Administration, 25400 Oltu, Erzurum

ORCID: 0000-0001-8135-7180

Sebastian MAJEWSKI

University of Szczecin, Institute of Economics and Finance, Department of Sustainable Finance and Capital Markets, 71-101 Mickiewicza, Szczecin

ORCID: 0000-0003-3072-5718

ÖZET

Dünyada birleştirici spor dallarından biri olan futbol endüstrisi gün geçtikçe büyümeye devam etmektedir. Bu büyüme; yayın hakları, sponsorluk ve reklam, ürün satışı, transferler, maç günü gelirleri vb. yoluyla önemli ekonomik gelirler yaratmaktadır. Futbolun popülaritesi ve etkisi arttıkça, sosyal sorumluluk beklentisi de ortaya çıkmıştır. Bu amaçla futbol takımları, çeşitli kampanyalar düzenleyerek, vakıflarla işbirliği yaparak ve belirli projeler geliştirerek kamuya hizmet etme görevlerini yerine getirmeye çalışmaktadır. Sosyal sorumluluk araçlarından bir tanesi de toplumda farkındalık yaratan maç günü pankartlarıdır. Bu bağlamda, çalışmanın amacı Türkiye Süper Ligi'ndeki üç büyük futbol kulübünün maç günü seremoni pankartlarını incelemektir. Çalışmada, nitel araştırma yöntemleri kapsamında vaka çalışması tasarımı kullanılmıştır. Çalışmanın evreni Beşiktaş, Fenerbahçe ve Galatasaray'ın 111 maç günü pankartıdır. Ancak, yeterli bilgi olmaması veya okunamama sorunu nedeniyle 4 maç günü kapsam dışında tutulmuştur. Ayrıca, takımlar 39 maç günü pankart taşımamıştır. Bu nedenle, çalışmanın örneklemini 68 maç günü pankartı oluşturmaktadır. Veriler, ligin resmi yayıncısı (BeIN Media Group) tarafından yayınlanan maç özetlerinden toplanmıştır. Verileri değerlendirmek için içerik analizi yapılmıştır. Bu amaçla sırasıyla kodlar, kategoriler ve temalar oluşturulmuştur. Kodlar, pankartların tüm içeriğinden oluşturulmuştur. Ardından, kodların önemli bölümlerinden kategoriler türetilmiştir. Son olarak, temalar; sosyal duyarlılık ve dayanışma, ulusal birlik ve değerler, sosyal meslek gruplarına saygı ve takdir, halk sağlığı ve farkındalık, şehir kimliği, sadakat ve anma, adil oyun ve hak temelli yaklaşım olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, Türkiye'deki üç büyük kulübün çoğu maç günü seremonilerinde pankartlar taşıyarak sosyal sorumluluklarını yerine getirmeye çalıştıklarını ve pankartların içeriğinin çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Futbol, sosyal sorumluluk, maç günü, pankart, içerik analizi

FOOTBALL AND SOCIAL RESPONSIBILITY: CONTENT ANALYSIS OF MATCHDAY CEREMONY BANNERS

ABSTRACT

The football industry, one of the unifying sports in the world, has been growing day by day. This growth generates remarkable economic income through broadcasting rights, sponsorship and advertising, merchandising, transfers, matchday revenues, and so on. As the popularity and influence of football rise, the expectation of social responsibility has also emerged. For this purpose, football teams try to fulfill their duties of serving the public via organizing various campaigns, cooperating with foundations, and developing particular projects. One of the tools for social responsibility is the matchday banners, which create awareness in society. In this context, the aim of this study is to examine the matchday ceremony banners of the big three football clubs in the Turkish Super League. A case study design was used within qualitative research methods. The population of the study is 111 matchday banners of Beşiktaş, Fenerbahçe, and Galatasaray. However, 4 matchdays were excluded due to a lack of information or unreadable banners. Additionally, the teams did not hold banners for 39 matchdays. Therefore, 68 matchday banners constitute the sample of the study. Data were collected from the highlights of the official broadcaster of the league (BeIN Media Group). Content analysis was conducted to evaluate the data. For that purpose, codes, categories, and themes were generated, respectively. Codes were derived from the full content of the banners. Then, categories were created from the essential parts of the codes. Lastly, the themes were found as social sensitivity and solidarity, national unity and values, respect and appreciation for social occupational groups, public health and awareness, city identity, fidelity and commemoration, fair play, and rights-based approach. These findings reveal that the big three clubs in Türkiye have tried to fulfil their social responsibility by holding banners in most match day ceremonies and the content of the banners has varied.

Keywords: Football, social responsibility, matchday, banner, content analysis

FUTBOLDA YABANCI VIDEO YARDIMCI HAKEMİN (VAR) ETKİLERİ: TÜRKİYE SÜPER LİGİ'NDEN KANITLAR

Abdullah Yiğit GÜNGÖR

Atatürk University, Oltu Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Business
Administration, 25400 Oltu, Erzurum

ORCID: 0000-0001-8135-7180

Sebastian MAJEWSKI

University of Szczecin, Institute of Economics and Finance, Department of Sustainable Finance and
Capital Markets, 71-101 Mickiewicza, Szczecin

ORCID: 0000-0003-3072-5718

ÖZET

Video Yardımcı Hakem (VAR) sisteminin futbola entegrasyonu tartışmalı bir konudur. Bir yandan VAR, hakemlerin hatalarını azaltarak yararlı bir gelişme olarak değerlendirilirken, diğer yandan uzun süreli duraklamalar vb. nedenlerle eleştirilmektedir. Bir başka tartışma konusu ise VAR'ın yerli mi yoksa yabancı mı olduğu ile ilgilidir. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı yabancı VAR'ın futboldaki etkilerini araştırmaktır. Çalışmanın değişkenleri, VAR ile ilgili literatür temel alınarak; gol sayısı, sarı kart, kırmızı kart, penaltı, ofsayt ve faul olarak belirlenmiştir. Çalışmanın tasarımı, nicel yöntemler arasından tanımlayıcı-karşılaştırmalı ve kesitsel desendir. Çalışmanın evreni, 2024-2025 Türkiye Süper Ligi sezonundaki 342 maçıdır. Sezonun ilk yarısı yerli VAR tarafından yönetilirken, ikinci yarısı yabancı VAR tarafından yönetilmiştir. Ancak, küme düşmeyi, UEFA katılımını veya şampiyonluğu garantileyen takımların maçları son dört hafta (35., 36., 37., 38.) yerli VAR tarafından yönetilmiştir. Bu nedenle, bu maçlar ve ilk yarının eşdeğerleri örneklemden çıkarılmıştır. Ayrıca, bir maç sahadan çekilme nedeniyle yarıda kalmıştır. Bu maç ve eşdeğeri de örneklemden çıkarılmıştır. Dolayısıyla, çalışmanın örneklemi 302 maçtan oluşmaktadır; 151'i yerli VAR, 151'i yabancı VAR ile yönetilmiştir. Normal dağılım sağlanamadığı için faul hariç tüm değişkenlere Mann-Whitney U testi uygulanmış ve yerli ile yabancı VAR arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Değişkenlerin ortalamaları gol için 2,81/2,89, sarı kart için 4,93/4,89, kırmızı kart için 0,19/0,26, penaltı için 0,33/0,39 ve ofsayt için 3,96/3,72'dir. Ayrıca, normal dağılım sağlandığı için faul değişkenine Student t-testi uygulanmış ve anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Video yardımcı hakem, VAR, yabancı VAR, hakem, Türkiye Süper Ligi

THE EFFECTS OF FOREIGN VIDEO ASSISTANT REFEREE (VAR) IN FOOTBALL: EVIDENCE FROM TURKISH SUPER LEAGUE

ABSTRACT

Integration of the Video Assistant Referee (VAR) into football is a controversial issue. On one hand, VAR is evaluated as a useful improvement through decreasing mistakes of the referees, on the other hand, it is criticised due to the prolonged pauses and so on. Another debate is related to the origin of the VAR, whether they are domestic or foreign. In this context, the aim of this study is to investigate the effects of the foreign VAR in football. The variables of the study were determined as the number of goals, yellow cards, red cards, penalties, offsides, and fouls based on the literature on VAR. The design of the study is descriptive-comparative and cross-sectional among quantitative methods. The population of the study is 342 matches in the season of 2024-2025 Turkish Super League. The first half of the season was conducted by domestic VAR, while the second half was conducted by foreign VAR. However, the matches of the teams guaranteed relegation, UEFA participation, or championship were managed by domestic VAR in the last four weeks (35th, 36th, 37th, 38th). Therefore, these matches and equivalents of the first half were excluded from the sample. Additionally, one game is abandoned due to the withdrawal from the field. This game and its equivalent were also excluded. Hence, the sample of the study includes 302 matches, 151 with domestic VAR and 151 with foreign VAR. Due to the abnormal distribution, the Mann-Whitney U test was implemented for the variables except for foul, and there was no significant difference between domestic and foreign VAR. The means of the variables were 2.81/2.89 for goal, 4.93/4.89 for yellow card, 0.19/0.26 for red card, 0.33/0.39 for penalty, and 3.96/3.72 for offside. Additionally, Student's t-test was implemented for foul due to the normal distribution; no significant difference was found.

Keywords: Video assistant referee, VAR, foreign VAR, referee, Turkish Super League

PLANSIZ SATIN ALMA DAVRANIŞLARI: KOMPLEKSİTE VE KARAR VERME SÜRECİ¹

Nural YILDIZ*

Trakya Üniversitesi, İ.İ.B.Fakültesi, İKTİSAT Bölümü

ORCID: 0000-0002-4513-4737

Ertuğrul TÜRKSEVER

Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İKTİSAT Ana Bilim Dalı

ORCID: 0000-0002-1881-07793

ÖZET

Bu çalışma, 'kompleksite' olarak ifade edilen karmaşıklık ile satın alma davranışları arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Teknolojinin günlük hayatın bir parçası olduğu günümüz koşullarında tüketim ortamı, artan ürün çeşitliliği ve dijitalleşmenin etkisiyle daha önce olmadığı kadar karmaşık bir hale gelmiştir. Davranışsal ekonomi teorileri ile ilişkilendirilen bu karmaşıklık, tüketicilerin her zaman rasyonel hareket etmediğini, duygusal tepkiler ve dış etkenlerin etkisiyle bazen beklenen rasyonellikle çelişen satın alma davranışları sergilediklerini göstermektedir. Davranışsal iktisat, İktisatla psikolojinin sentezi olan ve ölçümlerinde de deneysel iktisadı kullanarak, ana akım iktisadın açıklanma gücünü arttırmaya yardımcı unsur olmaktadır. Bu çalışma, tüketici davranışlarının daha iyi anlaşılabilmesi adına Engel-Kollat-Blackwell (EKB) Modeli'ni referans almıştır. Bu model, tüketicilerin karar verme sürecinde etkili olan faktörleri kapsamlı bir şekilde açıklamasında kullanılabilmektedir. Araştırmada nitel araştırma yöntemi benimsenmiş olup, veriler, amaçlı örnekleme stratejilerinden biri olan doğrulayıcı örnekleme yöntemiyle toplanmıştır. Çalışmanın analizi ise nitel veri setlerinin derinlemesine incelenmesi için MAXQDA.24 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. EKB modelinin yedi aşaması üzerinden yapılan analizde, tüketici davranışlarının yalnızca bilgi arama ve karar verme süreçlerine dayalı olmadığı, aynı zamanda duygusal ve toplumsal faktörlerin de önemli bir belirleyici olduğu vurgulanmaktadır. Katılımcıların bilgi arama sürecinde çevrimiçi platformlara yönelmeleri, sosyal medya ve kullanıcı yorumlarının güvenilir bilgi kaynakları olarak görülmesi, dijitalleşmenin tüketici davranışları üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Ayrıca, kampanyalar, indirimler ve influencer etkisi gibi çevresel faktörlerin, özellikle ihtiyaç dışı satın alma davranışlarını tetiklediği anlaşılmaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma, tüketici davranışlarının çok boyutlu ve dinamik bir yapıya sahip olduğunu, bireysel, sosyal, ekonomik ve çevresel faktörlerin bu davranışları şekillendiren temel unsurlar olduğunu ortaya koymaktadır.

¹ Bu çalışma Trakya Üniversitesi BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir. Proje No: 2025/56

*Sorumlu yazar

Anahtar Kelimeler: MAXODA, Kompleksite, Tüketici Davranışları

UNPLANNED PURCHASING BEHAVIORS: COMPLEXITY AND THE DECISION-MAKING PROCESS

ABSTRACT

This study examines the relationship between complexity, referred to here as complexité and purchasing behavior. In today's conditions, where technology has become an integral part of daily life, the consumption environment has grown more complex than ever before due to increasing product diversity and the effects of digitalization. This complexity, associated with behavioral economics theories, demonstrates that consumers do not always act rationally; instead, emotional responses and external factors sometimes lead them to engage in purchasing behaviors that conflict with the expected rationality. Behavioral economics, combining economics with psychology and employing experimental economics in its measurement, serves as a complementary element that enhances the explanatory power of mainstream economics. For the purpose of better understanding consumer behavior, this study takes the Engel-Kollat-Blackwell (EKB) Model as a reference. The model can be employed to provide a comprehensive explanation of the factors influencing consumers' decision-making processes. A qualitative research method was adopted, and data were collected through the confirmatory sampling method, which is one of the purposive sampling strategies. The analysis was conducted using the MAXQDA 24 software to allow for an in-depth examination of qualitative datasets. Analysis of consumer behavior through the seven stages of the EKB Model revealed that such behavior is not solely based on information search and decision-making processes, but is also significantly influenced by emotional and social factors. The fact that participants turned to online platforms during the information search process, and perceived social media and user reviews as reliable sources of information, underscores the impact of digitalization on consumer behavior. Moreover, environmental factors such as promotional campaigns, discounts, and influencer impact were found to particularly trigger non-need-based purchasing behavior. In conclusion, this study reveals that consumer behavior possesses a multidimensional and dynamic structure, shaped by fundamental individual, social, economic, and environmental factors.

Keywords: MAXQDA, Complexity, Consumer Behavior

1.GİRİŞ

Tüketici davranışları, yalnızca ekonomik rasyonaliteyle açıklanamayacak kadar karmaşık ve dinamik bir yapıya sahiptir. Tüketici kararları yalnızca fiyat ve fayda gibi objektif değişkenlerle değil; aynı zamanda risk algısı, sezgisel yargılar, sosyal etkileşimler ve bilişsel önyargılarla

şekillenmektedir (Mazlum, 2010: 53). Bu durum, özellikle yüksek maliyetli veya geri dönülmesi güç satın alma kararlarında belirginleşmekte; tüketiciler daha fazla bilgi arayışı içine girmekte, geçmiş deneyimlere ve sosyal çevreye daha fazla başvurmaktadır. Ancak bilgiye erişimin artması her zaman daha iyi kararlarla sonuçlanmamaktadır; zira tüketiciler, yoğun bilgi akışı karşısında sezgisel kestirme yollarına başvurarak çoğu zaman rasyonel davranıştan uzaklaşabilmektedir (Kitapçı, 2017: 89).

Engel-Kollat-Blackwell (EKB) Modeli, tüketici davranışlarını hem sistematik hem de psikolojik boyutlarıyla analiz edebilen bütüncül bir çerçeve sunmaktadır. Modelin en dikkat çekici yönü, tüketicilerin karar sürecini yalnızca ekonomik çıkarlar doğrultusunda değil; aynı zamanda duygusal durumlar, sosyal etkileşimler ve bilişsel sınırlılıklarla şekillenen bir yapı olarak ele almasıdır. Özellikle dijitalleşmenin hız kazandığı günümüzde, tüketici kararlarının çok kanallı ve etkileşimli bir yapıya bürünmesi, EKB modelini geçerli ve işlevsel kılmaktadır (Graham, 1981: 339). Sonuç olarak, Engel-Kollat-Blackwell Modeli'nin tüketici davranışı üzerindeki yaklaşımı, tüketici kararlarının karmaşıklığını aydınlatarak hem teorik çalışmalar hem de pratik uygulamalar açısından önemli bir temel sağlamaktadır. Günümüzde dijitalleşme ve tüketici davranışlarının değişen doğasına paralel olarak, EKB Modeli'nin güncel tüketici davranışlarına uyarlanarak kullanılmaya devam ettiği görülmektedir (Santa Clara Üniversitesi, 2025).

Bu çalışma, tüketici karar süreçlerinin nasıl yapılandığını, bu süreci etkileyen psikolojik ve yapısal faktörlerin birbirleriyle nasıl etkileşim içerisinde olduğunu, söz konusu süreçleri nasıl açıkladığını derinlemesine incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın kuramsal çerçevesini Engel-Kollat-Blackwell (EKB) Modeli oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, tüketicilerin alışveriş davranışları birer eylem olarak ele alınmakta; bu eylemleri ortaya çıkaran bilişsel, duygusal ve sosyal davranışsal unsurlar arasındaki ilişki, MAXQDA 24 nitel veri analiz programı kullanılarak yürütülecek içerik analizi ile ortaya konulmuştur. Böylelikle, tüketici davranışlarının arkasındaki çok boyutlu yapının daha sistematik ve bütüncül bir yaklaşımla anlaşılması hedeflenmektedir.

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada, tüketici davranışlarını anlamada kuramsal çerçeve olarak Engel-Kollat-Blackwell (EKB) Modeli benimsenmiştir. Engel-Kollat-Blackwell (EKB) Modeli, Engel, Kollat ve Blackwell tarafından 1968 yılında geliştirilen, tüketici davranışlarını açıklamak için temel alınan bir çerçeve sunmaktadır. Model, tüketicilerin satın alma sürecinde izledikleri yolu

sistematik bir şekilde ele alarak, tüketici kararlarının anlaşılmasını kolaylaştıran bir yaklaşım sunmaktadır (Gupta, 2024).

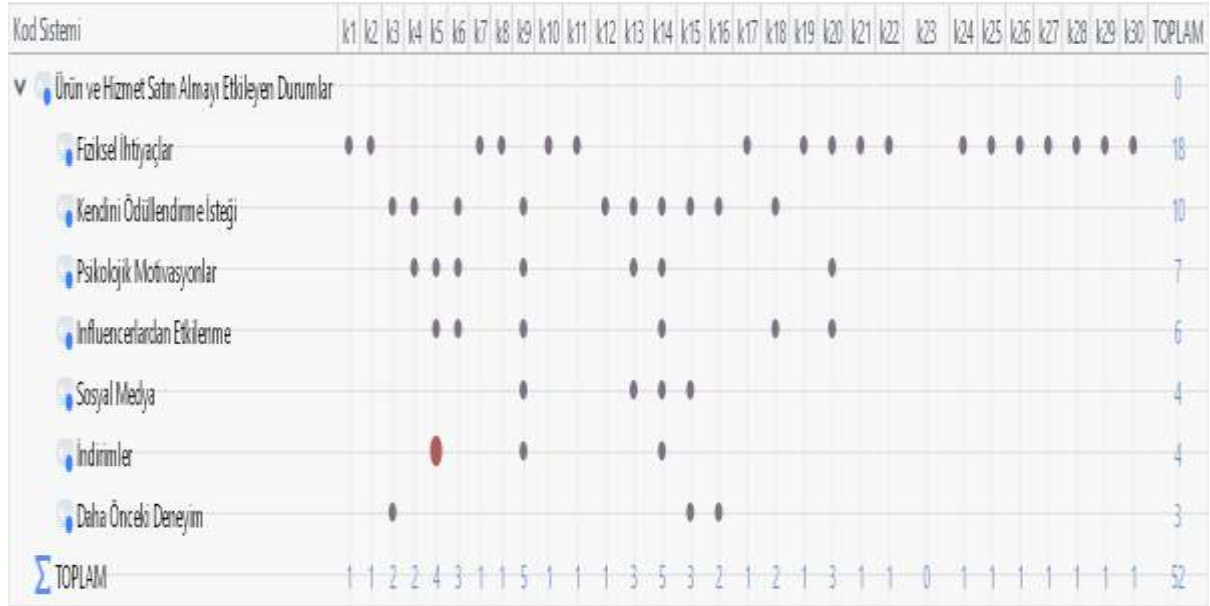
Were (2024), Engel–Kollat–Blackwell modelinin tüketici davranışlarını beş aşamalı bir karar verme süreci çerçevesinde analiz ettiğini belirtmektedir. Kakamega County bölgesindeki restoran müşterileri bağlamında yürütülen çalışmada, tüketici tercihlerine etki eden önemli faktörler ortaya konmuş ve karar verme süreci ile tüketici değerlendirmeleri arasında yüksek düzeyde bir korelasyon tespit edilmiştir. Blackwell, Miniard ve Engel (2006) ise EKB modelini; ihtiyaç tanıma, bilgi alma, alternatiflerin değerlendirilmesi, satın alma kararı, tüketim, satın alma sonrası değerlendirme ve elden çıkarma olarak yedi aşamada ele almışlardır.

Araştırma, nitel araştırma yöntemi doğrultusunda tasarlanmış ve veri toplama süreci, plansız satın alma davranışı sergileyen tüketicilerin deneyimlerinin dökümanate edilmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların belirlenmesinde, amaçlı örnekleme stratejilerinden biri olan doğrulayıcı örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Bu kapsamda, son dönemde plansız satın alma davranışında bulunmuş olan toplam 30 katılımcı (15 kadın, 15 erkek) araştırma örneklemini oluşturmuştur.

Toplanan veriler, MAXQDA nitel veri analiz yazılımı kullanılarak içerik analizi yapılmıştır. Analiz sürecinde, katılımcıların verdikleri yanıtlar hiyerarşi içinde yapılandırılmış; bu yapılandırmada EKB Modeli'nin yedi aşaması referans alınarak temalaştırılmıştır. Söz konusu yedi aşama şunlardır: İhtiyaç Tanıma, Bilgi Arama, Alternatiflerin Değerlendirilmesi, Satın Alma Kararı, Tüketim, Satın Alma Sonrası Değerlendirme ve Elden Çıkarma. Analizlerde, katılımcı ifadelerinin yoğunlaştığı noktaları belirlemek amacıyla kod matrisi, davranışlar arasındaki ilişkileri görselleştirmek üzere ise kod haritası kullanılmıştır. Bu görsel ve tematik analiz araçları, EKB modelinin aşamalarıyla katılımcı deneyimlerini eşleştirme ve değerlendirme açısından derinlemesine bir bakış açısı sunmuştur.

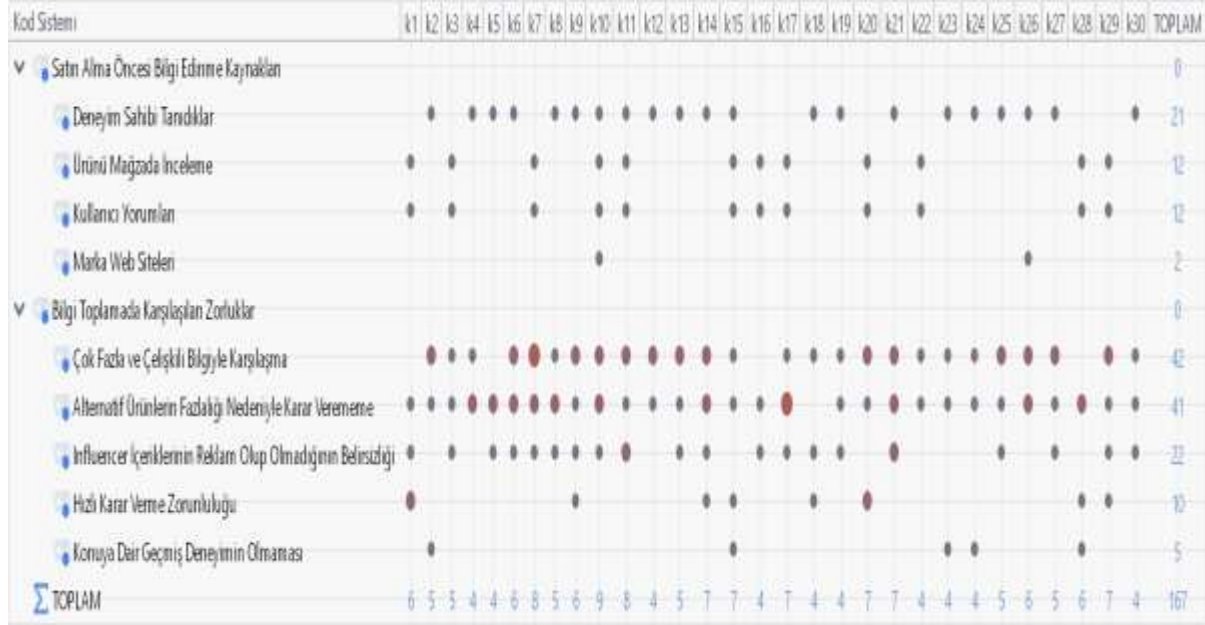
3. BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde analiz sonuçlarına yer verilmiştir;



Şekil 1. Ürün ve Hizmet Satın Almayı Etkileyen Durumlar Kod Matrisi

Katılımcıların ürün ve hizmet satın alma süreçlerinin **ihtiyaç tanıma** aşamasına yönelik ifade ettikleri görüşler, çeşitli tematik kodlar altında gruplanmıştır. Kod matrisine göre en sık karşılaşılan kod "**Fiziksel İhtiyaçlar**" olmuştur. Bu durum, katılımcıların satın alma kararlarında temel ve zorunlu ihtiyaçların belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Fiziksel ihtiyaçlar, genellikle hijyen, giyim veya gıda gibi zorunlu tüketim unsurlarını içermekte olup, katılımcıların rasyonel kararlar verdiğini yansıtmaktadır. "**Kendini Ödüllendirme İsteği**" bireylerin yalnızca zorunlu ihtiyaçlar değil, aynı zamanda psikolojik doyum elde etme amacıyla da satın alma davranışında bulunduklarını ortaya koymaktadır. **Psikolojik Motivasyonlar** ve **Influencerlardan Etkilenme** gibi kodlar ise bireyin içsel motivasyonlarının ve sosyal çevrenin etkilerinin satın alma sürecinde belirleyici olabileceğini göstermektedir. Özellikle influencer etkisi, modern dijital tüketim kültürünün bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Buna ek olarak, **Sosyal Medya** ve **İndirimler** gibi çevresel ve kampanya odaklı etkenlerin de ihtiyaç tanıma aşamasında etkili olduğu görülmektedir. Sosyal medyanın bu aşamada etkili olması, ihtiyaçların dışsal uyaranlar tarafından da tetiklenebileceğine işaret etmektedir. Son olarak, **Daha Önceki Deneyim** kodu, bireylerin geçmiş deneyimlerinden öğrenerek benzer ürün veya hizmetlere ihtiyaç duyduklarını göstermektedir. Ürün ve Hizmet Satın Almayı Etkileyen Durumlar temasında hedonik deneyimler ön plana çıkmıştır.

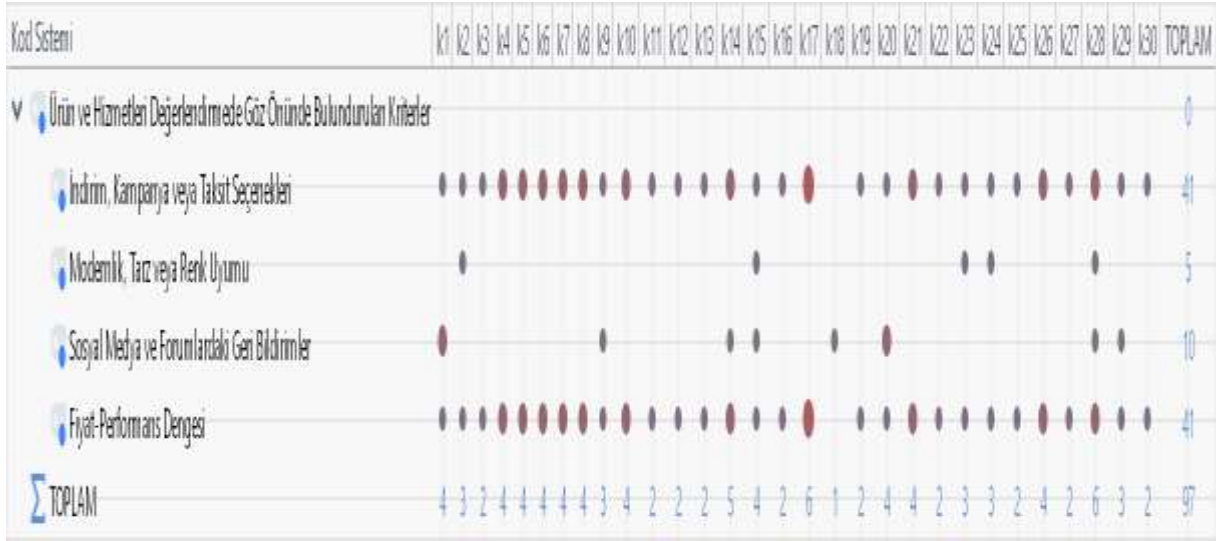


Şekil 2. Satın Alma Öncesi Bilgi Edinme ve Bilgi Toplamada Karşılaşılan Zorluklar Kod Matrisi

Katılımcıların bilgi arama sürecinde en sık başvurdukları kaynaklar arasında **Kullanıcı Yorumları**, **Deneyim Sahibi Tanındıklar** ve **Ürünü Mağazada İnceleme** öne çıkmaktadır. Bu durum, tüketicilerin satın alma kararlarını verirken sosyal çevrelerinden gelen bilgilere güvendiklerini ve başkalarının deneyimlerinden yararlandıklarını göstermektedir. Özellikle çevrimiçi kullanıcı yorumlarının yoğun biçimde tercih edilmesi, dijital platformların karar verme süreci üzerindeki belirleyici etkisini ortaya koymaktadır. Buna karşın **Marka Web Siteleri** gibi kurumsal kaynaklara daha az başvurulmuştur. Bu durum, tüketicilerin bilgi arama sürecinde daha çok bağımsız ya da deneyim temelli kaynakları tercih ettiğini, markaların kendi sunduğu bilgilere karşı ise daha temkinli yaklaştıklarını göstermektedir.

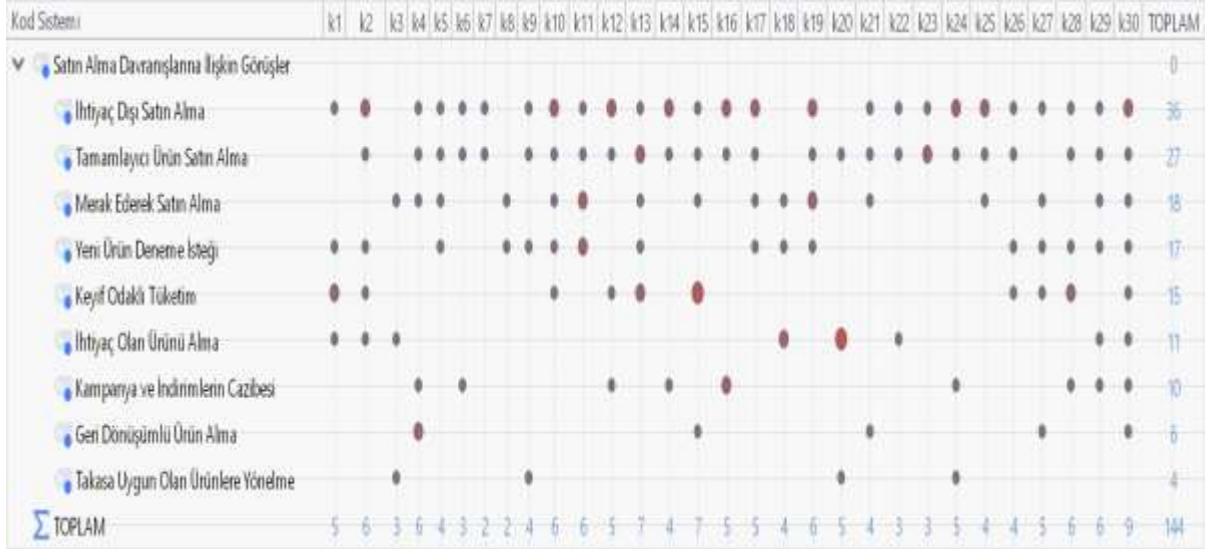
Bilgi arama sürecinde karşılaşılan en temel sorun ise **Çok Fazla ve Çelişkili Bilgiyle Karşılaşma** olarak öne çıkmaktadır. Tüketiciler, farklı kaynaklardan gelen fazla sayıdaki ve zaman zaman birbiriyle çelişen bilgiler nedeniyle karar vermede zorluk yaşamaktadır. Bu durum, bilgi bolluğunun karar kalitesini artırmak yerine karmaşa yarattığını ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra, **Alternatif Ürünlerin Fazlalığı Nedeniyle Karar Verememe** ve **Influencer İçeriklerinin Reklam Olup Olmadığının Belirsizliği** gibi unsurlar da bilgi toplamayı güçleştirmektedir. Özellikle influencer içeriklerine yönelik güven sorunları, bilgi arayan bireylerin dijital içeriklerin doğruluğunu sorguladığını göstermektedir. **Konuya Dair Geçmiş Deneyimin Olmaması** ve **Hızlı Karar Verme Zorunluluğu** gibi bireysel kaynaklı sınırlılıklar ise bilgi arama sürecinde zaman baskısı ve deneyim eksikliğinin karar alma üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, tüketicilerin yalnızca bilgiye erişim

değil, bilgiye dayalı değerlendirme yapabilme konusunda da destekleyici unsurlara ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.



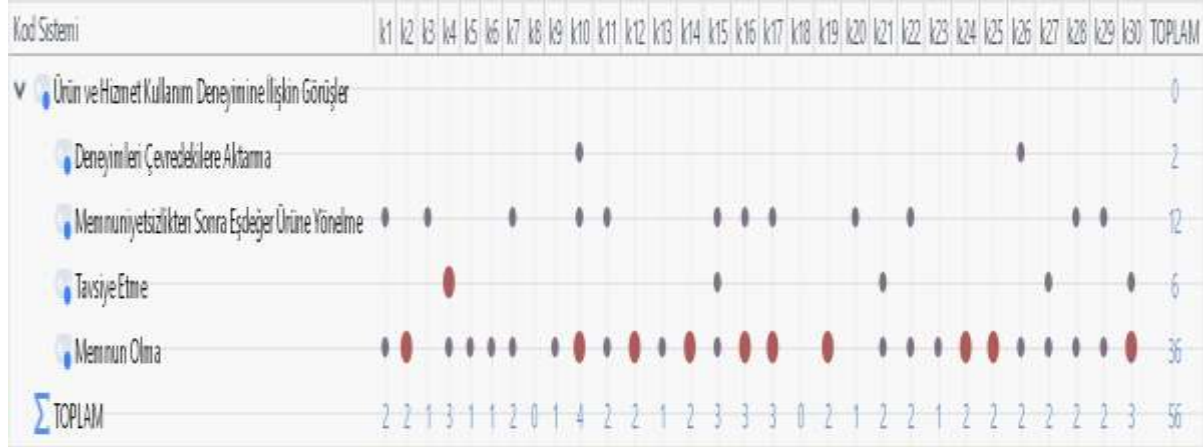
Şekil 3. Ürün ve Hizmetleri Değerlendirmede Göz Önünde Bulundurululan Kriterler Kod Matrisi

Katılımcıların alternatifleri değerlendirirken en çok dikkate aldıkları unsurların başında **İndirim, Kampanya veya Taksit Seçenekleri** ve **Fiyat-Performans Dengesi** gelmektedir. Bu iki kriterin eşit yoğunlukta vurgulanması, tüketicilerin hem ekonomik fayda arayışında olduklarını hem de ödedikleri ücretin karşılığında kaliteli bir ürün ya da hizmet beklentisi taşıdıklarını göstermektedir. Bu bulgu, rasyonel tüketici davranışı ile tutarlıdır ve tüketicilerin değerlendirme sürecinde maliyet-fayda doğrultusunda hareket ettiklerini göstermektedir. **Sosyal Medya ve Forumlardaki Geri Bildirimler** de dikkat çeken bir diğer kriterdir. Katılımcılar, yalnızca kendi değerlendirmelerine değil, diğer tüketicilerin deneyimlerine de önem vermektedir. Bu durum, alternatiflerin değerlendirilmesinde sosyal etkileşimin ve dijital geri bildirimlerin etkisini göstermektedir. **Modernlik, Tarz veya Renk Uyumu** gibi estetik değerlere dayalı kriterlerin daha düşük oranda yer alması ise, işlevsellik ve maddi avantajların daha ön planda olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, özellikle ekonomik kaygıların ağır bastığı tüketici profillerinde **görsel veya kişisel beğenilerin ikinci planda kaldığını** düşündürmektedir. Genel olarak, katılımcılar ürün ve hizmetleri değerlendirirken ekonomik fayda, dijital toplulukların görüşleri ve kendi ihtiyaçlarına uygunluk üzerinden karar vermektedir. Bu da değerlendirme sürecinin çok boyutlu bir yapı arz ettiğini ve bireysel olduğu kadar toplumsal etkilerle şekillendiğini ortaya koymaktadır.



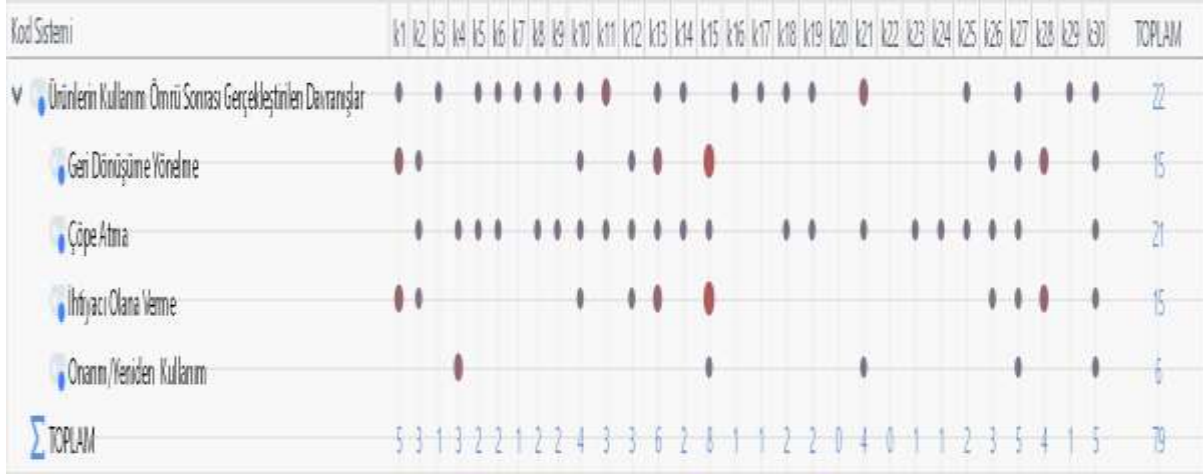
Şekil 4. Satın Alma Davranışlarına İlişkin Görüşler Kod Matrisi

Katılımcıların satın alma davranışlarına ilişkin ifadelerinde öne çıkan en belirgin eğilim **İhtiyaç Dışı Satın Alma** olmuştur. Bu durum, tüketicilerin yalnızca temel ihtiyaçlarına yönelik değil, anlık dürtülerle veya çevresel etkilerle şekillenen satın alma davranışları sergilediklerini göstermektedir. Bu bulgu, rasyonel karar verme sürecinden sapmaların sık yaşandığını ve hedonik tüketimin etkili olduğunu göstermektedir. Bu kodu takip eden diğer önemli eğilimler **Tamamlayıcı Ürün Satın Alma** ve **Merak Ederek Satın Alma** şeklindedir. Katılımcılar çoğu zaman mevcut ürünleriyle bağlantılı yeni ürünlere yönelmekte veya yalnızca meraktan dolayı bir ürünü deneyimlemeyi tercih etmektedir. Bu bulgu, alışverişin yalnızca işlevsel değil, keşfetmeye dayalı bir deneyim olarak da değerlendirildiğini göstermektedir. **Yeni Ürün Deneme İsteği** ve **Keyif Odaklı Tüketim** gibi ifadeler, bireylerin yeniliğe açıklığını ve alışverişten haz alma eğilimlerini ortaya koymaktadır. Bu tür davranışlar, özellikle duygusal tatmin ve kişisel zevklerle ilişkilidir ve tüketici davranışlarında **deneyim arayışının** belirleyici olduğunu göstermektedir. Ek olarak, **İhtiyaç Olan Ürünü Alma** kodu daha düşük sıklıkla yer alsa da, halen işlevselliğin bazı bireyler için öncelikli kriter olduğunu göstermektedir. **Kampanya ve İndirimlerin Cazibesi**, **Geri Dönüşümlü Ürün Alma** ve **Takasa Uygun Olan Ürünlere Yönelme** gibi kodlar ise ekonomik ve çevresel hassasiyetlerin sınırlı da olsa tüketici davranışlarını şekillendirdiğini göstermektedir. Bu bulgular, yeni nesil tüketici profilinde **fiyat duyarlılığı** ve **sürdürülebilirlik bilincinin** gelişmekte olduğunu düşündürmektedir.



Şekil 5. Ürün ve Hizmet Kullanım Deneyimine İlişkin Görüşler Kod Matrisi

Katılımcıların ürün veya hizmeti kullandıktan sonra en sık ifade ettikleri durum **Memnun Olma** olmuştur. Bu sonuç, büyük oranda olumlu deneyim yaşandığını ve satın alma kararlarının çoğunlukla beklentiyi karşıladığını göstermektedir. Memnuniyet, tüketicinin hem ürünü yeniden tercih etme eğilimini artırmakta hem de çevresine olumlu geri bildirim verme olasılığını güçlendirmektedir. **Tavsiye Etme** davranışı da memnuniyetin bir sonucu olarak değerlendirilmekte; memnun kalan bireyler bu memnuniyetlerini sosyal çevreleriyle paylaşmaktadır. Ancak bu oran, memnuniyet düzeyine kıyasla daha düşüktür; bu da her memnun bireyin tavsiye davranışına yönelmediğini göstermektedir. Bununla birlikte, bazı katılımcılar **Memnuniyetsizlikten Sonra Eşdeğer Ürüne Yönelme** eğilimi göstermektedir. Bu durum, üründen memnun kalınmadığında bireylerin markaya sadık kalmak yerine benzer alternatiflere yöneldiklerini ve marka bağlılığının zayıf olabileceğini düşündürmektedir. **Deneyimlerini Çevredekilere Aktarma** kodu ise oldukça sınırlı kalmıştır. Katılımcıların çoğunlukla deneyimlerini bireysel düzeyde yaşadıkları, bu deneyimleri paylaşma davranışının düşük düzeyde olduğu görülmektedir. Bu bulgu, özellikle olumsuz ya da tarafsız deneyimlerin daha az paylaşıldığını ve ağızdan ağıza iletişimin sınırlı kaldığını göstermektedir.



Şekil 6. Ürünlerin Kullanım Ömrü Sonrası Gerçekleştirilen Davranışlar Kod Matrisi

Katılımcıların ürünleri kullanım ömrü sonunda nasıl elden çıkardıklarına yönelik görüşleri incelendiğinde, en çok tercih edilen yöntem **Geri Dönüşüme Yönelme** olmuştur. Bu durum, çevre bilincinin yükseldiğine ve bireylerin sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda hareket ettiklerine işaret etmektedir. Özellikle ambalaj atıkları, elektronik eşyalar veya tekstil ürünleri gibi alanlarda geri dönüşüm eğiliminin arttığı söylenebilir. **Çöpe Atma** davranışı da oldukça yaygın bir şekilde görülmektedir. Bu bulgu, bazı bireylerin hâlâ eski tüketim alışkanlıklarını sürdürdüğünü ve geri dönüşüm imkânlarına erişim ya da farkındalık eksikliği yaşadığını düşündürmektedir. Buna karşılık, **İhtiyacı Olana Verme** davranışı, sosyal sorumluluk duygusunun bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Kullanılabilir durumdaki ürünlerin çevredeki ihtiyaç sahiplerine verilmesi, hem israfın önlenmesini hem de toplumsal dayanışmayı desteklemektedir. Daha düşük oranla ifade edilen **Onarım/Yeniden Kullanım** davranışı ise tamir kültürünün henüz yaygınlaşmadığını göstermektedir. Bu durum hem ekonomik hem de çevresel açıdan önemli olmasına rağmen tüketiciler arasında tercih edilen bir yöntem olmadığını ortaya koymaktadır.

5. Sonuç

Bu çalışma, Engel-Kollat-Blackwell (EKB) Modeli'ni temel alarak tüketici davranışlarının karmaşık yapısını anlamaya yönelik nitel bir analiz sunmuştur. Katılımcı ifadeleri, tüketici davranışlarının yalnızca fiziksel ihtiyaçlara dayalı rasyonel kararlar değil, aynı zamanda duygusal, sosyal ve çevresel faktörlerle şekillendiğini göstermektedir. Araştırma bulguları, satın alma süreçlerinin çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu ve bu süreçlerin hem bireysel motivasyonlar hem de dışsal uyaranlar tarafından etkilendiğini ortaya koymaktadır.

EKB modeline dayanarak yapılan analiz, tüketici davranışlarının her aşamasının, katılımcıların deneyimleri doğrultusunda nasıl farklılaştığını ve hangi faktörlerin belirleyici rol oynadığını

ortaya koymuştur. Özellikle, bilgi arama sürecinde karşılaşılan zorluklar, çok fazla ve çelişkili bilgiyle karşılaşma, alternatif ürünlerin fazlalığı ve influencer içeriklerinin güvenilirliği gibi unsurlar, tüketicilerin karar verme sürecini karmaşıklştırmaktadır. Bu durum, bilgi fazlalığının, doğru karar verme üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini göstermektedir. Diğer yandan, alternatiflerin değerlendirilmesi aşamasında, katılımcıların büyük ölçüde fiyat-performans dengesi, indirim ve kampanyalar gibi ekonomik temelli kriterleri ön plana çıkarmışlardır. Satın alma kararı aşamasında, katılımcılar hem işlevsel ihtiyaçlar hem de hedonik dürtülerle hareket ettiği gözlemlenmiştir. İhtiyaç dışı satın alma davranışları, çevresel faktörler, sosyal medya etkisi ve kişisel ödüllendirme motivasyonları gibi unsurlarla şekillenmektedir. Ayrıca, satın alma sonrası değerlendirmelerde, katılımcıların çoğunlukla memnuniyet duyduğu, bunun da tekrar satın alma ve tavsiye etme davranışlarını tetiklediği gözlemlenmiştir. Elden çıkarma aşamasında, kadın ve erkek katılımcılar arasında sürdürülebilirlik bilincinin arttığı ancak geri dönüşüm kültürünün yaygınlaşmadığı tespit edilmiştir. Geri dönüşüm, çevresel bilinci yansıtan bir davranış olarak öne çıkarken, eski tüketim alışkanlıklarının devam ettiği bazı katılımcılar tarafından ifade edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Blackwell, R. D., Miniard, P. W., ve Engel, J. F. (2006). *Consumer behavior* (10th ed.). Thomson/South-Western.
- Graham, R.J. (1981). The role of perception of time in consumer research. *Journal of Consumer Research*, 7 (4), 335-342.
- Gupta, S. (2024). 10 Consumer Behaviour Models Types and Stages. *Nudge*. Erişim adresi <https://www.nudgenow.com/blogs/consumer-behaviour-models-types-stages>
- Kitapçı, İ. (2017). Rasyonaliteden İrrasyonaliteye: Davranışsal İktisat Yaklaşımı ve Bilişsel Önyargılar. *Maliye Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 85-102.
- Mazlum, M. (2010). *Pazarlama ilkeleri*. Mersin: Çağ Üniversitesi Yayınları.
- Santa Clara Üniversitesi. (2025, Nisan 2). Understanding Consumer Behavior. Erişim adresi: <https://onlinedegrees.scu.edu/media/blog/understanding-consumer-behavior>
- Were, S. O. (2024). An Engel–Kollat–Blackwell model application on restaurant clientele purchase decision-making processes in commercial eateries in Kakamega County, Kenya. *Research in Hospitality Management*, 13 (3), 153-159. <https://doi.org/10.1080/22243534.2024.2322220>

**IMPACT OF PERCEIVED QUALITY OF MOBILE E-COMMERCE APPLICATIONS
INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON ONLINE CONSUMERS'
PURCHASE INTENTION: AN EXPLORATORY QUALITATIVE STUDY**

Brahim Malki & Mounia Sliman

Economics and Organization Management Laboratory, Faculty of Economics and Management,
Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Abstract:

This study examines the impact of the perceived quality of mobile e-commerce applications integrating artificial intelligence (AI) on consumers' purchase intention. A qualitative survey was conducted with 40 individuals of different nationalities who had never made purchases via AMEC, through semi-structured individual interviews administered online. The findings reveal that the perceived quality of these applications, leveraging AI tools and techniques, positively influences purchase intention through e-trust. Two key moderating variables emerge: age and online shopping culture. The managerial implications highlight the improvement of three key dimensions of AMEC quality: The quality of content and ergonomics, the quality of feedback provided to consumers, and the quality of system and security. The study also emphasizes the importance of aligning these improvements with appropriate AI-based solutions to strengthen user trust and enhance purchase intention. Among these solutions are the automation of recommendations through chatbots and virtual assistants based on Natural Language Processing (NLP), AI-driven recommendation systems, and the dynamic personalization of user interfaces.

Keywords: Perceived Quality, Artificial Intelligence, E-Trust, Purchase Intention, Mobile E-Commerce Applications, Personalization, Chatbots, Recommendation Systems.

ENDODONTİDE REHBERLİ TEDAVİ YÖNTEMİNİN İN VİTRO VE KLİNİK UYGULAMALARI

Esra ARILI ÖZTÜRK

Private Dental Clinic, Edirne

ORCID: 0000-0003-2137-4442

ÖZET

Rehberli endodontik tedavi konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) ve 3 boyutlu şablonlar kullanılarak gerçekleştirilen minimal invaziv bir kök kanal tedavisi tekniğidir. Şiddetli kök kanal kalsifikasyonu ve endodontik tedavi ihtiyacı olan dişlerde, rehberli endodontinin endike olabileceği bildirilmiştir. Kök kanal obliterasyonu gösteren dişlerde; iatrojenik perforasyonlar, kök kanalında alet kırıkları ve/veya kanallardaki alet parçalarının çıkarılamaması, diş dokusunun aşırı madde kaybı veya kalsifiye kanalların bulunamaması gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilir. Kalsifiye kanallara rehberli erişim, diş yapısını korumaya, kanal perforasyonu gibi kazaları önlemeye yardımcı olabilir. Dişteki sert doku kaybı miktarı, tedavi süresi, operatör deneyimi ile ilgili çalışmalar rehberli endodontinin geleneksel yöntemlere göre olumlu yönlerini bildirmiştir. Rehberli endodontinin bir diğer kullanım yeri ise apikal mikrocerrahidir. Özellikle anatomik olarak zor bölgelerde geleneksel yöntemle göre uygulanabilir bir alternatif olabilir. Rehberli endodonti ayrıca fiber postların çıkarılması, morfolojik anomalisi olan dişlerin endodontik tedavisinde uygulanabilir.

Rehberli endodontinin statik rehberli endodonti ve dinamik rehberli endodonti gibi farklı tipleri tanımlanmıştır. CBCT görüntüleri ve ağız içi taramaların eşleştirilmesi ve oluşturulan şablonların ağız içine uyumlanması ile gerçekleştirilen tedavi statik rehberli endodontidir. Pulpa kanalına giriş sırasında CBCT verilerinin bir stereo kamera yardımıyla eş zamanlı koordine edildiği tedavi ise dinamik rehberli endodontidir. Rehberli endodontinin karmaşık vakaları tedavi etmek amacıyla operatörler için yararlı bir yöntem olabileceği düşünülmektedir. Rehberli endodonti yönteminin bazı dezavantajları da bildirilmiştir. Örneğin eğimli kanallarda perforasyon riski bulunmaktadır. Şablonların kullanımı kök kanalında doğrusal bir erişim gerektirdiğinden eğimli kanallarda önceden oluşturulmuş şablonların kullanımı perforasyonlara neden olabilir. Ayrıca bu tedavinin CBCT, ağız içi tarama, yazılım ve şablon üretimini içeren ek maliyet kısımları bulunmaktadır. 3 boyutlu kılavuzların tasarımı ve üretimi için daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu mevcut çalışmanın amacı rehberli endodontik tedavi tekniğinin detaylı literatür taramasını yaparak in vitro ve klinik çalışmaların sonuçlarını ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: rehberli endodontik tedavi, pulpa obliterasyonu, apikal rezeksiyon, CBCT

IN VITRO AND CLINICAL APPLICATIONS OF GUIDED ENDODONTICS

ABSTRACT

Guided endodontic treatment is a minimally invasive root canal treatment technique performed using cone-beam computed tomography (CBCT) and 3D templates. Guided endodontics has been reported to be indicated in teeth with severe root canal calcification requiring endodontic treatment. Complications such as iatrogenic perforations, instrument fractures in the root canal and/or inability to remove instrument fragments from the canals, excessive tissue loss, or the inability to locate calcified canals can occur in teeth exhibiting root canal obliteration. Guided access to calcified canals can help preserve tooth structure and prevent accidents such as canal perforations. Studies regarding the amount of hard tissue loss, treatment duration, and operator experience have reported the advantages of guided endodontics over traditional methods. Another application of guided endodontics is apical microsurgery. It can be a viable alternative to traditional methods, especially in anatomically challenging areas. Guided endodontics can also be applied to the removal of fiber posts and the endodontic treatment of teeth with morphological anomalies.

Different types of guided endodontics have been defined, including static and dynamic guided endodontics. Static guided endodontics involves combining CBCT images with intraoral scans and adapting the generated templates to the oral cavity. Dynamic guided endodontics involves simultaneous coordination of CBCT data with a stereo camera during pulpal canal access. Guided endodontics is considered a useful method for operators treating complex cases.

Some disadvantages of guided endodontics have also been reported. For example, there is a risk of perforation in curved canals. Because the use of templates requires linear access to the root canal, the use of pre-created templates in curved canals can lead to perforations. Furthermore, this treatment involves additional costs, including CBCT, intraoral scanning, software, and template production. The design and fabrication of 3D guides requires more time.

The purpose of this current study is to present the results of in vitro and clinical studies by conducting a detailed literature review of the guided endodontic treatment technique.

Keywords: guided endodontic treatment, pulp obliteration, apical resection, CBCT

REHBERLİ ENDODONTİK TEDAVİ

Rehberli endodontik tedavi, konik ışıklı bilgisayarlı tomografi (CBCT) ve 3 boyutlu kılavuzları/şablonları kullanarak minimal invaziv yaklaşımla gerçekleştirilen yeni bir endodontik tedavi tekniğidir (1). Endodontik tedavi sırasında diş sert dokusunun maksimum

korunması ile dişin fonksiyonel yükler sonucu oluşan kırılmalara karşı direncinin artması sağlanabilir (2). Bu avantaj, doku korunmasını ve fonksiyonel uzun ömürlülüğü vurgulayan minimal invaziv diş hekimliğine prensipleriyle de uyumludur (2).

Rehberli endodonti yönteminin uygulama alanları arasında endodontik giriş kavitelerinin açılması; kalsifiye kök kanalları, dens invaginatus, dentin displazisi ve dentinogenezis imperfekta gibi dental anomaliler; fiber post, MTA gibi kök kanal bariyerlerinin varlığı ve endodontik mikrocerrahi bulunmaktadır (2, 3).

Şiddetli kök kanal kalsifikasyonu (PCO) ve apikal periodontitisin radyolojik belirtileri olan durumlarda, endodontik tedaviyi gerçekleştirmek için bir CBCT ve rehberli endodontinin endike olabileceği bildirilmiştir (4). Bu yöntemin, dental mikroskop dahi olmadan karmaşık vakaları tedavide operatörler için yararlı bir araç olabileceği düşünülmektedir (1). Yaşlı hastalarda, sekonder ve tersiyer dentinin ömür boyu apozisyonu nedeniyle pulpa kalsifikasyonları gelişebilir (5). Ayrıca pulpa kanal kalsifikasyonu, diş travmasının yaygın bir sekelidir (6). Ortodontik tedavinin de sekonder apozisyonu artırarak kalsifikasyonlara sebep olabildiği gösterilmiştir (7). Kalsifiye kanallara planlı ve rehberli erişim, diş yapısını korumaya ve sapmalar, perforasyonlar gibi kazaları önlemeye yardımcı olabilir (8). Özellikle anterior dişlerde kanal kalsifikasyonları mevcut iken rehberli endodontik kavite açılmış ve literatürde olumlu/öngörülebilir sonuçlar bildirilmiştir (8-10).

Çoğu durumda, başarısız bir kök kanal tedavisinin ortograd yaklaşım kullanılarak tekrarlanması mümkündür. Cerrahi olmayan kök kanal tedavisi tekrarı, başarısız birincil endodontik tedaviler için her zaman birincil yaklaşım iken cerrahi tekrarlama, bir diş kurtarmak için son alternatif olacaktır (11). Periapikal cerrahi sırasında komşu anatomik yapılara zarar vermeden kökün apikal üçte birine ulaşmak hassasiyet gerektirdiğinden zorlayıcı olabilir. Bu nedenle, bazı vakalarda konik ışınli bilgisayarlı tomografi kullanımı endikedir (12). Bu 3B bilgi, tedavi için bir kılavuz tasarlamak ve yazdırmak amacıyla ağız içi bir tarayıcıyla elde edilen dişlerin yüzey bilgileriyle birleştirilebilir (12).

Rehberli endodonti planlama prosedürü öncelikle, hastanın yüksek çözünürlüklü CBCT görüntüsünün alınmasıyla başlar. Ardından, hastanın dişlerinin dijital ağız içi ölçüsü, bir intraoral tarayıcı kullanılarak doğrudan veya ölçü tepsisinin veya alçı kalıbının optik bir tarayıcı ile taranmasıyla dolaylı olarak alınır (13). Her iki tarama (CBCT ve intraoral), özel görüntü işleme yazılımı kullanılarak ve yüzey kaydı birleştirilerek kaydedilir. Ardından, 3B tasarım yazılımı kullanılarak, tedavi için istenen yola göre bir şablon veya kılavuz tasarlanır. Son olarak, kılavuz tedavi sırasında kullanılmak üzere 3B yazdırılır veya frezelenir (13).

Rehberli endodontinin statik rehberli endodonti ve dinamik rehberli endodonti gibi farklı tipleri tanımlanmıştır. CBCT görüntüleri ve ağız içi taramaların eşleştirilmesi ve oluşturulan şablonların ağız içine uyumlanması ile gerçekleştirilen tedavi statik rehberli endodontidir (2). Pulpa kanalına giriş sırasında CBCT verilerinin bir stereo kamera yardımıyla eş zamanlı koordine edildiği tedavi ise dinamik rehberli endodontidir (2). Statik rehberli tedavi ile karşılaştırıldığında, dinamik navigasyon sistemleri gerçek zamanlı olarak gerçekleştirildiğinden görselleştirmelere olanak tanır (14). Dinamik navigasyonun temel avantajı, CBCT yanlış yorumlaması kaynaklı sorunların, intraoperatif işlem sırasında düzeltilebilmesidir (15).

Kalsifiye olmuş anterior dişlerde geleneksel tekniği rehberli endodonti ile karşılaştıran bir çalışma kök kanallarının tespitini, madde kaybı miktarını ve tedavi süresini değerlendirmiştir (16). Geleneksel teknikte madde kaybının önemli ölçüde fazla, tedavi süresinin rehberli tedaviye göre anlamlı olarak yüksek bulunduğu bildirilmiştir (16). Ayrıca geleneksel yöntemde 24 kanalın 10'una başarılı giriş sağlanırken kılavuzlu yöntem ile 24 kanalın 22'sine ulaşılabildiği belirtilmiştir (16). Geleneksel giriş kavitelerinin aksine kılavuzlu yaklaşım operatör başarısından etkilenmemiştir (16). 133 diş üzerinde yapılan klinik bir çalışma, rehberli endodontik prosedürlerin geleneksel tekniklerle karşılaştırıldığında kök kanal lokalizasyonunda ve perforasyon onarımı sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı iyileştirmeler sağladığını göstermiştir (17).

Sanal ortamda planlanan tedaviyi ve gerçekleştirilen tedavideki sapmaları karşılaştıran başka bir çalışma hata oranının oldukça düşük olduğunu bildirmiştir.(1) İmplantolojideki daha yüksek hata değerlerine karşın (18) kılavuzlu endodontik tedavideki düşük hata payının sebebinin implant boşluğu preparasyonunun aksine endodontik tedavide tek bir frez kullanılması olabileceği düşünülmüştür (1). Bu çalışmada kılavuzlu tedavinin geleneksel yönetime göre daha fazla zaman aldığı bildirilmiştir (1). Ancak kalsifiye kanallara mikroskop ile veya aracısız erişimin çok daha fazla zaman alabileceği düşünüldüğünde kılavuzlu endodonti uygulanabilir bir yöntem olarak savunulmuştur (1).

Gambarini ve ark.nın (19) yaptığı bir çalışma ultrakonservatif bir giriş kavitesini manuel ve rehberli yöntemle oluşturmanın farklarını değerlendirmiştir. Rehberli yöntem bu çalışmada 'Dinamik Navigasyon Sistemi' olarak adlandırılmıştır (19). Üst 1. molarlardaki in vitro çalışmada iki grup arasında önemli farklılıklar bulunmuştur; dinamik navigasyon grubu manuel grubuna göre açılanmada ve ideal pozisyondan sapmada daha küçük ortalama değerler göstermiştir (19). Enstrümantasyon süreleri açısından anlamlı bir fark bildirilmemiştir (19). Bu

çalışmanın sonuçlarına göre dinamik navigasyon sisteminin kullanılmasıyla kronun en yüksek düzeyde korunmasının sağlanacağı, yeni yöntemin ultrakonservatif giriş kavitelerinin faydalarını arttıracacağı savunulmuştur (19).

Yapılan ex vivo bir çalışmada, sanal planlama, şablon tasarımı, minenin çıkarılması ve erişim boşluğunun hazırlanması dahil statik rehberli endodontik tedavinin ortalama süresinin alt çene anterior dişte 10 dakika olduğu belirtilmiştir (20). Simüle edilmiş kalsifiye kanallara sahip kesici dişlere uygulandığında, tedavi süresi 11,3 dakika sürmüş ve geleneksel teknik için 21,8 dakikaya ihtiyaç duyulmuştur (16). Tedavi süresi azalmış olsa da, çalışmalarda 3B baskının ek süresi hesaplanmamıştır.

Dinamik rehberli endodonti ile yapılan bir çalışma, dinamik navigasyonun ortalama doğrusal ve açısal hataları, dentin kalınlığı azalmasını, preparasyon süresini ve komplikasyon insidansını geleneksel preparasyona kıyasla önemli ölçüde azalttığını göstermiştir (21).

Kalsifiye kök kanallarına sahip 3 boyutlu yapay kesici dişler üzerinde yapılan bir çalışmada dinamik navigasyon kullanıldığında giriş kavitesi açma süresinin 2,2 dakika olduğu, geleneksel yöntem grubunda ise 7,06 dakikaya ihtiyaç duyulduğu gösterilmiştir (22). Ancak başka bir çalışma, aynı iki grup arasındaki ortalama tedavi süresinde anlamlı bir fark bulunmadığını bildirmiştir (23); bu, operatörün deneyiminden etkilenebilir. Özellikle dinamik rehberli tedavilerin bir öğrenme eğrisi vardır ve klinik uygulama öncesinde kapsamlı bir eğitim gerektirir (14).

Rehberli endodontinin bir diğer kullanım alanı ise apikal mikrocerrahidir (24). Geleneksel apikal cerrahide kısıtlı görme alanı, zor görüş açıları ve kanama varlığı nedeniyle operatörler için işlemi gerçekleştirmek zordur. Statik veya dinamik rehberler kullanılarak, apikal mikrocerrahinin başarı oranının yükseldiği bildirilmiştir (25). Klinik simülasyonunun yapıldığı bir çalışmada geleneksel mikrocerrahi ile rehberli mikrocerrahi karşılaştırılmış ve rehberli mikrocerrahinin operasyon zamanını önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (24). Eğitim açısının daha uygun olduğu ve anlamlı olarak daha az over-rezeksiyon hacmi saptandığı gösterilmiştir (24). Bu çalışmada yönlendirmeli tekniğin geleneksel mikrocerrahi yöntemine göre rezeksiyonun daha verimli tamamlanmasını sağladığı bildirilmiştir (24). Mikrocerrahi konusunda yapılan diğer bir çalışmada kök ucu rezeksiyonunun hem uzunluk hem de açı sapmaları, bir kılavuz kullanıldığında geleneksel yöntemle göre önemli ölçüde daha düşük saptanmıştır (26). Deneyimli ve deneyimsiz operatörlerin kılavuzlu yöntemi kullanarak yaptığı in vitro tedavide kök ucu rezeksiyonlarının hem açı hem uzunluk sapması bakımından iki operatörde de benzer değerlere sahip olduğu bildirilmiştir (26). Operasyon süresinin geleneksel

yönteme göre biraz daha az olduğu fakat anlamlı bir fark bulunmadığı görülmüştür (26). Rehberli endodontik mikrocerrahi uygulamalarının minimal invaziv bir tedavi yaklaşım sunmasıyla postoperatif iyileşmenin de hızlandığı bildirilmiştir (27). Rehberli mikrocerrahi, özellikle anatomik olarak zor bölgelerde geleneksel yönteme göre uygulanabilir bir alternatif olabilir (24).

Perez ve ark. (28) tarafından rehberli endodonti kullanılarak doğal dişlerde fiber post çıkarılması üzerine yapılan bir in vitro çalışma, dijital plan ile gerçek klinik prosedür arasında yüksek doğruluk göstermiştir.

Bu yeni yöntemin mevcut dezavantajının ise CBCT, ağız içi tarama, yazılım ve şablon üretimini içeren ek maliyet kısımları olabileceği düşünülmüştür (1). Hasta hareketi nedeniyle CBCT ve ağız içi tarama verileri arasında oluşan tutarsızlıklar gibi teknik kısıtlamalar, kılavuz doğruluğunu tehlikeye atabilir (2). Ayrıca, metalik restorasyon varlığı CBCT görüntülerinde saçılmalar meydana getirebilir ve tasarlanan şablonun doğruluğunu tehlikeye atabilir (14).

Statik kılavuzlar kısıtlı ağız açıklığına sahip hastalar veya erişimin sınırlı olduğu ikinci molar diş tedavisi gereken hastalar için uygun olmayabilir (29). Malzeme yenilikleri ile esnek ancak dayanıklı rehber şablonların kullanımı, arka bölgelerde uyumu ve kullanılabilirliği artırabilir (2).

Dinamik rehberli tedavinin ise daha uzun prosedür süreleri, ekstra prosedür adımları ve öğrenme eğrisi, yazılım işleme gecikmelerinden kaynaklanan potansiyel iatrojenik hataları ve doğru el-göz koordinasyonu gereksinimi gibi dezavantajları da vardır (30). Statik rehberli tedavilerin başarısının operatörün deneyiminden etkilenmeyebileceği iddia edilmektedir (16), ancak dinamik rehberli tedavilerin sonucu operatörün deneyimine bağlı görünmektedir (14).

CONCLUSIONS

Sonuç olarak, rehberli endodontik tedavi, karmaşık klinik vakalarda kişiselleştirilmiş, minimal invaziv bir tedavi olarak hem klinisyenler hem de hastalar için tercih edilen bir seçenek haline gelmiştir. Endodontik mikrocerrahi vakalarında da kritik anatomik yapılara zarar verme olasılığını azaltarak kök apeksine erişmek için hassas ve güvenilir bir yöntem sağlar. Gelişmiş görüntüleme teknikleri ve bilgisayar destekli sistemlerin kullanımı, rehberli endodontik yöntemlerin planlamasına olanak sağlamıştır. CBCT'nin görüntü kalitesi, şablon baskı cihazının özellikleri gibi faktörler mevcut tekniğin kontrol edilemeyen limitasyonları olarak düşünülmektedir. Ayrıca maliyet-fayda oranı, özellikle ileri teknolojiye erişimin sınırlı olduğu bölgelerde, klinisyenler için kritik bir husus olmaya devam etmektedir. Rehberli endodontiyle ilgili çok sayıda vaka raporu, in vitro ve klinik çalışma olmasına rağmen randomize kontrollü

çalışmaların sayısının artması ve tekniğin uzun dönem klinik sonuçlarının ortaya konması önemlidir.

REFERENCES

1. Zehnder M, Connert T, Weiger R, Krastl G, Kühl S. Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. *International endodontic journal*. 2016;49(10):966-72.
2. Ren S, Wang W, Cheng M, Tang W, Zhao Y, Miao L. Guided endodontics in the application of personalized mini-invasive treatment in clinical cases: a literature review. *The Saudi Dental Journal*. 2025;37(4):20.
3. Sabanik P, Samiei M, Avval ST, Cavalcanti B. Guided Endodontics in Managing Root Canal Treatment for Anomalous Teeth—A Narrative Review. *Australian Endodontic Journal*. 2025.
4. Patel S, Durack C, Abella F, Roig M, Shemesh H, Lambrechts P, et al. European Society of Endodontology position statement: the use of CBCT in endodontics. *International Endodontic Journal*. 2014;47(6):502-4.
5. Foreman P, Soames J. Structure and composition of tubular and non-tubular deposits in root canal systems of human permanent teeth. *International endodontic journal*. 1988;21(1):27-36.
6. Andreasen FM, Zhjie Y, Thomsen BL, Andersen PK. Occurrence of pulp canal obliteration after luxation injuries in the permanent dentition. *Dental Traumatology*. 1987;3(3):103-15.
7. Delivanis HP, Sauer GJ. Incidence of canal calcification in the orthodontic patient. *American Journal of Orthodontics*. 1982;82(1):58-61.
8. Lara-Mendes ST, Camila de Freitas MB, Machado VC, Santa-Rosa CC. A new approach for minimally invasive access to severely calcified anterior teeth using the guided endodontics technique. *Journal of endodontics*. 2018;44(10):1578-82.
9. Van Der Meer WJ, Vissink A, Ng YL, Gulabivala K. 3D Computer aided treatment planning in endodontics. *Journal of dentistry*. 2016;45:67-72.
10. Krastl G, Zehnder MS, Connert T, Weiger R, Kühl S. Guided endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology. *Dental traumatology*. 2016;32(3):240-6.
11. Horvath S, Altenburger M, Naumann M, Wolkewitz M, Schirrmeister J. Cleanliness of dentinal tubules following gutta-percha removal with and without solvents: a scanning electron microscopic study. *International endodontic journal*. 2009;42(11):1032-8.
12. Anderson J, Wealleans J, Ray J. Endodontic applications of 3D printing. *International endodontic journal*. 2018;51(9):1005-18.
13. Torres A, Shaheen E, Lambrechts P, Politis C, Jacobs R. Microguided Endodontics: a case report of a maxillary lateral incisor with pulp canal obliteration and apical periodontitis. *International endodontic journal*. 2019;52(4):540-9.
14. Wei X, Du Y, Zhou X, Yue L, Yu Q, Hou B, et al. Expert consensus on digital guided therapy for endodontic diseases. *Int J Oral Sci*. 2023;15(1):54.
15. Block MS, Emery RW. Static or dynamic navigation for implant placement—choosing the method of guidance. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2016;74(2):269-77.
16. Connert T, Krug R, Eggmann F, Emsermann I, ElAyouti A, Weiger R, et al. Guided endodontics versus conventional access cavity preparation: a comparative study on substance loss using 3-dimensional-printed teeth. *Journal of endodontics*. 2019;45(3):327-31.
17. Torres A, Dierickx M, Lerut K, Bleyen S, Shaheen E, Coucke W, et al. Clinical outcome of guided endodontics versus freehand drilling: A controlled clinical trial, single arm with external control group. *International Endodontic Journal*. 2025;58(2):209-24.
18. Jung RE, Schneider D, Ganeles J, Wismeijer D, Zwahlen M, Hammerle C, et al. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. *Database of Abstracts of Reviews of Effects (DARE): Quality-assessed Reviews [Internet]*. 2009.
19. Gambarini G, Galli M, Morese A, Stefanelli LV, Abduljabbar F, Giovarruscio M, et al. Precision of Dynamic Navigation to Perform Endodontic Ultraconservative Access Cavities: A Preliminary In Vitro Analysis. *Journal of endodontics*. 2020;46(9):1286-90.

20. Connert T, Zehnder MS, Weiger R, Kühl S, Krastl G. Microguided endodontics: accuracy of a miniaturized technique for apically extended access cavity preparation in anterior teeth. *Journal of endodontics*. 2017;43(5):787-90.
21. Dianat O, Nosrat A, Tordik PA, Aldahmash SA, Romberg E, Price JB, et al. Accuracy and efficiency of a dynamic navigation system for locating calcified canals. *Journal of endodontics*. 2020;46(11):1719-25.
22. Jain SD, Saunders MW, Carrico CK, Jadhav A, Deeb JG, Myers GL. Dynamically navigated versus freehand access cavity preparation: a comparative study on substance loss using simulated calcified canals. *Journal of endodontics*. 2020;46(11):1745-51.
23. Connert T, Leontiev W, Dagassan-Berndt D, Kühl S, ElAyouti A, Krug R, et al. Real-time guided endodontics with a miniaturized dynamic navigation system versus conventional freehand endodontic access cavity preparation: substance loss and procedure time. *Journal of Endodontics*. 2021;47(10):1651-6.
24. Hawkins T, Wealleans J, Pratt A, Ray J. Targeted endodontic microsurgery and endodontic microsurgery: a surgical simulation comparison. *International endodontic journal*. 2020;53(5):715-22.
25. Saxena P, Gupta S. Static vs. dynamic navigation for endodontic microsurgery-A comparative review. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2022;12(4):410-2.
26. Peng L, Zhao J, Wang Z-H, Sun Y-C, Liang Y-H. Accuracy of root-end resection using a digital guide in endodontic surgery: An in vitro study. *Journal of dental sciences*. 2021;16(1):45-50.
27. Strbac GD, Schnappauf A, Giannis K, Moritz A, Ulm C. Guided modern endodontic surgery: a novel approach for guided osteotomy and root resection. *Journal of Endodontics*. 2017;43(3):496-501.
28. Perez C, Sayeh A, Etienne O, Gros CI, Mark A, Couvrechel C, et al. Microguided endodontics: Accuracy evaluation for access through intraroot fibre-post. *Australian Endodontic Journal*. 2021;47(3):592-8.
29. Samiei M, Sabanik P, Avval ST. Guided endodontics for non-surgical root canal retreatment: a systematic review. *Iranian Endodontic Journal*. 2025;20(1):e3.
30. Elsherif A. Static vs. Dynamic Guided Endodontic Access: Work-Flow Assessment for Post-Graduate Training; University of Illinois at Chicago; 2024.

TRAVMA SONRASI DIŞLERDE ORTODONTİK KUVVET UYGULAMALARININ ENDODONTİK DEĞERLENDİRMESİ: BİR DERLEME

Uzm.Dt. Ceren TURAN GÖKDUMAN

Trakya Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye

ORCID: 000-0002-8628-1020

ÖZET

Ortodontik hareket, kontrollü bir travma etkisi oluşturarak pulpa, periodontal ligament ve alveol kemiğinde adaptasyon süreçlerini tetikler. Bu süreçte damar-sinir paketinde değişiklikler, inflammatuar yanıtlar ve dokularda yapım-yıkım dengesi gözlenir. Ancak dental travma öyküsü bulunan dişlerde bu biyolojik cevap daha karmaşık hale gelmekte ve özellikle dış, iç veya servikal rezorpsiyon, ankiloz ile pulpa nekrozu riskinde artış ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle travma sonrası ortodontik tedavilerin dikkatle planlanması ve endodontik değerlendirme gerektirir. Literatürde, travma tipine göre bekleme süreleri farklılık göstermektedir. Subluksasyon ve ekstrüzyon gibi minör periodontal hasarlarda en az üç ay, avülsiyon ve intrüzyon gibi major periodontal hasarlarda altı ay, kök kırıklarında ise bir yıl gözlem süresi önerilmektedir. Travma sonrası dişlere uygulanacak ortodontik kuvvetin hafif, aralıklı ve biyolojik tolerans sınırları içinde olması gerekmektedir. Periodontal hasarın şiddeti arttıkça uygulanabilecek kuvvetin miktarı ters orantılı olarak azaltılmalıdır. Ayrıca, kök kırıklarında ortodontik kuvvet uygulanmadan önce radyografik olarak iyileşmenin doğrulanması önemlidir. Pulpa kanalı obliterasyonu, vitaliteyi koruyan bir bulgu olarak değerlendirilmekte ve bu dişlerde kontrollü ortodontik kuvvetler güvenle uygulanabilmektedir. Rejeneratif endodontik tedavi görmüş dişler asemptomatik ise en az iki yıllık takip sonrasında ortodontik hareket planlanabilmektedir. Bu derlemenin amacı, dental travma sonrası ortodontik kuvvet uygulamalarında özellikle endodontik açıdan ortaya çıkabilecek biyolojik etkileri ve klinik yaklaşımları özetlemek; güncel literatür ile multidisipliner tedavi planlamasına yönelik öneriler sunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Travma, endodonti, ortodonti

ORTHODONTIC CONSIDERATIONS IN TRAUMATIZED TEETH FROM AN ENDODONTIC PERSPECTIVE: A REVIEW

ABSTRACT

Orthodontic tooth movement creates a controlled trauma effect, triggering adaptive processes in the pulp, periodontal ligament, and alveolar bone. During this process, changes occur in the neurovascular bundle, accompanied by inflammatory responses and a balance of tissue resorption and apposition. However, in teeth with a history of dental trauma, the biological response becomes more complex, with increased risks of external, internal, or cervical

resorption, ankylosis, and pulp necrosis. Therefore, orthodontic treatment after trauma requires careful planning and thorough endodontic evaluation. According to the literature, recommended observation periods vary depending on the type of trauma: at least three months for subluxation and extrusion, six months for avulsion and intrusion, and one year for root fractures. Orthodontic forces applied to traumatized teeth should be light, intermittent, and within biological limits. The greater the periodontal damage, the lighter the force applied should be. Before applying orthodontic force in root fracture cases, radiographic healing must be confirmed. Pulp canal obliteration is considered a sign of vitality, and in such cases controlled orthodontic movement can be safely performed. In teeth that have undergone regenerative endodontic treatment, orthodontic movement may be planned after a minimum of two years of asymptomatic follow-up.

The aim of this review is to summarize the biological effects and clinical approaches related to orthodontic force application after dental trauma, with particular emphasis on endodontic considerations, and to provide multidisciplinary treatment recommendations based on current literature.

Keywords: Trauma, endodontics, orthodontics

1. GİRİŞ

Ortodontik hareket, biyolojik açıdan kontrollü bir travma olarak değerlendirilmektedir (Hamilton & Gutmann, 1999). Dişe uygulanan ortodontik kuvvetler apikal bölgedeki damar-sinir paketinde bozulmaya sebep olur, pulpada inflamatuvar yanıtı tetikler ve alveol kemiği ile periodontal ligamentte yeniden şekillenme süreçlerini başlatır (Parashos, 2023). Bu süreçte kontrollü ve aralıklı kuvvetlerin uygulanması ile, pulpa ve çevre dokuların meydana gelen biyolojik değişimlere uyum sağlayabilmektedir (Parashos, 2023).

Bir dişin apikal bölgesinde yatay kuvvetlere bağlı olarak devrilme gibi etkiler gördüğünde, apikal forameniden pulpaya uzanan nörovasküler demet, forameni çevreleyen duvarlardan birine basınç yaparak o bölgede rezorpsiyona yol açabilir ve sement, apikal kök kanalının karşı yüzeyinde birikerek orijinal foramenin konumunun değişmesine neden olabilir (Orban, 1944).Başlangıçta gözlenen pulpal kan akışındaki azalma, zamanla kademeli olarak başlangıç seviyelerine dönmektedir (Sabuncuoğlu & Ersahan, 2014). Lazer Doppler flowmetre verilerine göre bu iyileşme süresi kesici dişlerde yaklaşık üç hafta, azı dişlerinde ise üç ay olarak bildirilmiştir (Sabuncuoğlu & Ersahan, 2014, 2015) . Bu durum, apikal yer değiştirme sırasında damarların sıkışmasına bağlı geçici azalmanın telafisi şeklinde değerlendirilen reaktif hiperemi ile ilişkilendirilmektedir (Sabuncuoğlu & Ersahan, 2015).

Ortodontik kuvvet ile pulpada oluşan biyolojik yanıtlar:

- Başlangıçta pulpa kan akımında azalma
- İlerleyen dönemde reaktif hiperemi
- Pulpanın hücresel yanıtlarında artış
- Pulpa fibrozisi
- Pulpa duyarlılığında bozulma olabilir (Vitali et al., 2022).

Ortodontik kuvvetler, hareket yönünde periodontal ligament ve çevre dokularda biyolojik değişimlere yol açar. Bu süreçte hareket yönünde rezorpsiyon ve hareket yönünün tersinde apozisyon olayları birlikte gerçekleşir (Parashos, 2023). Ortodontik kuvvetlerin pulpa ve çevre dokular üzerindeki etkilenme derecesi; kuvvetin tipi, uygulama süresi, kesintili ya da sürekli oluşu, hastanın yaşı ve genetik faktörler gibi değişkenlere bağlıdır. Ancak ortodontik kuvvet fizyolojik sınırlar içindeyse oluşan bu değişiklikler geri dönüşümlüdür (Huokuna et al., 2023). Uygulanan kuvvetin miktarı, süresi ve kontrolsüzlüğü arttığında bu fizyolojik yanıtlar patolojik bir boyuta geçebilir. Özellikle fazla kuvvetin travma öyküsü olan dişlerde kullanılması, çeşitli komplikasyonların ortaya çıkmasına neden olabilir (Parashos, 2023).

Bu komplikasyonlar arasında:

- Geçici veya kalıcı dış kök rezorpsiyonu,
- İç rezorpsiyon
- Servikal rezorpsiyon
- Ankiloz
- Pulpa kalsifikasyonu
- Pulpa nekrozu yer almaktadır (Parashos, 2024).

Ortodontik tedavinin başlangıcında veya devamı sırasında travmaya maruz kalmış dişlerde komplikasyon riski fazladır. Travmanın şiddeti, ortodontik kuvvetlerin uygulanmasından önce yapılacak klinik değerlendirmeyi ve beklenmesi gereken iyileşme süresini belirlemede önemli bir faktördür (Flores et al., 2006). Daha önce travma geçirmiş dişlerin ortodontik olarak hareket ettirilmesi ile, olumsuz pulpal ve periodontal sonuçları bildirilmiştir (Sandler et al., 2021). Özellikle travma sonrasında kök rezorpsiyonu gelişmiş dişlerde, ortodontik tedavi sırasında kök rezorpsiyonu oranında artış bulunmuştur (Levander & Malmgren, 1988).

Kök Rezorpsiyonu

Dış kök rezorpsiyonu, diş kök yüzeyinin patolojik olarak çevre dokular tarafından yıkıma uğratılmasıyla oluşur ve ortodontik diş hareketinin en sık bildirilen iatrojenik etkilerinden biridir (Dawood et al., 2023). Dış kök rezorpsiyonu özellikle ortodontik tedaviyle ilişkili ise

ortodontiyle ilişkili inflamatuvar kök rezorpsiyonu olarak tanımlanmaktadır (Yassir et al., 2021). Ortodontik tedavi sırasında oluşabilecek kök rezorpsiyonu incelediğinde, dental travma öyküsünün önemli bir risk faktörü olabileceği gösterilmektedir (Phillips, 1955). Morris ve ark., travmaya bağlı kırık çizgileri veya önceden mevcut rezorpsiyonun ortodontik tedavi sonrası rezorpsiyon ihtimalini artırabileceğini belirtmiştir (Morris et al., 2022). Hafif veya orta dereceli travmaya uğramış dişlerin genellikle travmasız dişlere benzer rezorpsiyon oranları gösterdiği, ancak önceden rezorpsiyon belirtisi olanların daha yüksek risk altında olduğu bildirilmiştir (Malmgren et al., 1982). Avülsiyon ve lüksasyon gibi majör travma görmüş dişlerde travmasız dişlere kıyasla daha fazla apikal kök rezorpsiyonu görülmüştür (Hines Jr, 1979).

Örneklem büyüklüğü artmış diğer çalışmalarda (Linge & Linge, 1983; Linge & Linge, 1991) travma almış dişlerde ortodontik tedavi sonrası rezorpsiyonunun arttığını bildirmesine rağmen bazı çalışmalar, travma öyküsü ile rezorpsiyon arasında anlamlı bir ilişki bulmamış, bu durum genellikle küçük örneklem büyüklükleri, travma tiplerinin belirsizliği veya ölçüm yöntemlerindeki farklılıklarla açıklanmıştır (Levander et al., 1994; Mandall et al., 2006; Michielsens et al., 2023). CBCT ile yapılan güncel çalışmalarda, travma öyküsünün tek başına rezorpsiyon için güçlü bir prediktör olmadığı da vurgulanmıştır (Acevedo-Mascarúa et al., 2022; Makedonas et al., 2013). Rejeneratif endodontik tedavi görmüş travmalı dişlerde de pulpa nekrozu ve rezorpsiyon açısından risk artışı olabileceği belirtilmektedir (Alharbi & Lee, 2021; Chaniotis & Chanioti, 2022).

Sonuç olarak, travma öyküsü, özellikle ortodontik hareket öncesinde rezorpsiyon bulgusu olan dişlerde, kök rezorpsiyonu riskini artırabilir. Ancak, travmanın ortodontik tedavi sonrası oluşan rezorpsiyona etkisinin olmadığını veya arttığını bildiren çalışmalar mevcuttur. (Acevedo-Mascarúa et al., 2022; Alharbi & Lee, 2021; Chaniotis & Chanioti, 2022; Linge & Linge, 1983; Linge & Linge, 1991; Makedonas et al., 2013).

Pulpa Nekrozu

Ortodontik tedavi sonrası pulpal nekrozunun görüldüğünü bildiren çalışmalar, nekrozun Daha güncel sistematik derlemelerden bazıları, travma geçmişi olan dişlerde ortodontik tedavi sonrası pulpal nekroz riskinin arttığını rapor ederken (Duarte et al., 2023; Javed et al., 2015) , diğer derlemeler ise bu yönde kanıt bulunmadığını bildirmiştir (Bakkari & Salamah, 2022; Kindelan et al., 2008).

Baass ve ark., pulpa duyarlılığının kaybı, gri renklenme, periapikal radyolusensi gibi kriterler ile pulpa nekrozunu değerlendirmiş ve özellikle major periodontal yaralanması olan travmatize maksiller kesicilerin ortodontik kuvvet sırasında nekroza daha yatkın olduğunu göstermiştir

(Bauss, Röhling, Rahman, et al., 2008; Bauss, Röhling, Sadat-Khonsari, et al., 2008). Ortodontik kuvvet sırasında ekstrüzyon uygulanan travmatize dişlerde de pulpal nekroz riski artmış bulunmuştur (Bauss et al., 2010).

Sonuç olarak, uygulanan ortodontik hareket tipinin ve kuvvet miktarının travmatize dişlerde pulpal canlılık üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini bildiren çalışmalar mevcuttur (Bauss, Röhling, Rahman, et al., 2008; Bauss, Röhling, Sadat-Khonsari, et al., 2008).

Pulpa Kalsifikasyonu

Travma geçmişi olan dişlerde pulpa kalsifikasyonunun arttığını bildirirken (Van der Vyver et al., 2020; Vinagre et al., 2021), ortodontik hareket sonrası retrospektif ve CBCT çalışmalarında pulpa taşlarında (%14–42) ve pulp hacminde (%10–15) azalma bildirilmiştir (Popp et al., 1992; Venkatesh et al., 2014). Histolojik veriler düşük kuvvetlerde anlamlı kalsifikasyon göstermemiş, yüksek kuvvetlerde ise belirgin artış göstermiştir (Han et al., 2013; Lazzaretti et al., 2014). Kalsifikasyonun mekanizması olarak inflamasyon, pulpal kanama, kalsiyum salınımı ve nörovasküler regülasyon bozukluğu yer almaktadır (Han et al., 2013; Lazzaretti et al., 2014).

Kök Kanal Tedavisi Sonrası Ortodontik Hareket

Ortodontik hareket sonrası kök rezorpsiyonu genellikle <1 mm olup klinik olarak önemsiz kabul edilmektedir (Ioannidou-Marathiotou et al., 2013). Çalışmalar, iyi yapılmış endodontik tedavili dişlerde (iyi temizlenmiş, şekillendirilmiş ve kompakt doldurulmuş) rezorpsiyonun minimal olduğunu göstermektedir (Consolaro et al., 2020; Mello et al., 2019). Bu durum, mikrobiyal varlığın az olmasıyla ilişkili olabilir. Yeterli kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerde ortodontik hareket kaynaklı apikal rezorpsiyon sonucu dolgu materyalinin apeks ötesine taşması bile klinik risk oluşturmaz ancak yetersiz endodontik tedavilerde, rezorpsiyonla açığa çıkan bakteriler yeniden enfeksiyon ve apikal patolojiye yol açabilir (Peters et al., 1995).

Diş Travmaları Sonrası Ortodontik Hareket Gözlem Süreleri

Diş travmalarını takiben uygulanacak ortodontik hareketlerde, periodontal travmanın şiddeti ve travma tipine göre gözlem süreleri farklılık göstermektedir. Hafif periodontal travma ile seyreden subluksasyon ve ekstrüzyon vakalarında ortodontik tedavi öncesinde 3 aylık gözlem, majör periodontal travma grubuna giren avülsiyon ve intrüzyon vakalarında ise 6 aylık gözlem önerilmektedir. Kuron veya kuron–kök kırıklarında yine 3 ay bekleme yeterliyken, kök kırıklarında ortodontik kuvvet uygulanmadan önce 1 yıl gözlem yapılmalı ve mutlaka radyografik iyileşme doğrulanmalıdır. Ayrıca, kök kırıklarında iyileşme bağ dokusu aracılığıyla gerçekleşmişse, koronal fragman kısa köklü bir diş gibi değerlendirilmelidir.

(Endodontists, 2013)

Travma sonrası rejeneratif tedavi uygulanmış dişlerde ortodontik hareket, asemptomatik olmaları ve minimum iki yıllık takibin tamamlanması durumunda planlanabilir. Ancak travmanın şiddetine bağlı olarak bu süre değişkenlik gösterebilir. Ortodontik tedaviye başlamadan önce mutlaka ortodontist ile prognoz hakkında görüşülmeli ve süreç rutin endodontik kontroller altında yürütülmelidir. Vitalite testleri (Lakshmanan & Ravindran) ile dişlerin canlılığı düzenli olarak değerlendirilmeli, ayrıca travma görmüş dişlerin komşu dişlerinin takibi de ihmal edilmemelidir. Kök kanal tedavisi uygulanmış dişlerde, tedaviden en az bir yıl sonra alınan radyografiler ve klinik muayene başarılı ise ortodontik kuvvet uygulanabilir. Pulpa kanalının obliterasyonu, dişin vitalitesinin devam ettiğine işaret ettiğinden bu durumda da kontrollü ortodontik kuvvet güvenle uygulanabilmektedir (Endodontists, 2013).

Sonuç

Sonuç olarak, diş travmaları sonrasında uygulanacak ortodontik hareket planlamasında travmanın şiddeti ve özellikle periodontal hasarın boyutu belirleyici rol oynamaktadır. Kullanılacak ortodontik kuvvetin hafif ve aralıklı olması, komplikasyon riskini azaltmak açısından önemlidir. Yaralanma ne kadar ağırsa, bekleme ve gözlem süresi de o kadar uzun tutulmalıdır. Ayrıca, travma sonrası pulpa nekrozu ihtimalinin arttığı göz önünde bulundurulmalı ve bu nedenle endodontik açıdan düzenli takip sağlanmalıdır. Periodontal hasar arttıkça uygulanacak ortodontik kuvvetin miktarı azaltılmalı ve kontrollü şekilde planlanmalıdır.

REFERENCES

- Acevedo-Mascarúa, A. E., Torres-Rosas, R., Pérez-Cervera, Y., Pérez-Cruz, D., Ku-Valenzuela, L. Z., Gijón-Soriano, A. L., & Argueta-Figueroa, L. (2022). External apical root resorption in orthodontic patients who practice combat sports: A case-control observational pilot study. *Medicina*, 58(10), 1342.
- Alharbi, M. A., & Lee, S.-M. (2021). Long-term follow-up for immature teeth treated with regenerative endodontic procedures that underwent orthodontic treatment. *European Endodontic Journal*, 6(2), 242.
- Bakkari, A., & Salamah, F. B. (2022). Updated guidelines for the orthodontic management of traumatized and endodontically treated teeth: a review study. *Cureus*, 14(9).
- Bauss, O., Röhling, J., Rahman, A., & Kiliaridis, S. (2008). The effect of pulp obliteration on pulpal vitality of orthodontically intruded traumatized teeth. *Journal of Endodontics*, 34(4), 417–420.
- Bauss, O., Röhling, J., Sadat-Khonsari, R., & Kiliaridis, S. (2008). Influence of orthodontic intrusion on pulpal vitality of previously traumatized maxillary permanent incisors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 134(1), 12–17.
- Bauss, O., Schäfer, W., Sadat-Khonsari, R., & Knösel, M. (2010). Influence of orthodontic extrusion on pulpal vitality of traumatized maxillary incisors. *Journal of Endodontics*, 36(2), 203–207.
- Chaniotis, A., & Chanioti, A. (2022). Long-term complications of previously successful regenerative endodontic procedures after orthodontic movement: a report of 3 different complications after 4, 8, and 11 years. *Journal of Endodontics*, 48(7), 951–960.
- Consolaro, A., Miranda, D. A. O., & Consolaro, R. B. (2020). Orthodontics and Endodontics: clinical decision-making. *Dental press journal of orthodontics*, 25(03), 20–29.

- Dawood, H. M., Kroeger, A., Chavda, V., Chapple, I. L., & Kebschull, M. (2023). Under pressure—mechanisms and risk factors for orthodontically induced inflammatory root resorption: a systematic review. *European Journal of Orthodontics*, 45(5), 612–626.
- Duarte, P. H. M., Weissheimer, T., Michel, C. H. T., Só, G. B., da Rosa, R. A., & Só, M. V. R. (2023). Do orthodontic movements of traumatized teeth induce dental pulp necrosis? A systematic review. *Clinical oral investigations*, 27(8), 4117–4129.
- Endodontists, A. A. o. (2013). *Guide to Clinical Endodontics*. American Association of Endodontists.
- Flores, M. T., Andersson, L., Andreasen, J. O., Bakland, L. K., Malmgren, B., Barnett, F., Bourguignon, C., DiAngelis, A., Hicks, L., & Sigurdsson, A. (2006). Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. *Endodontic Topics*, 14(1), 102–110.
- Hamilton, R., & Gutmann, J. (1999). Endodontic-orthodontic relationships: a review of integrated treatment planning challenges. *International Endodontic Journal*, 32(5), 343–360.
- Han, G., Hu, M., Zhang, Y., & Jiang, H. (2013). Pulp vitality and histologic changes in human dental pulp after the application of moderate and severe intrusive orthodontic forces. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 144(4), 518–522.
- Hines Jr, F. B. (1979). A radiographic evaluation of the response of previously avulsed teeth and partially avulsed teeth to orthodontic movement. *American journal of orthodontics*, 75(1), 1–19.
- Huokuna, J., Loimaranta, V., Laine, M. A., & Svedström-Oristo, A.-L. (2023). Adverse effects of orthodontic forces on dental pulp. Appearance and character. A systematic review. *Acta Odontologica Scandinavica*, 81(4), 267–277.
- Ioannidou-Marathiotou, I., Zafeiriadis, A. A., & Papadopoulos, M. A. (2013). Root resorption of endodontically treated teeth following orthodontic treatment: a meta-analysis. *Clinical oral investigations*, 17(7), 1733–1744.
- Javed, F., Al-Kheraif, A. A., Romanos, E. B., & Romanos, G. E. (2015). Influence of orthodontic forces on human dental pulp: a systematic review. *Archives of oral biology*, 60(2), 347–356.
- Kindelan, S. A., Day, P. F., Kindelan, J. D., Spencer, J. R., & Duggal, M. S. (2008). Dental trauma: an overview of its influence on the management of orthodontic treatment. Part 1. *Journal of Orthodontics*, 35(2), 68–78.
- Lakshmanan, L., & Ravindran, V. (2021). Efficacy of cryotherapy application on the pain perception during intraoral injection: a randomized controlled trial. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 14(5), 616.
- Lazzaretti, D. N., Bortoluzzi, G. S., Fernandes, L. F. T., Rodriguez, R., Grehs, R. A., & Hartmann, M. S. M. (2014). Histologic evaluation of human pulp tissue after orthodontic intrusion. *Journal of Endodontics*, 40(10), 1537–1540.
- Levander, E., & Malmgren, O. (1988). Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *The European Journal of Orthodontics*, 10(1), 30–38.
- Levander, E., Malmgren, O., & Eliasson, S. (1994). Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *The European Journal of Orthodontics*, 16(3), 223–228.
- Linge, B. O., & Linge, L. (1983). Apical root resorption in upper anterior teeth. *The European Journal of Orthodontics*, 5(3), 173–183.
- Linge, L., & Linge, B. O. (1991). Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 99(1), 35–43.
- Makedonas, D., Lund, H., & Hansen, K. (2013). Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months and at the end of orthodontic treatment with fixed appliances. *The Angle Orthodontist*, 83(3), 389–393.
- Malmgren, O., Goldson, L., Hill, C., Orwin, A., Petrini, L., & Lundberg, M. (1982). Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *American journal of orthodontics*, 82(6), 487–491.

- Mandall, N., Lowe, C., Worthington, H., Sandler, J., Derwent, S., Abdi-Oskouei, M., & Ward, S. (2006). Which orthodontic archwire sequence? A randomized clinical trial. *The European Journal of Orthodontics*, 28(6), 561–566.
- Mello, F. W., Miguel, A. F. P., Ribeiro, D. M., Pasternak Jr, B., Porporatti, A. L., Flores-Mir, C., Andrada, A. C., Garcia, L. d. F. R., & Dutra-Horstmann, K. L. (2019). The influence of apical extent of root canal obturation on endodontic therapy outcome: a systematic review. *Clinical oral investigations*, 23(5), 2005–2019.
- Michielsens, H., Decreus, J., Begnoni, G., Verdonck, A., Jacobs, R., Willems, G., & Cadenas de Llano-Pérula, M. (2023). Performance of the Malmgren index for assessing root resorption on 2D vs. 3D radiographs: a pilot study. *Healthcare*.
- Morris, H. T., Campbell, R. E., Kissling, A. D., Cully, J. L., & Thikkurissy, S. (2022). Observation periods before tooth movement in orthodontic patients who have experienced mild-to-moderate dental trauma: a scoping review of current evidence. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, 11(3), 59–68.
- Orban, B. J. (1944). Oral histology and embryology. (No Title).
- Parashos, P. (2023). Endodontic–orthodontic interactions: a review and treatment recommendations. *Australian Dental Journal*, 68, S66–S81.
- Parashos, P. (2024). The orthodontic-endodontic interface: trauma and pulpal considerations. *British Dental Journal*, 237(5), 389–397.
- Peters, L., Wesselink, P., & Moorer, W. (1995). The fate and the role of bacteria left in root dentinal tubules. *International Endodontic Journal*, 28(2), 95–99.
- Phillips, J. R. (1955). Apical root resorption under orthodontic therapy. *The Angle Orthodontist*, 25(1), 1–22.
- Popp, T. W., Årtun, J., & Linge, L. (1992). Pulpal response to orthodontic tooth movement in adolescents: a radiographic study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 101(3), 228–233.
- Sabuncuoglu, F. A., & Ersahan, S. (2014). Changes in maxillary molar pulp blood flow during orthodontic intrusion. *Australian Orthodontic Journal*, 30(2), 152–160.
- Sabuncuoglu, F. A., & Ersahan, S. (2015). Comparative evaluation of pulpal blood flow during incisor intrusion. *Australian Orthodontic Journal*, 31(2), 171–177.
- Sandler, C., Al-Musfir, T., Barry, S., Duggal, M. S., Kindelan, S., Kindelan, J., Littlewood, S., & Nazzal, H. (2021). Guidelines for the orthodontic management of the traumatised tooth. *Journal of Orthodontics*, 48(1), 74–81.
- Van der Vyver, P. J., Vorster, M., Jonker, C. H., & Potgieter, N. (2020). Calcific Metamorphosis-A review of literature and clinical management. *South African Dental Journal*, 75(6), 316–322.
- Venkatesh, S., Ajmera, S., & Ganeshkar, S. V. (2014). Volumetric pulp changes after orthodontic treatment determined by cone-beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 40(11), 1758–1763.
- Vinagre, A., Castanheira, C., Messias, A., Palma, P. J., & Ramos, J. C. (2021). Management of pulp canal obliteration—systematic review of case reports. *Medicina*, 57(11), 1237.
- Vitali, F. C., Cardoso, I. V., Mello, F. W., Flores-Mir, C., Andrada, A. C., Dutra-Horstmann, K. L., & Duque, T. M. (2022). Association between orthodontic force and dental pulp changes: a systematic review of clinical and radiographic outcomes. *Journal of Endodontics*, 48(3), 298–311.
- Yassir, Y. A., McIntyre, G. T., & Bearn, D. R. (2021). Orthodontic treatment and root resorption: an overview of systematic reviews. *European Journal of Orthodontics*, 43(4), 442–456.

ÇOCUK HEMŞİRELERİNDE TÜKENMİŞLİK: AHLAKİ SIKINTI VE KAÇIRILAN HEMŞİRELİK BAKIMI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Sümeýra TOPAL

Kahramanmaraş İstiklal University, Department of Pediatric Nursing, Faculty of Health Science,
46060, Dulkadiroğlu, Kahramanmaraş,
ORCID:0000-0001-6316-4043

Sineö YALNIZOĞLU ÇAKA

Kocaeli University, Department of Pediatric Nursing, Faculty of Health Sciences, 41001, Kabaoglu,
Kocaeli
ORCID:0000-0002-1572-7013

Sinem ÖZTÜRKLER

Kocaeli University, Department of Pediatric Nursing, Faculty of Health Sciences, 41001, Kabaoglu,
Kocaeli
ORCID: 0000-0002-1686-516X

Yunus GÜRBÜZ

Kahramanmaraş Sutcu Imam University Health Practice and Research Hospital, Wound Care Nurse
(Msc Student), 46040, Onikişubat, Kahramanmaraş,

ÖZET

Bu çalışmada çocuk hemşirelerinde tükenmişlik düzeyleri ile ahlaki sıkıntı ve kaçırılan hemşirelik bakımı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Kasım-Aralık 2023 tarihleri arasında kesitsel bir çalışma yürütüldü. İki hastanede çalışan ve çocuklara doğrudan bakım sağlayan çocuk hemşireleri ($n = 140$), Ahlaki Sıkıntı Ölçeği-Revize Edilmiş Çocuk Hemşireleri, Karşılanamayan Hemşirelik Bakımı (MISSCARE) Anketi - Pediatrik Versiyon ve Tükenmişlik Ölçeği-Kısa Versiyon anketini doldurdu. Tükenmişlik, ahlaki sıkıntı ve kaçırılan hemşirelik bakımı arasındaki ilişkide aracılık etkisini test etmek için çok değişkenli regresyon analizi modellemesi uygulandı. Ahlaki Sıkıntı Ölçeği- Revize Edilmiş Çocuk Hemşireleri, ve alt boyutları ile Tükenmişlik Ölçeği-Kısa Versiyon ($p < 0.05$) arasında anlamlı pozitif korelasyon bulundu. Çalışmaya katılan hemşirelerin MISSCARE- puan ortalamaları ile Tükenmişlik Ölçeği-Kısa Versiyon ($p < 0.05$) arasında anlamlı pozitif korelasyon bulundu. Ahlaki Sıkıntı Ölçeği- Revize Edilmiş Çocuk Hemşireleri alt boyutlarından biri olan Fayda Sağlama-Zarar Verme ve MISSCARE alt boyutlarından biri olan İşgücü Kaynakları tükenmişliğin yordayıcıları olarak bulundu. Fayda Sağlama-Zarar Verme etik ilkesinin ahlaki sıkıntı ile tükenmişlik arasında aracılık ettiği ve kaçırılan bakımla ilişkili tükenmişliği azalttığı bulundu. Buna göre, hemşirelerin ahlaki sıkıntıları ve gerekli hasta bakımını karşılayamamaları arttıkça tükenmişlik düzeyleri de artmaktadır. Fayda Sağlama-Zarar Vermeme ilkesi, çocuk hemşirelerinin tükenmişlik düzeylerini olumlu yönde etkileyecek temel bir etik ilkedir. Bu çalışma, pediatrik servislerde çalışan hemşirelerin ahlaki sıkıntıyı ve tükenmişliği azaltmayı ve başa çıkma mekanizmalarını geliştirmeyi amaçlayan etik eğitimi, iletişim iyileştirme stratejileri ve bireysel destek müdahale programlarına ilişkin içgörüler sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: Tükenmişlik, Ahlaki sıkıntı, Kaçırılan hemşirelik bakımı, Kaçırılan hasta bakımı, Çocuk hemşireliği

**BURNOUT İNPEDIATRIC NURSES: EXAMİNİNG THE RELATIONSHIP
BETWEEN MORAL DİSTRESS AND MISSED NURSİNG CARE**

ABSTRACT

This study investigates the relationship between burnout levels of moral distress and missed nursing care in pediatric nurses. A cross-sectional study was conducted between November and December 2023. Pediatric nurses working in two hospitals and providing direct care to children ($n = 140$) completed the Moral Distress Scale-Revised Pediatric Nurses, MISSCARE Survey - Pediatric Version and Burnout Measure-Short Version questionnaire. Multivariate regression analysis modeling was applied to test the mediating effect on the relationship between burnout, moral distress, and missed nursing care. There was a significant positive correlation between the Moral Distress Scale-Revised Pediatric Nurses and its sub-dimensions and the Burnout Measure-Short Version ($p < 0.05$). There was a significant positive correlation between the mean MISSCARE- Survey-Ped score of the nurses participating in the study and its sub-dimensions and Burnout Measure-Short Version ($p < 0.05$). Providing Benefit-Do No Harm, one of the Moral Distress Scale-Revised Pediatric Nurses sub-dimensions, and Labour Resources, one of the MISSCARE sub-dimensions, were found to be predictors of burnout. The ethical principle of Providing Benefit-Do No Harm was found to mediate between moral distress and burnout and reduce burnout associated with missed care. Accordingly, as the nurses' moral distress and inability to meet the necessary patient care increase, their burnout levels also increase. Providing Benefit-Do No Harm is an basic ethical principle that will positively affect the burnout level of pediatric nurses. This study may provide insights into ethics training, communication improvement strategies, and individual support intervention programs aimed at reducing moral distress, and burnout and improving the coping mechanisms of nurses working in pediatric wards.

Keywords: Burnout, Moral distress, Missed nursing care, Missed patient care, Pediatric nursing

ELEKTİF SEZARYENDE AKTİF ISITMANIN NORMOTERMİYE, MATERNAL VE NEONATAL SONUÇLARA ETKİSİ: RANDOMİZE KONTROLLÜ BİR ÇALIŞMA**Sinem ÖZTÜRKLER**

Kocaeli University, Department of Pediatric Nursing, Faculty of Health Sciences, 41001, Kabaoglu, Kocaeli

ORCID: 0000-0002-1686-516X**Aycan ŞAHİN**

Muş University, Department of Women's Health and Diseases Nursing, Faculty of Health Sciences, Muş

ORCID: 0000-0002-7276-7003**Yasemin ÖZHANLI**

Kocaeli University, Surgical Diseases Nursing, Faculty of Health Sciences, Kocaeli

ORCID: 0000-0001-8001-6907**Ayşegül ŞİMŞEK**

Marmara University, Department of Pediatric Nursing, Faculty of Health Sciences, Istanbul

ORCID: 0000-0002-2166-1778**Ayberk ÇAKIR**

Acibadem University Atakent Hospital, Department of Gynecology and Obstetrics, Istanbul

ORCID: 000-0001-5749-4556**ÖZET**

Sezaryen operasyonlarında perioperatif dönemde normoterminin korunması hem maternal ve neonatal sağlık hem de yenidoğanın dış çevreye adaptasyonu açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı, elektif sezaryen sırasında uygulanan aktif ısıtma yönteminin normoterminin sürdürülmesindeki etkinliğini ve bunun anne ile yenidoğanın sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Tek kör, randomize kontrollü deneysel tipte olan çalışma bir hastaneye elektif sezaryen için başvuran 51 kadın ve bebeğiyle tamamlandı. Çalışma aktif ısıtma (26 gebe) ve kontrol (25 gebe) grubu olarak iki kollu sürdürüldü. Sezaryenden 30 dakika önce gebenin sırtına ısıtma aracı konuldu ve ısıtma işlemi doğum sonrası 30 dakika daha devam etti. Veriler kişisel Bilgi formu, izlem formu (vital bulgular, yenidoğan kortizol düzeyi, APGAR puanı), Spielberger Durumluk Kaygı Envanteri ve Termal Konfor Ölçeği kullanılarak toplandı. Ölçümler sezaryenden 30 dakika önce, sezaryen sırasında ve sezaryenden 30 dakika sonra yapıldı. Elde edilen veriler %95 güven aralığında analiz edildi. Her iki grubunda ilk ölçümlerdeki vücut sıcaklıkları benzerken son ölçümde müdahale grubu sıcaklığı korudu ($p=0,039$) ve kontrol grubunda hipotermi saptandı ($p=0,000$). Son ölçümde titreme müdahale grubunda %3,8 iken kontrol grubunun tümü titriyordu. Yenidoğanların vücut ısıları müdahale grubunda $36,2^{\circ}\text{C}$ ve kontrol grubunda $36,0^{\circ}\text{C}$ ölçüldü. ($p=0,000$). APGAR skoru müdahale grubunda 1. Dakika 8,5 ve 5 dakika 9,7 iken kontrol grubunda sırasıyla 7,9 ve 9,2 idi. Serum kortizol ve glukoz sonuçları her iki grupta da benzerdi. Normoterminin sürdürülmesinde, sezaryen öncesi başlayan ve doğum sonrası yarım saate kadar aktif ısıtmanın sürdürülmesi,

kadınların vital bulguları, üşüme, titreme, termal konfor ve kaygı durumlarını etkilemektedir. Ayrıca yenidoğanların vücut sıcaklığı ve APGAR skoru artarken, kortizol ve glukoz düzeyini etkilemediği bulundu.

Anahtar Kelimeler: hipotermi, sezaryen, ısınma, sıcaklık, normotermi

EFFECT OF ACTIVE REWARMING ON NORMOTHERMIA, MATERNAL AND NEONATAL OUTCOMES IN ELECTIVE CESAREAN SECTION: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

ABSTRACT

Maintenance of normothermia during the perioperative period in cesarean section operations is critical for both maternal and neonatal health and the adaptation of the newborn to the external environment. The aim of this study was to evaluate the efficacy of active warming during elective cesarean section in maintaining normothermia and its effects on maternal and neonatal health. Randomized controlled clinical trial study was conducted in two arms as active heating (26 pregnant women) and control (25 pregnant women) groups. A heating device was placed on the pregnant woman's back 30 minutes before cesarean section and the heating process continued for 30 minutes after delivery. Data were collected using personal information form, follow-up form (vital signs, neonatal cortisol level, APGAR score), Spielberger State Anxiety Inventory and Thermal Comfort Scale. Measurements were performed 30 minutes before, during and 30 minutes after cesarean section. The data obtained were analyzed with a 95% confidence interval. While the body temperatures of both groups were similar at the first measurement, the intervention group maintained the temperature at the last measurement ($p=0.039$) and hypothermia was detected in the control group ($p=0.000$). In the last measurement, while shivering was 3.8% in the intervention group, all of the control group was shivering. Body temperature of newborns was 36.2°C in the intervention group and 36.0°C in the control group ($p=0.000$). APGAR score was 8.5 at 1 minute and 9.7 at 5 minutes in the intervention group and 7.9 and 9.2 in the control group, respectively. Serum cortisol and glucose results were similar in both groups. In maintaining normothermia, active warming starting before cesarean section and continuing active warming up to half an hour after delivery affects vital signs, chills, shivering, thermal comfort and anxiety states of women. In addition, body temperature and APGAR score of newborns increased, while cortisol and glucose levels were not affected.

Keywords: hypothermia; caesarean section; warming; temperature, normothermia

YAŞLI YETİŞKİNLERDE DÜŞME RİSKİ İÇİN YAŞLILAR FİZİKSEL AKTİVİTE ÖLÇEĞİ (PASE) KESME PUANININ BELİRLENMESİ

Fatma AYVAT

Hacettepe University, Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, 06100 Altındağ, Ankara

ORCID: 0000-0001-5692-4497

Mert DOĞAN

Akdeniz University, Faculty of Health Science, Department of Physical Therapy and Rehabilitation,
07058 Konyaaltı, Antalya

ORCID: 0000-0001-7990-3365

ÖZET

Düşme, 60 yaş üstü kişilerde engelliliğe neden olma açısından dünyanın en önemli 10 riskinden biridir. Fiziksel aktivite, yaşlı yetişkinler için düşme önleme programlarında önemli bir müdahaledir. Kas fonksiyonunun ve tonusunun, eklem hareketliliğinin, gelişmiş dengenin ve yürüme yeteneğinin restorasyonuna ve korunmasına katkıda bulunmaktadır. Düşme yaşayan ve yaşamayan yaşlı yetişkinlerde fiziksel aktivite düzeyinin kesme değerini belirlemek, fiziksel aktivite müdahaleleri konusunda planlama yapma açısından faydalı olacaktır. Çalışmanın amacı; düşme yaşayan ve yaşamayan yaşlı yetişkinlerde Yaşlılar İçin Fiziksel Aktivite Anketi (PASE)'nin kesme değerini belirlemektir. Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi'nde yapıldı. Düşme hikayesinde, son 6 ay içerisindeki düşmenin varlığı ve düşme korkusu evet/hayır şeklinde sorgulandı; düşme varsa sayısı kaydedildi. Fiziksel aktivite, PASE ile değerlendirildi. PASE'nin düşmeyi öngörmede tanısal karar verdirici özellikleri Receiver Operating Characteristic (ROC) analizi eğrisi ile incelendi. Çalışmaya katılan 226 bireyin yaş ortalaması, 135'i düşen, 91'i düşmeyen bireylerden oluştu. ROC analizi sonuçlarına göre, düşme korkusu (Kesme değeri=5; AUC=0,373; duyarlılık=0,98; özgüllük=0,02), düşme hikayesi (Kesme değeri=58,12; AUC=0,499; duyarlılık=0,82; özgüllük=0,52), tekli düşme (Kesme değeri=63,6 AUC=0,556; duyarlılık=0,85; özgüllük=0,45), çoklu düşme (Kesme değeri=118,97; AUC=0,443; duyarlılık=0,28; özgüllük=0,92), düşeyazma (Kesme değeri=11,23; AUC=0,423; duyarlılık=0,96; özgüllük=0,05) bulundu. Etkili bir düşme önleme veya rehabilitasyon programı geliştirmek için, düşme risklerini önleme veya azaltma olasılığı olan fiziksel aktivite gibi faktörlerin katkısını bilmek oldukça önemlidir. Çalışmanın sonucunda PASE'nin yaşlı yetişkinlerde tekli düşme riskini belirlemek için düşük düzeyde de olsa ayırt edici özelliği olduğu bulunmuştur. Düşme için tek başına yeterli bir değerlendirme ölçütü olmadığından, PASE'nin yaşlı yetişkinlerde kapsamlı bir düşme değerlendirmesinin bir parçası olarak dahil edilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Düşme, Fiziksel Aktivite, Kesme Değeri, Yaşlı Yetişkinler.

DETERMINING THE PHYSICAL ACTIVITY SCALE FOR THE ELDERLY (PASE) CUT-OFF SCORE FOR FALL RISK IN OLDER ADULTS

ABSTRACT

Falls are among the top 10 global causes of disability in individuals aged 60 years and older. Physical activity is a key intervention in fall prevention programs for older adults, contributing to the restoration and maintenance of muscle function and tone, joint mobility, improved balance, and walking ability. Determining a cut-off value for physical activity levels in older adults with and without a history of falls may be useful for planning targeted physical activity interventions. This study aimed to determine the cut-off value of the Physical Activity Scale for the Elderly (PASE) in distinguishing between older adults with and without a history of falls. The study was conducted at the Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Hacettepe University. Fall history was assessed by inquiring about the presence of a fall in the past six months and the presence of a fear of falling (yes/no). If present, the number of falls was recorded. Physical activity was evaluated using PASE. The diagnostic performance of PASE in predicting falls was examined using Receiver Operating Characteristic (ROC) curve analysis. A total of 226 participants were included, 135 had experienced a fall, and 91 had not. ROC analysis results were as follows: fear of falling (Cut-off=5; AUC=0.373; Sensitivity=0.98; Specificity=0.02), fall history (Cut-off=58.12; AUC=0.499; Sensitivity=0.82; Specificity=0.52), single fall (Cut-off=63.6; AUC=0.556; Sensitivity=0.85; Specificity=0.45), multiple falls (Cut-off=118.97; AUC=0.443; Sensitivity=0.28; Specificity=0.92), and nearly falls (Cut-off =11.23; AUC=0.423; Sensitivity=0.96; Specificity=0.05). Although the PASE demonstrated a low discriminative ability for identifying the risk of a single fall in older adults, it is not sufficient as a stand-alone assessment tool for fall risk. It is recommended that PASE be included as part of a comprehensive fall risk assessment in older adults to support the development of effective fall prevention and rehabilitation programs.

Keywords: Fall, Physical Activity, Cut-off, Older Adults.

SAĞLIKLI YETİŞKİNLERDE ÖZELLEŞTİRİLMİŞ EGZERSİZ PROGRAMININ AĞRI, KİFOZ DERECEİ VE YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Kramatullah TURKMAN

İstanbul Rumeli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ORCID: 0009-0005-3111-7724

Özden BASKAN

İstanbul Rumeli Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

ORCID: 0000-0002-1549-4838

ÖZET

Bu araştırma, sağlıklı yetişkinlerde dört haftalık özelleştirilmiş egzersiz programının ağrı, torasik kifoz derecesi ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya 18–45 yaş aralığında 60 erkek gönüllü katılmıştır. Katılımcılar rastgele olarak egzersiz (n=30) ve kontrol (n=30) gruplarına ayrılmıştır. Egzersiz grubuna haftada iki gün, toplam dört hafta süren postüral düzeltici egzersiz programı uygulanmış; kontrol grubuna herhangi bir müdahale yapılmamıştır. Torasik kifoz derecesi esnek cetvel yöntemiyle, ağrı düzeyi McGill Ağrı Anketi ile ve yaşam kalitesi SF-36 ölçeği ile değerlendirilmiştir. Müdahale sonrası egzersiz grubunda torasik kifoz açısında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma ($p<0.05$), ağrı skorlarında düşüş ve SF-36'nın fiziksel işlev, genel sağlık algısı ve yaşam enerjisi alt boyutlarında anlamlı artış gözlenmiştir. Kontrol grubunda ise anlamlı değişiklik tespit edilmemiştir. Sonuçlar, özelleştirilmiş egzersiz programının sağlıklı yetişkinlerde postüral parametreleri iyileştirme, ağrıyı azaltma ve yaşam kalitesini artırma konusunda etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kifoz, egzersiz, ağrı, yaşam kalitesi

THE EFFECTS OF A CUSTOMIZED EXERCISE PROGRAM ON PAIN, KYPHOSIS ANGLE, AND QUALITY OF LIFE IN HEALTHY ADULTS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of a four-week customized exercise program on pain, thoracic kyphosis angle, and quality of life in healthy adults. A total of 60 male volunteers aged between 18 and 45 participated in the study. Participants were randomly assigned to either the exercise group (n=30) or the control group (n=30). The exercise group underwent a postural corrective exercise program twice a week for four weeks, while the control group received no intervention. Thoracic kyphosis was measured using the flexicurve method, pain levels were assessed with the McGill Pain Questionnaire, and quality of life was evaluated with the SF-36 Health Survey. After the intervention, the exercise group demonstrated a statistically significant reduction in thoracic kyphosis angle ($p<0.05$), decreased pain scores, and significant



improvements in the SF-36 subscales of physical functioning, general health perception, and vitality. No significant changes were observed in the control group. These results suggest that a customized exercise program may be an effective method for improving postural parameters, reducing pain, and enhancing quality of life in healthy adults.

Keywords: Kyphosis, exercise, pain, quality of life

SAĞLIK SONUÇLARI VE GELİR DAĞILIMI EŞİTSİZLİĞİ TARTIŞMASINA DAİR LİTERATÜR İNCELEMESİ²

Yüksek Lisans Öğrencisi Fatmanur GÜLER

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Yönetimi AD, 43100

Merkez, Kütahya

ORCID: 0009-0001-3615-8737

Doç. Dr. Güller ŞAHİN

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gediz SHMYO, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 43600

Gediz, Kütahya

ORCID: 0000-0003-2500-7834

ÖZET

Bu çalışmada gelir dağılımı eşitsizliğinin sağlık sonuçları üzerindeki etkisi mevcut literatür kanıtları eşliğinde tartışılmaktadır. Bulgular, gelir eşitsizliğinin zararlı sağlık etkileri olduğu iddiasının desteklendiği literatürde eşitsizliği toplum sağlığına bağlayan iki ana mekanizmaya işaret etmektedir. Sosyal entegrasyon teorilerinde statü karşılaştırmaları gibi psikososyal faktörlerin eşitsizliği kötü sağlık sonuçlarına bağladığı iddia edilmektedir. Bu teoriler, eşitsizliğin statü karşılaştırmalarının daha belirgin olduğu zengin ülkelerde daha zararlı etkilere sahip olması gerektiğini belirtmektedir. Buna karşılık neo-materyalist teoriler, sağlık altyapısı gibi maddi kaynakların eşitsizliğin sağlıkla olan olumsuz ilişkisinden sorumlu olduğunu öne sürmektedir. Neo-materyalist bakış açıları, yetersiz sağlık altyapısının sağlık hizmetlerini ve sağlıklı davranışları küçük bir seçkinler grubunun elinde yoğunlaştırdığı yoksul ülkelerde eşitsizliğin daha zararlı etkilere sahip olması gerektiğini ifade etmektedir. Gelir eşitsizliğinin zararlı sağlık etkileri olduğu iddiasının desteklenmediği literatürde ise parametreler arasındaki ilişkiler için çeşitli açıklamalar yapılmaktadır. Bu kapsamda özellikle hem ülkeler içerisindeki hem de ülkeler arasındaki gelişmişlik seviyelerindeki farklılıklara odaklanılmaktadır. Bununla birlikte diğer olası nedenler arasında analizlerde tercih edilen metodolojiler, küçük örneklem setleri, yetersiz veri, veri kaynakları, uygun olmayan ölçüm ölçekleri, aracı değişkenlerin kontrol değişkeni olarak kullanılması, öznel sağlık göstergelerinin seçilmesi, heterojenlik önyargıları ve kısa takip süreleri gösterilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık, gelir dağılımı eşitsizliği, literatür incelemesi

² Bu bildiri, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Sağlık Yönetimi AD tezli yüksek lisans öğrencisi Fatmanur GÜLER tarafından Doç. Dr. Güller ŞAHİN danışmanlığında hazırlanmakta olan “CIVETS Ülkelerinde Sağlık Çıktılarının Gelir Eşitsizliği Üzerindeki Etkilerinin Ampirik Analizi” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

LITERATURE REVIEW ON THE DEBATE ON HEALTH OUTCOMES AND INCOME DISTRIBUTION INEQUALITY

ABSTRACT

In this study, the impact of income inequality on health outcomes is discussed in light of existing literature evidence. Findings point to two main mechanisms linking inequality to public health in the literature supporting the claim that income inequality has harmful health effects. Social integration theories argue that psychosocial factors, such as status comparisons, link inequality to poor health outcomes. These theories suggest that inequality should have more harmful effects in wealthy countries, where status comparisons are more pronounced. Conversely, neo-materialist theories argue that material resources, such as healthcare infrastructure, are responsible for the negative association of inequality with health. Neo-materialist perspectives suggest that inequality should have more harmful effects in poor countries, where inadequate healthcare infrastructure concentrates healthcare services and healthy behaviors in the hands of a small elite. In the literature lacking support for the claim that income inequality has harmful health effects, various explanations are offered for the relationships between the parameters. This focus is particularly on differences in development levels both within and between countries. However, other possible reasons include the methodologies chosen in the analyses, small sample sets, insufficient data, data sources, inappropriate measurement scales, use of mediator variables as control variables, selection of subjective health indicators, heterogeneity biases, and short follow-up periods.

Keywords: Health, income inequality, literature review

1. GİRİŞ

Gelir dağılımı eşitsizliğinin sağlık sonuçları üzerindeki etkisine yönelik çalışmalar, 1979 yılına kadar uzanmaktadır. Rodgers (1979) "Income and inequality as determinants of mortality, an international cross-section analysis" başlıklı çalışmasında, gelişmiş ve gelişmekte olan 56 ülke örneklemini kullanarak gelir ve gelir dağılımının ölüm oranı üzerindeki etkilerini analiz etmiştir. Bulgular, gelir dağılımının ölüm oranıyla sürekli ve güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu, Gini endeksindeki artışların yaşam beklentisini negatif, bebek ölüm oranı ve 5 yaş altı çocuk ölüm oranını ise pozitif yönde etkilediğini açıklamıştır. Ayrıca görece eşitsiz bir toplumda yaşam beklentisinin daha eşitlikçi bir topluma göre beş ile on yıl daha düşük olabileceğini desteklemiştir. Benzer şekilde Flegg (1982) tarafından gelişmekte olan ülkeler üzerine yapılan çalışmada da gelir dağılımındaki bozulmanın, kötü sağlık sonuçları meydana getirdiği belirtilmiştir.

Tarihsel izleğe bakıldığında toplum sağlığı ve gelir eşitsizliği arasındaki bağlantının incelenmesinin oldukça geniş kapsamlı bir literatür ortaya çıkardığı görülmektedir. Ancak belirtilen bağlantıya dair ampirik çalışmaların sonuçları, çelişkili kanıtlar sunmaktadır. Bazı araştırmacılar, gelir eşitsizliğinin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerine şüpheyile yaklaşırken bazıları ise teorik argümanlar temelinde etkilerin belirli durumlarda geçerli olabileceğini savunmuşlardır. Son yıllarda çoğu gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede gelir dağılımındaki adaletsizlikte önemli artışlar yaşandığı dikkate alındığında söz konusu belirsizlik durumunun büyük riskleri bulunmaktadır. Buna bağlı olarak gelir eşitsizliği, toplum sağlığını kötüleştiriyorsa küçük bir etki bile nüfusun tamamı için kritik sonuçlar yaratabilmektedir. Konunun önemine atfen bu çalışmada gelir dağılımı eşitsizliğinin sağlık sonuçları üzerindeki etkisi mevcut literatür kanıtları eşliğinde tartışılmaktadır. Amaç bağlamında literatür araştırması, gelir eşitsizliği-nüfus sağlığı bağlantısının geçerli olduğu sosyal entegrasyon ve neo-materyalist teoriler alt başlıkları altında yapılandırılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Wilkinson'ın (1992a, 1992b) "Income distribution and life expectancy" ve "National mortality rates: The impact of inequality?" başlıklı öncü çalışmalarından sonra çok sayıda ülke çapında ve/veya uzunlamasına yapılan araştırmada, gelir eşitsizliğinin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri olduğunu açıklayan ve Wilkinson hipotezi olarak da bilinen gelir eşitsizliği hipotezi desteklenmiştir. Bu bağlamda Wilkinson (1996), Lynch ve Kaplan (1997) tarafından ülkeler ölçeğinde yapılan çalışmalar, erken literatür örnekleri arasındadır. Aynı bağlamda Kaplan vd. (1996), Kawachi vd. (1997a), Kawachi vd. (1997b), Lynch vd. (1998) ise söz konusu hipotezin ABD'deki eyaletler ve metropol alanları gibi daha küçük coğrafi birimlerde geçerli olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu kapsamda gelir eşitsizliğinin zararlı sağlık etkileri olduğu iddiasının desteklendiği literatürde eşitsizliği toplum sağlığına bağlayan sosyal entegrasyon teorileri ve neo-materyalist teoriler olmak üzere iki ana mekanizmaya işaret edilmektedir.

2.1. Sosyal Entegrasyon Teorileri

Sosyal entegrasyon teorileri, statü karşılaştırmaları gibi psikososyal faktörlerin eşitsizliği kötü sağlık sonuçlarına bağladığını iddia etmektedir. Bu teoriler, eşitsizliğin statü karşılaştırmalarının daha belirgin olduğu zengin ülkelerde daha zararlı etkiler meydana getirdiğini belirtmektedir. Müdahale mekanizmaları arasında düşük sosyal statü, sosyal uyum ve güven erozyonu yer almaktadır. Sosyal entegrasyon mekanizmaları, insanların görece statülerini göz önünde bulundurdıklarında ortaya çıkan karşılaştırmalar temelinde şekillenmektedir. Gösterişli tüketime dayalı faktörler nedeniyle bireyler, görece statülerini fark

ederek ve karşılaştırmalar yaparak sağlığa zarar veren stres ve kaygı bozukluğu yaşamaktadırlar. Daha eşitsiz toplumlarda, daha az sosyal hareketlilik kapasitesi olduğu için statü farklılaşması daha önemli hale gelmektedir. Bu süreçler, toplum sağlığı için önemli etkileri olan bireyselleşmeye odaklanarak sosyal uyumu da aşındırmaktadır. Sosyal bütünleşme; depresyon, utanç ve kaygı biçimindeki psikososyal eşitsizlik deneyimine ve bu deneyimlerin sigara veya alkol kullanımı gibi sağlık davranışlarını nasıl etkilediğine yoğunlaşmaktadır. Nihai odak noktaları, sosyal parçalanma ve bu durumun sağlıkla korelasyonlu olmasıdır (Curran ve Mahutga, 2018).

Güncel çalışmalardan Bartoll-Roca vd. (2022), Hao vd. (2021), Haselbach vd. (2025), Hurley vd. (2020), Kim ve Kim (2021), Li (2024), Liu vd. (2020), Miething vd. (2025), Okuzono vd. (2024), Ramos vd. (2023), Svalestuen (2022), Torchyan vd. (2024), Zhao vd. (2024), Zheng vd. (2022) tarafından yapılan araştırmaların bulguları, sosyal entegrasyon teorilerini destekler niteliktedir. Bu bağlamda Bartoll-Roca vd. (2022) 2001, 2006, 2011 ve 2016 yıllarına ait Barselona sağlık anketinin dört tekrarlı kesit dalgasına, logit-normal dönüşümlü bir Bayes yumuşatma modeli uygulayarak mahalle düzeyinde kötü ruh sağlığı yaygınlığını ve şehir sakinlerinin gelire göre profilini tahmin etmişlerdir. Bulgular, düşük gelirli mahallelerde ruh sağlığı sorunlarının daha yaygın olduğunu ve ruh sağlığındaki bozulma olasılığının 2001 yılında daha az avantajlı mahallelerde daha avantajlı mahallelere göre 1,40 kat daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Hao vd. (2021), 2002-2012 yılları arasındaki 23 Çin eyaletinin panel verilerini kullanarak yaptıkları çalışmalarında daha yüksek gelir eşitsizliğinin halk sağlığı üzerinde önemli olumsuz etkilere sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Haselbach vd. (2025), Batı İsveç'teki öğrenciler arasında mahalle gelir eşitsizliğinin ruh sağlığı sorunları üzerindeki etkisini toplam 1958 ergenle yapılan anketlere ilişkin yanıtlarla araştırmayı amaçlamışlardır. Çoklu doğrusal regresyon analizi, daha yüksek mahalle gelir eşitsizliği ile yedinci sınıf öğrencilerinin stres ve psikosomatik semptom seviyelerinin azalması arasında ilişki olduğunu destekleyen kanıtlar sağlamıştır. Hurley vd. (2020), hane halkı anketine dayanarak gelir, sağlık ve gelir-sağlık arasında eşitsizlikten kaçınmayı tahmin etmişlerdir. Eşitsizlikten kaçınmanın alana özgü olduğu; gelir için ortalama eşitsizlikten kaçınmanın, sağlığa oranla daha yüksek görüldüğü, ancak kaçınma tutumlarının altında yatan dağılımların farklılık gösterdiği bulgularını elde etmişlerdir.

Kim ve Kim (2021), 13.500'den fazla yaşlı yetişkin arasında hane halkı geliri, koronavirüs kaynaklı stres, ulusal bağlam ve algılanan sağlık durumu arasındaki etkileşime

odaklanmışlardır. Bulgular, daha yüksek gelir düzeyinin daha iyi öznel sağlıkla olumlu ilişkili olduğunu, daha yüksek gelirin sağlık faydalarının pandemiden daha sert etkilenen ülkelerde daha belirginleştiğini, küresel gelir eşitsizliğinin özellikle hastalığa karşı savunmasız olan yaşlı nüfus için eşitsiz sağlık sonuçlarını daha da kötüleştirdiğini, farklı sosyoekonomik statülerin ve ülkelerin makroekonomik koşullarının, küresel olarak sağlık ve refah eşitsizliğini artırdığını göstermiştir.

Li (2024), çalışmasında 2004-2015 döneminde Çin’de gelir eşitsizliği ve sağlık arasındaki ilişkide cinsiyet farklılıklarını incelemiştir. Çin Sağlık ve Beslenme Araştırması’nın 12 eyaletinden elde edilen verileri analiz etmek için çoklu regresyon modelleri kullanılmıştır. Erkekler, olumsuz sağlık sonuçları açısından gelir eşitsizliğine karşı daha fazla duyarlılık göstermiştir. Bireyler gelir eşitsizliğinde aynı düzeyde değişiklik yaşadıklarında, erkeklerin kötü sağlık durumu, daha yüksek vücut kitle indeksi, daha yüksek sistolik kan basıncı, sigara içme ve alkol alma risklerini bildirme riskleri kadınlara göre daha yüksek olmuştur. Liu vd. (2020), hava kirliliği ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi Çin’in şehir düzeyindeki PM_{2.5} emisyonları ve kişisel gelire dayanarak hava kirliliğinin farklı sosyoekonomik statüdeki bireyler üzerindeki uzun vadeli dağılım etkisini araştırmışlardır. Tahmin bulguları, hava kirliliği konsantrasyonundaki artışın kısa vadeli olumlu üretim etkilerine ve kişisel gelir üzerinde uzun vadeli olumsuz etkilere sahip olduğunu, aynı zamanda sosyoekonomik statüler arasında gelir eşitsizliğini daha da kötüleştirdiğini ortaya koymuştur.

Miething vd. (2025), 2004-2018 döneminde İsveç’teki ölüm oranlarındaki mutlak ve nispi gelir eşitsizliklerinin 25-64 yaş arasındaki göçmenlerde artıp artmadığını incelemişlerdir. Bulgular, gelirle ilişkili ölüm oranı eşitsizliklerinin, özellikle Avrupalı olmayan erkekler arasında göçmen nesiller arasında arttığı ve dış etkenlerin önemli rol oynadığını göstermiştir.

Okuzono vd. (2024), 2011 Büyük Doğu Japonya Depremi’nden sağ kurtulan yaşlı yetişkinlerden (≥ 65 yaş) oluşan prospektif kohort çalışmalarında, afet öncesi toplum gelir eşitsizliği ile afet sonrası ruh sağlığı sonuçları arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Bulgularda toplumdaki gelir eşitsizliğinin daha yüksek düzeyleri, zaman içinde daha yüksek travma sonrası stres belirtileri puanlarıyla ilişkilendirilmiştir. Gelir eşitsizliği ile ruh sağlığı arasındaki ilişki, sosyal sermayedeki değişimin modele eklenmesiyle kısmen zayıflamıştır. Afet öncesi gelir eşitsizliğinin, afet sonrasındaki travma sonrası stres belirtileri semptomlarını açıklayabileceği ve bu ilişkiye afetle ilişkili değişim tarafından aracılık edilebileceği belirtilmiştir.

Ramos vd. (2023), sosyo-ekolojik bir çerçeve kullanarak Chicago’da zaman içinde bildirilen koronavirüs enfeksiyonu ve ölüm oranının, olası ruh sağlığı sıkıntısı ve gelir eşitsizliği

düzeyindeki belirleyicilerinin mahalle düzeyinde analizini gerçekleştirmişlerdir. Bulgular, ruhsal sağlık sıkıntısı, gelir eşitsizliği ve koronavirüs ölüm oranlarındaki mahalle düzeyindeki eşitsizlikleri doğrulamıştır.

Svalestuen (2022), Avrupa Sosyal Araştırması'na ait verileri kullanarak 20 ülkede gelirin sağlık üzerindeki etkilerine psikososyal stres tarafından ne ölçüde aracılık edildiğini, bu etkilerin ülke düzeyindeki gelir eşitsizliği ve ekonomik kalkınma tarafından ne ölçüde yumuşatıldığını araştırmıştır. Bulgular, algılanan sağlık değerlendirmesine dayalı gelir-sağlık gradyanını açıklamak için kişisel gelirin önemli olduğunu göstermiştir. Gelir-sağlık ilişkisi ve psikososyal stresin bu ilişkiye ne ölçüde aracılık ettiği ülkeler arasında değişmekle birlikte bağlamsal gelir veya gelir eşitsizliği tarafından önemli ölçüde yumuşatılmamıştır.

Torchyan vd. (2024), yüksek gelir eşitsizliğine sahip Komünizm sonrası Avrupa ülkelerinde 11-15 yaşları arasında toplam 71.119 varlıklı ergen arasında riskli davranışların yaygın olabileceğini öne süren “altın gençlik” hipotezini incelemişlerdir. Bulgular, yüksek sosyoekonomik konumdaki ergenlerin, özellikle gelir eşitsizliğinin yüksek olduğu ülkelerde, sağlıksız ve kötü davranışlar açısından daha yüksek risk altında olduğunu desteklemiştir.

Zhao vd. (2024), Çin'de gelir eşitsizliği ve sağlık düzeyleri arasındaki ilişkiyi ampirik olarak test etmek için eş zamanlı bir denklem grubu modeli oluşturmuşlardır. Bulgular, sağlık düzeyinin gelir eşitsizliği ile negatif ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Zheng vd. (2022), 1925-1999 yılları arasında doğum kohortlarındaki olumsuz sağlık eğiliminin, Amerikalıların çocukluk döneminde karşılaştığı artan gelir eşitsizliğiyle ilişkili olup olmadığını araştırmışlardır. Bulgular, çocukluk döneminde yaşanan gelir eşitsizliğinin yetişkin sağlığı üzerinde uzun süreli olumsuz bir sonucu olabileceğine dair önemli kanıtlar sunmuştur.

2.2. Neo-materyalist Teoriler

Neo-materyalist teorilerde sağlık altyapısı gibi maddi kaynakların eşitsizliğin sağlıkla olan olumsuz ilişkisinden sorumlu olduğu öne sürülmektedir. Dolayısıyla bu bakış açısı, yetersiz sağlık altyapısının sağlık hizmetlerini ve sağlıklı davranışları küçük bir seçkinler grubunun elinde yoğunlaştırdığı yoksul ülkelerde eşitsizliğin daha zararlı etkilere sahip olması gerektiğini açıklamaktadır. Buna bağlı olarak gelir eşitsizliği, bireylerin teknolojik yeniliklere ve tıbbi bakım gibi kaynaklara erişimini etkileyen ve sağlığı destekleyen sağlık hizmetleri, çevre düzenlemeleri ve refah devleti gibi kamu mallarının bulunabilirliğini şekillendiren tarihsel, kültürel ve politik-ekonomik süreçlerin bir sonucudur. Tıbbi hizmetlere, eğitime ve çevre korumalarına yetersiz yatırımın sonuçları, yüksek gelir eşitsizliğine sahip ülkelerdeki yoksulları orantısız bir şekilde etkilemekte ve buna bağlı olarak toplum sağlığı kötüleşmektedir. Neo-

materyalist teorisyenler, psikososyal ve maddi faktörlerin karşılıklı olduğunu varsaymaktadır. Ancak eşitsizliğin duygusal deneyiminden ziyade maddi kaygılar ön plandadır (Curran ve Mahutga, 2018; Svaalestuen, 2022).

Antony ve Klarl (2020), Curran ve Mahutga (2018), Kotschy (2022), Liao ve Li (2025), Wang ve Xu (2023) yaptıkları çalışmalarda neo-materyalist teoriler için örnekler sunan güncel literatür arasındadır. Bu doğrultuda Antony ve Klarl (2020), ABD’de 1941-2015 yılları arasındaki sağlık ve gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Bulgular, cinsiyet, toplam gelir, sağlık ve eğitime yönelik devlet harcamaları kontrol edildikten sonra frekans alanının sağlık ve gelir eşitsizliği arasındaki herhangi bir ilişkiyi tespit etmek için uygun, ancak genel kanıtların ise zayıf olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte 1956-1993 zaman aralığı ve uzun vadeli frekanslar için gelir eşitsizliğindeki artışın sağlık üzerinde olumsuz etkileri olduğu doğrulanmıştır.

Curran ve Mahutga (2018), 1960-2013 döneminde gelir eşitsizliği ve sağlık ilişkisinin ekonomik kalkınmayla ne ölçüde değiştiğini incelemişlerdir. Sabit etkiler modeline ilişkin bulgular, kalkınmanın eşitsizlik ile nüfus sağlığının iki ölçüsü arasındaki ilişkiyi yumuşattığını doğrulamıştır. Ayrıca gelir eşitsizliği ve toplum sağlığı arasındaki ilişkide küresel bir eğilim gözlemlenmiştir. Gelir eşitsizliğinin, daha fakir ülkelerde sağlık üzerinde %139,7-%374,3 oranında daha zararlı bir etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca örnekleme yer alan ülkelerin %2,1-%53,3’ünde ve dünya nüfusunun %6,6-%67,6’sında önemli ölçüde zararlı etkileri doğrulanmıştır, ancak daha zengin ülkelerde önemli ölçüde zararlı etkileri olduğu bulunmamıştır.

Kotschy (2022), 1960-2000 döneminde ABD’de toplum sağlığındaki uzun vadeli eğilimlerin gelir eşitsizliğini etkileyip etkilemediğini ve ne ölçüde etkilediğini araştırmıştır. Bulgular, sağlık alanındaki iyileştirmelerin eğitimle ilgili mekanizmalar aracılığıyla artan gelir eşitsizliğine katkıda bulunduğunu göstermiştir. 30 yaşında beklenen yaşam süresinde 1 yıllık bir artış, Gini katsayısını 1,8 puan artırmıştır. Toplamda ise 1960 ve 2000 yılları arasındaki sağlık alanındaki iyileştirmeler, Gini katsayısında 5,3 puanlık bir artışa neden olmuştur.

Liao ve Li (2025) çevresel yönetim, toplum sağlığı ve gelir eşitsizliği arasındaki bağlantıyı incelemek amacıyla Çin Sağlık ve Beslenme Anketi’nden panel verileri kullanarak ve içsellik ele almak için araçsal değişken tahminiyle sabit etkili regresyon modelini uygulamışlardır. Çevresel yönetimdeki 1 birimlik iyileştirmenin, nüfusun morbidite riskini 2,8 puan azalttığı ve sıkı çevre politikalarının uygulandığı bölgelerde Gini katsayısında %8.36’lık bir düşüş olduğu temel bulgularına ulaşmışlardır.

Wang ve Xu (2023), 2002-2019 yılları arasında 81 gelişmekte olan ülkenin panel verilerine dayanarak dijitalleşmenin halk sağlığı üzerindeki etkisini ve dijitalleşmenin halk sağlığını gelir eşitsizliği perspektifinden nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Bulgular, dijitalleşmenin gelişmekte olan ülkelerde halk sağlığını önemli ölçüde iyileştirdiğini, coğrafi konum ve gelir düzeyine dayalı heterojenlik analizi, dijitalleşmenin halk sağlığı üzerindeki iyileştirici etkisinin en çok Afrika ve orta gelirli ülkelerde belirgin olduğunu göstermiştir. Ayrıca dijitalleşmenin gelir eşitsizliğini baskılama aracı kanalıyla halk sağlığını olumlu yönde etkileyebileceği vurgulanmıştır.

Yukarıdaki açıklamalara ek olarak yakın tarihli çalışmalar, gelir eşitsizliğinin sağlık üzerindeki etkileri ile ilişkili güçlü nedensel bağlantılara odaklanmaktadır (Pickett ve Wilkinson, 2015). Ancak bu etkilerle ilgili olarak ampirik araştırmaların bulgularının karmaşık olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda Lynch vd. (2004), gelir-sağlık parametreleri arasındaki doğrudan etkiye dair çok az kanıt olduğuna işaret etmişlerdir. Epidemiyolojik nedensel bir çerçevede literatürü ele alan Pickett ve Wilkinson (2015), 155 makaleden 131'inin gelir eşitsizliğinin sağlığa zarar verdiği önermesini doğruladığını tespit etmişlerdir. Benzer doğrultuda Wilkinson ve Pickett (2006) tarafından yapılan bir diğer meta-analiz çalışmada da 168 makaleden 155'inin (%70), yüksek gelir eşitsizliği düzeylerinin toplum sağlığının bozulmasına yol açtığı hipotezini desteklediği bulgusuna ulaşılmıştır.

Alwadi ve Vettore (2019) ergenlerde ağız sağlığıyla ilişkili yaşam kalitesi ve gelir eşitsizliği ile çocukluk döneminde yaşanan gelir eşitsizliği ve bireysel faktörlerin ilişkisini 2003 ve 2010 yılları için değerlendirmişlerdir. Bu amaçla Brezilya Ağız Sağlığı Araştırması'ndan 27 şehirde bulunan 15-19 yaşları arasındaki 3.854 ergenin bireysel verileri kullanılmıştır. Poisson regresyon bulguları, çocukluk döneminde yüksek düzeyde gelir eşitsizliği olan şehirlerde yaşayan ergenlerin daha yüksek günlük performans üzerindeki ağız etkileri yaygınlığına sahip olma olasılığının 1,75 kat fazla olduğunu göstermiştir. Ancak mevcut gelir eşitsizliği, ergenlerde günlük performans üzerindeki ağız etkileri yaygınlığıyla ilişkili değildir.

Gelir eşitsizliğini sosyal eşitsizlik açısından ele alan Benny vd. (2023) 2016/17-2018/19 dönemlerinde Kanadalı 21.141 ergen arasında gelir eşitsizliği ile depresyon ve anksiyete arasındaki uzunlamasına ilişkiyi ölçmüşlerdir. Bulgular, gelir eşitsizliğinin daha yüksek olduğu okullara devam etmenin, daha yüksek depresif puanlarla ve zaman içinde depresyon olasılığının artmasıyla ilişkilendirilmiştir. Ancak gelir eşitsizliği, anksiyete belirtileri veya zaman içinde anksiyete yaşama ile anlamlı bir şekilde ilişkili bulunmamıştır.

Ghaly ve Jivraj (2022) 2016-2020 zaman aralığında Birleşik Krallık Hane Halkı Boylamsal Çalışması'ndan derlenen verilerle 24.889 katılımcının algılanan sağlık düzeyini, gelir eşitsizliği ve hane halkı geliri, mahalle medyan geliri ve mahalle yoksunluğu ile etkileşimi üzerinden, eğitim düzeyi, yaş, cinsiyet, etnik grup, ikamette yaşanan yıl sayısı ve ikamet bölgesine bağlı olarak tahmin etmişlerdir. Bulgular, cinsel sağlık ve üreme sağlığının eşitsizliğin daha yüksek olduğu mahallelerde yaşayanlar arasında daha kötü olduğunu; mahalle eşitsizliğinin ise hane halkı geliri, mahalle medyan geliri veya mahalle yoksulluğu tarafından hafifletildiğine dair bir gösterge olmadığını açıklamıştır.

Açıklanan karışık bulgularla birlikte Mellor ve Milyo (2001), Deaton (2003), Beckfield (2004), Bakkeli (2016), Farmer vd. (2022) tarafından yapılan çalışmalarda ise gelir dağılımı eşitsizliği ve sağlık sonuçları arasındaki bağlantı doğrulanamamıştır. Güncel çalışmalardan Bakkeli (2016), Çin Sağlık ve Beslenme Anketi'ni kullanarak gelir eşitsizliğinin bireylerin sağlık sorunları yaşama riskleri üzerinde bir etkisi olup olmadığı sorusunu ele almıştır. Bulgular, gelir eşitsizliğinin bireylerin sağlık sorunları yaşama riskleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığını göstermiştir. Farmer vd. (2022) çalışmalarında, 2012-2015 yılları arasında 2006 Kanada Nüfus Sayımı'ndan toplanan verilerle Kanada'nın Calgary şehrinde yaşayan yeni annelerden oluşan bir kohortta, sosyal destek ve toplum katılımının mahalle gelir eşitsizliğini anne kaygısı ve depresif semptomlara bağlayan aracı olarak hareket edip etmediğini belirlemişlerdir. Yapısal eşitlik modellerinden ulaşılan bulgularda, gelir eşitsizliğinin yüksek depresif semptomlar, anksiyete semptomları, düşük sosyal destek ve toplum katılımı ile anlamlı bir şekilde ilişkili olmadığı görülmüştür.

Yukarıda yapılan açıklamalar ışığında sağlık sonuçları ve gelir dağılımı eşitsizliğine dair literatür kanıtlarının heterojen bir görünüm sergilediği ve çelişkili olduğu değerlendirilmektedir.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada gelir dağılımı eşitsizliğinin sağlık sonuçları üzerindeki etkisi, mevcut literatür kanıtları eşliğinde tartışılmıştır. Tarihsel süreç, söz konusu parametreler arasındaki bağlantının yaklaşık olarak 40 yıldan uzun süredir incelendiğini göstermektedir. Wilkinson'ın (1992a, 1992b) gelir eşitsizliğinin sağlık üzerindeki zararlı etkileri üzerine yaptığı öncü çalışmalarından sonra araştırmacılar, eşitsizliğin zararlı sağlık etkilerini araştırmaya devam etmiştir. Ancak gelir eşitsizliği ve toplum sağlığı arasındaki bağlantıya dair ampirik araştırmalarda, çelişkili ve tartışmalı sonuçlar elde etmişlerdir.

Alan yazın incelemesi, bazı çalışmalarda eşitsizliğin zararlı sağlık etkileri olduğu iddiasını desteklemektedir. Literatürün bu kısmı için sosyal entegrasyon ve neo-materyalist teoriler çerçevesinde olası nedenler belirtilmektedir. Bu bağlamda sosyal entegrasyon teorisyenleri, gelir dağılımındaki eşitsizliğin psikososyal faktörler ekseninde kötü sağlık sonuçlarına neden olduğunu ve özellikle zengin ülkelerde daha zararlı etkiler oluşturduğunu öne sürmektedirler. Örneğin eşitsizliğin sosyal parçalanma, güven erozyonu, düşük sosyal statü, bireysellik, sosyal uyum zorluğu, gösterişli tüketim ve daha az sosyal hareketlilik kapasitesi yaratarak stres, kaygı bozukluğu, depresyon, utanç, sigara veya alkol kullanımı gibi zararlı sağlık davranışları meydana getirdiği açıklanmaktadır (Bartoll-Roca vd., 2022; Hao vd., 2021; Haselbach vd., 2025; Hurley vd., 2020; Kim ve Kim, 2021; Li, 2024; Liu vd., 2020; Miething vd., 2025; Okuzono vd., 2024; Ramos vd., 2023; Svaalestuen, 2022; Torchyan vd., 2024; Zhao vd., 2024; Wilkinson, 1996; Zheng vd., 2022). Neo-materyalist teorisyenler ise maddi kaynakların eşitsizliğin sağlıkla olan olumsuz ilişkisinden sorumlu olduğunu ve özellikle yoksul ülkelerde eşitsizliğin daha zararlı etkilere sahip olduğunu iddia etmektedirler. Bu teorilerde ise yetersiz sağlık altyapısı, kaliteli sağlık hizmetlerine erişim, kamu mallarına yetersiz yatırım, teknolojik yeniliklerin yoksunluğu, tıbbi bakım eksikliği gibi faktörler, bireylerin kaynaklara erişimini engellemektedir. Mekanizma, çevre düzenlemeleri ve refah devleti gibi kamu mallarının bulunabilirliğini şekillendiren tarihsel, kültürel ve politik-ekonomik süreçlerin bir sonucudur (Antony ve Klarl, 2020; Curran ve Mahutga, 2018; Kotschy, 2022; Liao ve Li, 2025; Lynch ve Kaplan, 1997; Wang ve Xu, 2023).

Gelir eşitsizliğinin zararlı sağlık etkileri olduğu iddiasının desteklenmediği ve/veya sonuçların karmaşık olduğunu açıklayan literatürde ise parametreler arasındaki ilişkiler için farklı nedenler sunulmaktadır (Alwadi ve Vettore, 2019; Bakkeli, 2016; Beckfield, 2004; Benny vd., 2023; Deaton, 2003; Farmer vd., 2022; Ghaly ve Jivraj, 2022; Lynch vd., 2004; Mellor ve Milyo, 2001; Pickett ve Wilkinson, 2015; Wilkinson ve Pickett, 2006). Bu kapsamda özellikle hem ülkeler içerisindeki hem de ülkeler arasındaki gelişmişlik seviyelerindeki farklılıklar ve yerel alan özellikleri, olası nedenler olarak düşünülmektedir. Bununla birlikte diğer olası nedenler arasında analizlerde tercih edilen metodolojiler, incelenen zaman dilimleri, coğrafi ölçek, küçük örneklem setleri, yetersiz veri, veri kaynakları, uygun olmayan ölçüm ölçekleri, aracı değişkenlerin kontrol değişkeni olarak kullanılması, öznel sağlık göstergelerinin seçilmesi, frekans boyutu, heterojenlik önyargıları ve kısa takip süreleri gösterilmektedir. Ayrıca gelir eşitsizliğinin geçerliliğinin mikro bireysel düzeyde ele alınması, makro toplu çalışmalarla karşılaştırıldığında literatürün bu alanının sağlık sonuçları ve gelir eşitsizliği arasında daha

zayıf bir ilişki olduğunu veya hiç ilişki olmadığını desteklemektedir (Antony ve Klarl, 2020). Dolayısıyla sağlık sonuçları ve gelir dağılımı eşitsizliğine dair tartışmaya ilişkin olarak gelecek araştırma gündeminde araştırmacıların ampirik analizlerde belirtilen sorunları dikkate almaları salık verilmektedir. Bununla birlikte gelir eşitsizliğinin farklı kalkınma düzeylerine sahip ülkelerde ve hem mikro bireysel hem de makro toplumsal gelir eşitsizliği-nüfus sağlığı bağlantısını içeren çalışmalarda nüfus sağlığı üzerinde farklı etkilere sahip olması beklenmelidir.

KAYNAKÇA

- Alwadi, M.A.M., & Vettore, M.V. (2019.) Contextual income inequality and adolescents' oral-health related quality of life: A multi-level analysis. *International Dental Journal*, 69, 463-471. <https://doi.org/10.1111/idj.12504>
- Antony, J., & Klarl, T. (2020). Estimating the income inequality-health relationship for the United States between 1941 and 2015: Will the relevant frequencies please stand up? *The Journal of the Economics of Ageing*, 17, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jeo.2020.100275>
- Bakkeli, N.Z. (2016). Income inequality and health in China: a panel data analysis. *Social Science & Medicine*, 157, 39-47. <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.03.041>
- Bartoll-Roca, X., Mari-Dell'Olmo, M., Gotsens, M., Palència, L., Pérez, K., Díez, E., & Borrell, C. (2022). Neighbourhood income inequalities in mental health in Barcelona 2001-2016: A Bayesian smoothed estimate. *Gac Sanit.*, 36(6), 534-539. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2022.03.007>
- Beckfield, J. (2004). Does income inequality harm health? New cross-national evidence. *Journal of Health and Social Behavior*, 45(3), 231-248. <https://doi.org/10.1177/002214650404500301>
- Benny, C., Patte, K.A., Veugelers, P.J., Senthilselvan, A., Leatherdale, S.T., & Pabayo, R. (2023). A longitudinal study of income inequality and mental health among Canadian secondary school students: Results from the cannabis, obesity, mental health, physical activity, alcohol, smoking, and sedentary behavior study (2016-2019). *Journal of Adolescent Health*, 73, 70-78. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2023.01.028>
- Curran, M., & Mahutga, M.C. (2018). Income inequality and population health: A global gradient? *Journal of Health and Social Behavior*, 59(4), 536-553. <https://doi.org/10.1177/0022146518808028>
- Deaton, A. (2003). Health, inequality, and economic development. *Journal of Economic Literature*, 41(1), 113-158. <https://doi.org/10.1257/jel.41.1.113>
- Farmer, G., Lowe, S.A.J., McDonald, S., Yamamoto, S.S., Chari, R., & Pabayo, R. (2022). Do social support and community engagement act as mechanisms in the association between neighbourhood income inequality and the mental health of mothers in Calgary, Canada? A mediation analysis. *Health and Place*, 76, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2022.102851>
- Flegg, A. (1982). Inequality of income, illiteracy, and medical care as determinants of infant mortality in developing countries. *Population Studies*, 36(3), 441-458. <https://doi.org/10.2307/2174055>
- Ghaly, M., & Jivraj, S. (2022). An investigation of the longitudinal relationship between neighbourhood income inequality and individual self-rated health in England. *Health and Place*, 76, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2022.102847>
- Hao, Y., Liu, J., Lu, Z.-N., Shi, R., & Wu, H. (2021). Impact of income inequality and fiscal decentralization on public health: Evidence from China. *Economic Modelling*, 94, 934-944. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.02.034>
- Haselbach, F., Mehlig, K., Friberg, P., & Chen, Y. (2025). Impact of neighborhood income inequality on adolescents' mental health. Results from the STARS study. *Health and Place*, 91, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2024.103391>
- Hurley, J., Mentzakis, E., & Walli-Attaei, M. (2020). Inequality aversion in income, health, and income-related health. *Journal of Health Economics*, 70, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2019.102276>

- Kaplan, G.A., Pamuk, E.R., Lynch, J.W., Cohen, R.D., & Balfour, J.L. (1996). Inequality in income and mortality in the United States: Analysis of mortality and potential pathways. *British Medical Journal*, 312, 999-1003. <https://doi.org/10.1136/bmj.312.7037.999>
- Kawachi, I., Kennedy, B.P., Lochner, K., & Prothrow-Stith, D. (1997a). Social capital, income inequality, and mortality. *American Journal of Public Health*, 87, 1491-1499. <https://doi.org/10.2105/ajph.87.9.1491>
- Kawachi, I., Kennedy, B.P., & Lochner, K. (1997b). Long live community: Social capital as public health. *The American Prospect*, 35, 56-59.
- Kim, H. H.-s., & Kim, H.-j. K. (2021). Income inequality, emotional anxiety, and self-rated health in times of the coronavirus pandemic: Evidence from a cross-national survey. *Research in Social Stratification and Mobility*, 75, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2021.100640>
- Kotschy, R. (2022). Health improvements impact income inequality. *The Journal of the Economics of Ageing*, 22, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jeoa.2022.100385>
- Li, L. (2024). Gender differences in the relationship between income inequality and health in China: Evidence from the China Health and Nutrition Survey data. *SSM-Population Health*, 25, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2024.101601>
- Liao, L., & Li, Y. (2025). Pollution control and welfare growth: How environmental governance reshapes income inequality through population health improvement. *Journal of Cleaner Production*, 506, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145532>
- Liu, F., Zheng, M., & Wang, M. (2020). Does air pollution aggravate income inequality in China? An empirical analysis based on the view of health. *Journal of Cleaner Production*, 271, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122469>
- Lynch, J.W., & Kaplan, G.A. (1997). Understanding how inequality in the distribution of income affects health. *Journal of Health Psychology*, 2, 297-314. <https://doi.org/10.1177/135910539700200303>
- Lynch, J. W., Kaplan, G. A., Pamuk, E. R., Cohen, R. D., Heck, K. E., Balfour, J. L., & Yen, I. H. (1998). Income inequality and mortality in metropolitan areas of the United States. *British Medical Journal*, 317(7), 1074-1080. <https://doi.org/10.2105/ajph.88.7.1074>
- Lynch, J., Smith, G.D., Harper, S., Hillemeier, M., Ross, N., Kaplan, G.A., & Wolfson, M., (2004). Is income inequality a determinant of population health? Part 1. A systematic review. *Millbank Quarterly*, 82(1), 5-99. <https://doi.org/10.1111/j.0887-378X.2004.00302.x>
- Mellor, J.M., & Milyo, J.D. (2001). Income inequality and health. *Journal of Policy Analysis and Management*, 20(1), 151-155. [https://doi.org/10.1002/1520-6688\(200124\)20:1<151::AID-PAM2008>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1520-6688(200124)20:1<151::AID-PAM2008>3.0.CO;2-H)
- Miething, A., Dunlavy, A., & Juárez, S.P. (2025). Income inequalities and mortality by generation among individuals with a foreign background in Sweden: A population-based study. *The Lancet Regional Health – Europe*, 55, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2025.101344>
- Okuzono, S.S., Burrows, K., Shiba, K., Yazawa, A., Hikichi, H., Aida, J., Kondo, K., & Kawachi, I. (2024). Pre-disaster income inequality and post-disaster mental health: A natural experiment from the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. *Health and Place*, 90, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2024.103363>
- Pickett, K.E., & Wilkinson, R.G. (2015). Income inequality and health: A causal review. *Social Science & Medicine*, 128, 316-326. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.12.031>
- Ramos, S.D., Kannout, L., Khan, H., Klasko-Foster, L., Chronister, B.N.C., & Bois, S.D. (2023). A Neighborhood-level analysis of mental health distress and income inequality as quasi-longitudinal risk of reported COVID-19 infection and mortality outcomes in Chicago. *Dialogues in Health*, 2, 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dialog.2022.100091>
- Rodgers, G.B. (1979). Income and inequality as determinants of mortality: an international cross-section analysis. *Population Studies*, 33(2), 343-351. <https://doi.org/10.2307/2173539>
- Svalestuen, S. (2022). Is the mediating effect of psychosocial stress on the income–health relationship moderated by income inequality? *SSM-Population Health*, 20, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2022.101302>



- Torchyan, A.A., Houkes, I., & Bosma, H. (2024). Country-level income inequality and risky health behaviors of “golden youth” in the post-Communist countries of Europe: A cluster analysis. *Preventive Medicine Reports*, 46, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2024.102880>
- Wang, J., & Xu, Y. (2023). Digitalization, income inequality, and public health: Evidence from developing countries. *Technology in Society*, 73, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102210>
- Wilkinson, R.G. (1992a). Income distribution and life expectancy. *British Medical Journal*, 304, 165-168. <https://doi.org/10.1136/bmj.304.6820.165>
- Wilkinson, R.G. (1992b). National mortality rates: The impact of inequality? *American Journal of Public Health*, 82, 1082-1084. <https://doi.org/10.2105/ajph.82.8.1082>
- Wilkinson, R. G. (1996). *Unhealthy societies: The afflictions of inequality*. London: Routledge.
- Wilkinson, R.G., & Pickett, K.E. (2006). Income inequality and population health: A review and explanation of the evidence. *Social Science & Medicine*, 62(7), 1768-1784. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2005.08.036>
- Zhao, J., Yang, W., & Zhao, K. (2024). The impact of income inequality on health levels: Empirical evidence from China: 2002-2016. *Social Work in Public Health*, 39(4), 335-351. <https://doi.org/10.1080/19371918.2024.2325560>
- Zheng, H., Choi, Y., Dirlam, J., & George, L. (2022). Rising childhood income inequality and declining Americans' health. *Social Science & Medicine*, 303, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2022.115016>

SAĞLIĞIN SOSYAL BİR BELİRLEYİCİSİ OLARAK GELİR HİPOTEZLERİ³**Yüksek Lisans Öğrencisi Fatmanur GÜLER**

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Yönetimi AD, 43100

Merkez, Kütahya

ORCID: 0009-0001-3615-8737**Doç. Dr. Güller ŞAHİN**

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gediz SHMYO, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, 43600

Gediz, Kütahya

ORCID: 0000-0003-2500-7834**ÖZET**

Bu araştırmada, sağlığın sosyal bir belirleyicisi olarak gelir ve sağlık arasındaki bağlantılara ilişkin teorik çerçeveye odaklanılmaktadır. Gelirin sağlık üzerindeki güçlü etkilerine ilişkin mevcut sonuçlara göre mutlak gelir hipotezi, nispi gelir hipotezi, nispi durum hipotezi, yoksunluk hipotezi ve Wilkinson hipotezi olmak üzere genellikle beş hipotezin geliştirildiği görülmektedir. Buna bağlı olarak mutlak gelir hipotezi, mutlak gelirin sağlığı belirleyen temel unsur olduğunu, ortalama gelir ve gelir dağılımıyla ilişkili olduğunu savunmaktadır. Nispi gelir hipotezi, sağlığın temelde görece gelirden etkilendiğini ve daha yüksek gelir eşitsizliğinin daha fazla düşük gelirli insana yol açtığını ve genel sağlık koşullarını kötüleştirdiğini belirtmektedir. Nispi durum hipotezi, mutlak gelirin veya nispi gelirin bireylerin sağlık durumunu etkileyen tek faktör olmadığını, bireylerin sosyal gelir dağılımı ve ekonomideki görece statülerinin sağlık durumu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmektedir. Yoksunluk hipotezi, bireysel sağlık için önemli olanın mutlak gelir değil gelir farkıyla ölçülen yoksunluk derecesi olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Gelir eşitsizliği hipotezi olarak tanımlanan Wilkinson hipotezi ise daha eşit toplumlarda daha iyi sağlığı, artan güven, daha yüksek sosyal sermaye ve daha az statü kaygısı yoluyla açıklamaktadır. Yoksunluk derecesini ölçen gelir farkı endeksi, toplum sağlığında belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda farklı gelir gruplarına göre Wilkinson hipotezi, zayıf hipotez ve güçlü hipotez olarak ikiye ayrılabilir. Zayıf hipotez, gelir eşitsizliğinin sağlık üzerindeki etkisinin düşük gelir gruplarında yüksek gelir gruplarına göre daha fazla olduğunu öne sürmektedir. Buna karşılık güçlü hipotez ise gelir eşitsizliğinin düşük ve yüksek gelir gruplarının sağlığını ayırma gözetmeksizin etkilediğini savunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mutlak Gelir Hipotezi, Nispi Gelir Hipotezi, Nispi Durum Hipotezi, Yoksunluk Hipotezi, Wilkinson Hipotezi

³ Bu bildiri, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Sağlık Yönetimi AD tezli yüksek lisans öğrencisi Fatmanur GÜLER tarafından Doç. Dr. Güller ŞAHİN danışmanlığında hazırlanmakta olan “CIVETS Ülkelerinde Sağlık Çıktılarının Gelir Eşitsizliği Üzerindeki Etkilerinin Ampirik Analizi” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

INCOME HYPOTHESES AS A SOCIAL DETERMINANT OF HEALTH

ABSTRACT

This research focuses on the theoretical framework regarding the links between income and health as a social determinant of health. Based on existing findings regarding the strong effects of income on health, five hypotheses have generally been developed: the absolute income hypothesis, the relative income hypothesis, the relative position hypothesis, the deprivation hypothesis, and the Wilkinson hypothesis. Accordingly, the absolute income hypothesis argues that absolute income is the primary determinant of health and is related to average income and income distribution. The relative income hypothesis posits that health is fundamentally affected by relative income, with higher income inequality leading to more low-income individuals and worsening overall health. The relative position hypothesis posits that absolute income, or relative income, is not the only factor affecting individuals' health status. Individuals' social income distribution and relative status in the economy have a significant impact on health status. The deprivation hypothesis interprets it as the degree of deprivation measured by the income gap, not absolute income, that matters for individual health. The Wilkinson hypothesis, defined as the income inequality hypothesis, explains better health in more equal societies through increased trust, greater social capital, and less status anxiety. The income gap index, which measures the degree of deprivation, plays a decisive role in public health. In this context, the Wilkinson hypothesis can be divided into two categories, the weak hypothesis and the strong hypothesis, based on different income groups. The weak hypothesis posits that the impact of income inequality on health is greater in low-income groups than in high-income groups. In contrast, the strong hypothesis argues that income inequality affects the health of low- and high-income groups indiscriminately.

Keywords: Absolute Income Hypothesis, Relative Income Hypothesis, Relative Position Hypothesis, Deprivation Hypothesis, Wilkinson Hypothesis

1. GİRİŞ

Grossman (1972), 'on the concept of health capital and the demand for health' başlıklı makalesinde sağlığı bir sermaye biçimi olarak kavramsallaştırarak üretim fonksiyonuna benzer şekilde sağlık gereksinimlerine ilişkin teorik bir model geliştirmiştir. Sağlık sermayesinin belirleyicileri için formüle ettiği denklemde, sağlığın bireysel faydayı etkileyen bir tüketim malı olduğunu, bireylerin ise diğer mallardan fayda sağladığını ve bu malların bileşik mal özelliğini ifade etmiştir. Dolayısıyla bireysel faydanın, sağlık ve bileşik mal tüketiminin bir fonksiyonu olduğunu savunmuştur.

Sağlık kavramı, dışsal ve içsel özellikler göstermektedir. Sağlık, bazı bireylerin doğuştan zayıf ve sağlıklı, bazılarının ise aynı koşullar altında daha dayanıklı olması nedeniyle dışsaldır. Aynı zamanda bireyler, sağlık durumlarını değiştirebilseler de bu durum boş zaman, gelir, servet ve finansal zenginlik gibi diğer kaynakları tüketebileceği için içseldir. Sağlığın içsel olma özelliği, çeşitli unsurların bireylerin boş zaman ve zenginlikle ilgili kararlarını şekillendirerek gelir ve gelir eşitsizliğini etkilemesine neden olmaktadır (Liao ve Li, 2025).

Bireysel sağlık; klinik bakım, fiziksel çevre, ruh sağlığı, sağlık davranışları, kişisel özellikler ve sosyoekonomik koşullar gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Bununla birlikte sosyoekonomik koşullardan özellikle gelir, sağlık hizmetlerini, yaşam standartlarını ve tasarrufları etkileyerek sağlık üzerinde kilit bir etki yaratmaktadır. Buna bağlı olarak bu araştırmada, sağlığın sosyal bir belirleyicisi olarak gelir ve sağlık arasındaki bağlantılara ilişkin teorik çerçeve hakkında bilgi verilmektedir.

2. TEORİK ÇERÇEVE

Gelir ve gelir eşitsizliğinin sağlık üzerindeki olası olumsuz etkilerini inceleyen geniş ve giderek büyüyen bir literatür bulunmaktadır. 1970’li yıllardan itibaren araştırmacılar, yaşam beklentisi ve bebek ölüm oranı gibi sağlık ölçütleri ile Gini katsayısı gibi endekslerle ölçülen gelir eşitsizliği arasında nüfus düzeyinde ilişkiler olduğunu bildirmişlerdir. Parametreler arasındaki bağlantının bireysel düzeyde sağlık ve gelir arasında doğrusal olmayan bir ilişkiyi yansıtabileceğini, artan gelirin insanların sağlığa faydalı daha kaliteli mal ve hizmet satın almalarına olanak sağladığını, ancak gelir düzeyi arttıkça bu olanakların azaldığını vurgulamışlardır (Wagstaff ve van Doorslaer, 2000).

Gelirin sağlık üzerindeki güçlü etkilerine ilişkin mevcut sonuçlara göre mutlak gelir hipotezi, nispi gelir hipotezi, nispi durum hipotezi, yoksunluk hipotezi ve Wilkinson hipotezi olmak üzere genellikle beş hipotezin geliştirildiği raporlanmaktadır. Bu bağlamda araştırmanın teorik çerçeve alt başlığı, belirtilen hipotezler temelinde yapılandırılmıştır.

2.1. Mutlak Gelir Hipotezi

Gelir, gelir eşitsizliği ve sağlık arasındaki ilişkiler, araştırmacıların uzun zamandır ilgi odağı olmuştur. Literatür; gelir, gelir eşitsizliği ve sağlık bağlantılarına dair çeşitli teorik katkılar sunmaktadır. İlişkili literatürün başlangıç noktasının ‘mutlak gelir hipotezi’ olduğu görülmektedir. Hipotez, sağlığın belirli bir noktaya kadar daha yüksek kişisel gelirle iyileştiğini, ancak belirli bir eşik noktaya ulaşıldığında gelirdeki artışlarla birlikte sağlıktaki iyileşmelerde azalan getirilerin olduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle alan yazındaki erken çalışmalar, mutlak kişisel gelirin sağlık üzerinde güçlü bir olumlu etkiye sahip olduğuna odaklanmıştır

(Bakkeli, 2016). Bu alana temel bir katkı, gelirin yeniden dağıtımının, zenginlerin sağlık durumuna zarar vermekten çok yoksulların sağlık durumunu artıracaklarını ve buna bağlı olarak nüfusun ortalama sağlık durumunun iyileşeceğini söyleyen Preston tarafından yapılmıştır. Preston (1975) ‘the changing relation between mortality and level of economic development’ isimli çalışmasında: ‘Gelir dağılımı, ulusal yaşam beklentisi ile ortalama ulusal gelir arasındaki temel ilişkide açıkça olası bir sapma kaynağıdır’ şeklinde ifade etmiştir.

Mutlak gelir hipotezi, mutlak gelirin sağlığı belirleyen temel unsur olduğunu, ortalama gelir ve gelir dağılımıyla ilişkili olduğunu savunmaktadır. Genel sağlık durumunun, gelir eşitsizliğinin azaltılarak iyileştirilebileceğini varsaymaktadır (Zhao vd., 2024). Bireysel sağlık düzeyinde gelire göre azalan sağlık getirisinin, ortalama nüfus sağlığı ile toplam gelir dağılımı arasındaki negatif ilişkiyi açıkladığını ileri sürmektedir.

Geniş kapsamlı araştırmalar, mutlak gelir düzeylerinin çeşitli sağlık ve refah ölçütleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, sadece yüksek gelirin sağlıklı yaşam tarzlarını mümkün kılmasıyla değil aynı zamanda iyi finansal koşulların getirdiği psikolojik güvenle de açıklanmaktadır. Ayrıca daha yüksek gelire sahip bireylerin, önleyici sağlık hizmetlerinden yararlanma olasılıkları da daha yüksektir (Kåks vd., 2025).

2.2. Nispi Gelir Hipotezi

Nispi gelir hipotezi, sağlığın temelde görece gelirden etkilendiğini ve daha yüksek gelir eşitsizliğinin daha fazla düşük gelirli insana yol açtığını ve genel sağlık koşullarını kötüleştirdiğini belirtmektedir (Wagstaff ve van Doorslaer, 2000; Zhao vd., 2024). Bireysel düzeyde sağlığın, bireyin gelirinin nüfusun ortalama gelirinden sapmasına bağlı olduğunu açıklamaktadır (Wagstaff ve van Doorslaer, 2000). Hipotezin desteklenmesi, büyük ölçüde toplumların operasyonel olarak ülkeler şeklinde tanımlandığı küresel gelir eşitsizliği ve ölüm oranları çalışmalarından elde edilen ampirik desteklere dayanmaktadır (Jen, 2006).

Wilkinson (1998) ise ‘ABD’deki yoksul insanların ölüm oranları, genellikle Bangladeş’teki insanlarla karşılaştırılabilir. Yüksek ölüm oranları, mutlak yaşam standartlarının bir ürünü olmaktan ziyade düşük görece gelirlerini ve sosyal statülerini yansıtmaktadır. Ölüm oranı, nispi gelirle ilişkilidir. ABD’nin ortalama gelirinin yarısına eşit, mutlak gelire sahip bir bireyin ABD’de yoksul olmaksızın Yunanistan veya İspanya’da orta derecede iyi durumda olması daha iyi olabilir’ şeklinde ifade etmektedir.

2.3. Nispi Durum Hipotezi

Gelir, bir bireyin eğitim düzeyi, serveti ve mesleği gibi göstergelerini yansıtan sosyoekonomik durumuna ait bir alandır. Bu göstergeler, bireyin ırkı, etnik kökeni, göçmen statüsü ve yerleşim

yeri gibi faktörlerle oldukça ilişkilidir ve bunları birbirinden ayırmak zordur. Bununla birlikte gelir, insanların nerede yaşayabileceklerini, sağlıklı bir yaşam tarzını sürdürmek için hangi kaynakları satın alabileceklerini, kendilerini ve ailelerini maddi olarak destekleme yeteneklerini veya toplumdaki göreceli sosyal statüleri konusunda ne kadar stres yaşadıklarını belirleyerek sağlık durumunu belirgin bir şekilde etkileyebilmektedir (Finkelstein vd., 2022). Bu çerçevede nispi durum hipotezi, mutlak gelirin veya nispi gelirin bireylerin sağlık durumunu etkileyen tek faktör olmadığını, bireylerin sosyal gelir dağılımı ve ekonomideki göreceli statülerinin de sağlık durumu üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu öne sürmektedir (Zhao vd., 2024).

Wilkinson (2002), nispi durum hipotezine dayanarak artan gelir eşitsizliğinin azalan halk sağlığı performansı ile ilişkili olduğunu belirtmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde söz konusu olgu üzerine yapılan çalışmaların incelemesi, çalışmaların çoğunun gelir eşitsizliği ile halk sağlığı arasında negatif bir korelasyon olduğunu göstermiştir (Hao vd., 2021).

2.4. Yoksunluk Hipotezi

Yoksunluk, çoğunlukla bir bireyin gelirinin veya yaşam standartlarının, genellikle yoksulluk sınırı olarak adlandırılan kritik seviyenin altına düştüğü durum olarak tanımlanmaktadır. Yoksunluk hipotezi ise bireysel sağlık için önemli olanın mutlak gelir değil gelir farkıyla ölçülen yoksunluk derecesi olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Wagstaff ve van Doorslaer, 2000). Gelir dağılımının olumsuz etkilerinin öncelikle gelir hiyerarşisinin en altında yer alan yoksul kesimleri etkilediğini iddia etmektedir. Alan yazın çalışmaları, göreceli yoksunluğu, algılanan sağlık değerlendirmesi, artan psikiyatrik semptomlar ve bulaşıcı olmayan hastalık risk faktörlerinin daha yüksek yaygınlığı gibi çıktılarla ilişkilendirmiştir. Gelir eşitsizliğinin ve göreceli yoksunluğun sağlık üzerindeki olumsuz etkilere sahip olduğunu açıklayabilecek farklı mekanizmalar bulunmaktadır. Örneğin büyük gelir eşitsizlikleri, kronik stres şeklinde psikososyal bir yüke yol açabilmektedir. Buna bağlı olarak daha düşük sosyal sermaye, azalan sosyal uyum ve adalet normlarının ihlal edildiği duygusuyla bağlantı kurulmaktadır (Kåks vd., 2025).

2.5. Wilkinson Hipotezi

Gelir eşitsizliği, sosyal uyumdaki farklılığın bir unsurudur. Örneğin artan sosyal uyum veya güven seviyelerine sahip ülkelerin gelir, yetişkin okuryazarlığı ve eğitim fırsatları açısından daha eşit olduğu bilinmektedir. Gelir eşitsizliği, toplumsal uyumdaki toplumsal farklılıkları etkileyen yukarı yönlü bir güçtür ve toplumun krizlere etkili bir şekilde yanıt verme yeteneğini zayıflatan faktör olabilmektedir. Gelir eşitsizliği, ruh sağlığı da dahil olmak üzere daha kötü toplum sağlığı çıktılarıyla birlikte ele alınmaktadır. Varsayılan mekanizmalar arasında gelirin

mutlak etkisi, sosyal karşılaştırma yoluyla göreceli yoksunluğun psikolojik olarak zararlı etkileri ve sosyal uyumun azalması yoluyla beşerî sermayeye yatırım yapılmaması yer almaktadır (Okuzono vd., 2024).

Gelir eşitsizliğinin, kişinin gelir dağılımı ölçeğindeki konumundan bağımsız olarak sağlığı doğrudan etkilediği fikri Wilkinson (1992) tarafından ortaya atılmıştır. Wilkinson bu etki için ‘daha eşitlikçi toplumlar, bireyler için daha fazla sosyal bütünleşmeyi, daha düşük stresi ve daha iyi sağlığı teşvik ederken daha eşitsiz toplumlar ise sigara içmek, zararlı yiyecekler yemek ve daha yüksek stres seviyeleri gibi zararlı sağlık davranışlarını teşvik eder’ açıklamasını yapmıştır.

Gelir eşitsizliği hipotezi olarak nitelendirilen Wilkinson hipotezi, gelir eşitsizliğinin bizzat kendisinin toplum sağlığının temel belirleyicisi olduğunu öngörmektedir (Antony ve Klarl, 2020). Bir toplumdaki gelir eşitsizliğinin artmasının daha kötü sağlık performansı ile ilişkili olduğunu öngörmektedir (Bakkeli, 2016). Daha eşit toplumlarda daha iyi sağlığı, artan güven, daha yüksek sosyal sermaye ve daha az statü kaygısı yoluyla açıklamaktadır (Haselbach vd., 2025).

Yoksunluk derecesini ölçen gelir farkı endeksi, toplum sağlığında belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda farklı gelir gruplarına göre Wilkinson hipotezi, zayıf hipotez ve güçlü hipotez olarak ikiye ayrılmaktadır. Zayıf hipotez, gelir eşitsizliğinin sağlık üzerindeki etkisinin düşük gelir gruplarında yüksek gelir gruplarına göre daha fazla olduğunu öne sürmektedir. Buna karşılık güçlü hipotez ise gelir eşitsizliğinin düşük ve yüksek gelir gruplarının sağlığını ayırım gözetmeksizin etkilediğini savunmaktadır (Zhao vd., 2024).

3. SONUÇ

Gelir ve sağlık arasındaki ilişkiler üzerine 1970’li yıllardan başlayan geniş ve kapsamlı bir literatür bulunmaktadır. Gelirin sağlık üzerindeki etkisi hakkındaki tartışmalar, uzun vadeli sosyal konumlanma algıları, gelirden elde edilen maddi avantaj ve insanların maddi kaynaklarıyla neler yapabileceklerini tanımlayan yapısal koşullar gibi psikososyal mekanizmaları belirtmektedir (Svalestuen, 2022).

Halk sağlığı, ekonomik büyümenin ve kalkınmanın kritik bir belirleyicisidir. Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, 2015 yılında Dünyamızı Dönüştürmek: Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Gündemi’ni kabul ederek herkes için sağlıklı bir yaşam ve refahı garanti altına almak ve teşvik etmek amacıyla sürdürülebilir kalkınma hedeflerini ilan etmiştir. Üçüncü sürdürülebilir kalkınma hedefi olan ‘sağlık ve kaliteli yaşam’, en temel ve vazgeçilmez insan haklarından biri olarak kabul edilmektedir. Mevcut literatür kanıtlarına göre halk sağlığını

etkileyen faktörler, temel olarak birey, aile ve toplum olmak üzere üç açıdan incelenmektedir. Bireysel düzey; gelir, servet, eğitim gibi sosyoekonomik durumu, dini inançları ve psikolojik özellikleri içermektedir. Aile düzeyi, hane halkı geliri, ebeveyn sağlık okuryazarlığı ve aile sosyal sermayesi gibi faktörleri kapsamaktadır. Toplumsal düzey ise ticaret açıklığı, çevre kirliliği ve gelir eşitsizliği gibi dış faktörlere atfedilmektedir (Wang ve Xu, 2023).

Mikro temelde bireysel düzeydeki gelirin ve makro temelde ülke düzeyindeki gelir eşitsizliğinin, yukarı yönlü bir sosyal belirleyici olarak bireyin ve toplumun hem sağlığını hem de davranışlarını önemli ölçüde etkilediği yaygın olarak kabul edilmektedir. Araştırmalar, daha yüksek gelir eşitsizliği düzeylerinin, sağlıkta artan eşitsizliklerle ilişkili olduğunu ve daha düşük gelirli geçmişe sahip olan bireylerin sağlık sorunlarının orantısız yükünü taşıdığını göstermiştir. Gelir eşitsizliğinin daha yüksek olduğu ülkelerde genellikle daha büyük sosyoekonomik farklılıklar ve daha kötü sağlık durumları bildirilmektedir (Torchyan vd., 2024).

Bireysel sağlık; klinik bakım, fiziksel çevre, ruh sağlığı, sağlık davranışları, kişisel özellikler ve sosyoekonomik koşullar gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Bununla birlikte sosyoekonomik koşullardan özellikle gelir ve/veya gelir eşitsizliği, sağlık hizmetlerini, yaşam standartlarını ve tasarrufları etkileyerek sağlık üzerinde kritik bir etki yaratmaktadır. Buna bağlı olarak bu araştırmada, sağlığın sosyal bir belirleyicisi olarak gelir ve sağlık arasındaki bağlantılara ilişkin teorik çerçeve değerlendirilmiştir. Gelirin sağlık üzerindeki etkisini ekonomi perspektifinden ele alan araştırmalarda mutlak gelir hipotezi, nispi gelir hipotezi, nispi durum hipotezi, yoksunluk hipotezi ve Wilkinson hipotezi olmak üzere beş teorik hipotezin ortaya atıldığı görülmüştür.

Söz konusu hipotezler üzerine önemli bir çalışma, Wagstaff ve Van Doorslaer (2000) tarafından yapılmıştır. Wagstaff ve Van Doorslaer, çalışmalarında hipotezler için kanıtları incelemişler ve çalışmalardan elde edilen verilerin hipotezler arasında ayırım yapmak için yetersiz olduğunu savunmuşlardır. Belirtilen hipotezlerden sadece mutlak gelir hipotezi için güçlü kanıtlar bulmuşlar, gelir eşitsizliğinin yalnızca yoksullar üzerindeki etkileri nedeniyle toplum sağlığını etkilediği sonucuna varmışlardır. Özellikle nispi gelir hipotezi için herhangi bir ikna edici desteğe ulaşamamışlardır. Bu noktada gelecek araştırmalarda gelir-sağlık bağlamındaki hipotezlerin geçerliliği için daha fazla kanıtı ihtiyaç duyulduğu değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Antony, J., & Klarl, T. (2020). Estimating the income inequality-health relationship for the United States between 1941 and 2015: Will the relevant frequencies please stand up? *The Journal of the Economics of Ageing*, 17, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jeo.2020.100275>

- Bakkeli, N.Z. (2016). Income inequality and health in China: a panel data analysis. *Social Science & Medicine*, 157, 39-47. <http://dx.doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.03.041>
- Finkelstein, D.M., Harding, J.F., Paulsell, D., English, B., Hijjaw, G.R., & Ng'andu, J. (2022). Economic well-being and health: The role of income support programs in promoting health and advancing health equity. *Health Affairs*, 41(12), 1700-1706. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2022.00846>
- Grossman, M. (1972). On the concept of health capital and the demand for. *Journal of Political Economy*, 80(2), 223-255. <https://www.jstor.org/stable/1830580>
- Hao, Y., Liu, J., Lu, Z.-N., Shi, R., & Wu, H. (2021). Impact of income inequality and fiscal decentralization on public health: Evidence from China. *Economic Modelling*, 94, 934-944. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.02.034>
- Haselbach, F., Mehlig, K., Friberg, P., & Chen, Y. (2025). Impact of neighborhood income inequality on adolescents' mental health. Results from the STARS study. *Health and Place*, 91, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2024.103391>
- Jen, M.-H. (2006). *Health outcomes and income inequality: A multilevel analysis of the Wilkinson hypothesis* [Doctoral Thesis]. University of Bristol.
- Kåks, P., Målvist, M., Forsberg, H., & Fjellborg, A.A. (2025). Neighborhood income inequality, maternal relative deprivation and neonatal health in Sweden: A cross-sectional study using individually defined multi-scale contexts. *SSM - Population Health*, 29, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2024.101745>
- Liao, L., & Li, Y. (2025). Pollution control and welfare growth: How environmental governance reshapes income inequality through population health improvement. *Journal of Cleaner Production*, 506, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145532>
- Okuzono, S.S., Burrows, K., Shiba, K., Yazawa, A., Hikichi, H., Aida, J., Kondo, K., & Kawachi, I. (2024). Pre-disaster income inequality and post-disaster mental health: A natural experiment from the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. *Health and Place*, 90, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2024.103363>
- Preston, H.S. (1975). The changing relation between mortality and level of economic development. *Population and Development Review*, 29(2), 231-248. <https://www.jstor.org/stable/2173509>
- Svalestuen, S. (2022). Is the mediating effect of psychosocial stress on the income–health relationship moderated by income inequality? *SSM-Population Health*, 20, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2022.101302>
- Torchyan, A.A., Houkes, I., & Bosma, H. (2024). Country-level income inequality and risky health behaviors of “golden youth” in the post-Communist countries of Europe: A cluster analysis. *Preventive Medicine Reports*, 46, 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2024.102880>
- Wagstaff, A., & van Doorslaer, E. (2000). Income inequality and health: What does the literature tell us? *Annual Review of Public Health*, 21, 543-567. <https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.21.1.543>
- Wang, J., & Xu, Y. (2023). Digitalization, income inequality, and public health: Evidence from developing countries. *Technology in Society*, 73, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102210>
- Wilkinson, R.G. (1992). Income distribution and life expectancy. *British Medical Journal*, 304, 165-168. <https://doi.org/10.1136/bmj.304.6820.165>
- Wilkinson, R.G. (1998). Mortality and distribution of income. Low relative income affects mortality. *BMJ*, 316, 1611-1612. <https://doi.org/10.1136/bmj.316.7128.382>
- Wilkinson, R.G. (2002). *Unhealthy societies: The afflictions of inequality*. London: Routledge.
- Zhao, J., Yang, W., & Zhao, K. (2024). The impact of income inequality on health levels: Empirical evidence from China: 2002-2016. *Social Work in Public Health*, 39(4), 335-351. <https://doi.org/10.1080/19371918.2024.2325560>

İKLİM KANUNU ORMANCILIK SEKTÖRÜ İÇİN NELER GETİRİYOR?**Ufuk DEMİRCİ**Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 08100 Seyitler Yerleşkesi,
Artvin**ORCID:** 0000-0001-9230-3778**ÖZET**

Bu çalışmada Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele sürecinde şu ana kadar yapmış olduğu çalışmalar ele alınarak, bu kapsamda en son olarak çıkarılan İklim Kanunu'nun ülkemizde iklim değişikliği ile mücadelede neleri değiştireceği ve özelde ormancılık sektörüne neler getireceği irdelenmektedir. Türkiye'de ilgili kamu kurumları, iklim değişikliğinin neden olduğu/olacağı çok ciddi çevresel ve sosyo-ekonomik sorunların farkında olarak ilk günden itibaren iklim değişikliği ile mücadelede uluslararası süreçlere dahil olmakta ve iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında uluslararası iş birliğinin gerekli olduğu bilinciyle hareket etmektedir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması'na taraf olan Türkiye, 2053 net sıfır emisyon ve yeşil kalkınma hedefleri doğrultusunda çalışmalarına devam etmektedir. Bu hedefler doğrultusunda hem iklim değişikliğine uyum faaliyetleri ile ilgili planlama ve uygulama süreçlerini belirlemek hem de sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik usul ve esasları ortaya koymak amacıyla yasal çerçevenin oluşturulmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiş ve nihayetinde İklim Kanunu 9 Temmuz 2025 tarihinde yürürlüğe konmuştur. Bu kanun ülkemizde iklim değişikliği ile mücadelede yeni bir dönemin kapısını aralamakta ve emisyon ticaret sisteminin kurulması ile artık karbon piyasalarından birçok sektör yararlanabilecektir. Bu sektörlerden biri de ormancılık sektörüdür. İklim Kanunu, ormansızlaşma ve orman alanlarının bozulmasından kaynaklanan emisyonların azaltılması, ağaçlandırma/yeniden ormanlaştırma, güçlendirilmiş orman yönetimi, tarımsal ormancılık ve mavi karbon projeleri gibi proje çeşitleri ile sera gazı emisyon azaltım faaliyetleri kapsamında ormancılık ile ilgili projelerin ülkemizde gerçekleştirilebilmesinin önünü açmıştır. Ormancılık sektörü açısından bu geçiş döneminde pilot çalışmalar yapılmalı ve bu projelerden elde edilen krediler, ilgili kuruluşlar tarafından sertifikalandırılarak karbon piyasalarında işlem görmeye başlamalıdır. Ormancılık sektöründe gerçekleştirilecek projelerin emisyon ticaret sistemi gibi alternatif kaynaklarla finanse edilmesi, sürdürülebilir orman yönetiminin sağlanması ve orman kaynaklarının korunmasına yönelik sektörün öz gelir kaynakları üzerindeki baskıyı azaltacaktır.

Anahtar Kelimeler: Emisyon ticaret sistemi, gönüllü karbon piyasası, orman karbon projeleri, karbon ticareti, İklim Kanunu

WHAT DOES THE CLIMATE LAW OFFER FOR THE FORESTRY SECTOR?

ABSTRACT

This study examines Türkiye's efforts to combat climate change to date and, in this context, explores how the recently enacted Climate Law will change the way climate change is addressed in our country and, specifically, what it will offer for the forestry sector. Aware of the serious environmental and socio-economic problems caused by climate change, relevant public institutions in Türkiye have been involved in international processes to combat climate change from the outset, acting with the understanding that international cooperation is necessary to reduce greenhouse gas emissions that cause climate change and to combat climate change. Türkiye, which is a party to the United Nations Framework Convention on Climate Change, the Kyoto Protocol, and the Paris Agreement, continues its efforts in line with its 2053 net zero emissions and green development targets. In line with these objectives, efforts were made to establish a legal framework to determine the planning and implementation processes related to climate change adaptation activities and to set out the procedures and principles for reducing greenhouse gas emissions. Finally, the Climate Law was entered into force on July 9, 2025, and. This law opens the door to a new era in the combat against climate change in our country, and with the establishment of an emissions trading system, many sectors will now be able to benefit from carbon markets. One of these sectors is forestry. The Climate Law has paved the way for the implementation of forestry-related projects within the scope of greenhouse gas emission reduction activities, including project types such as reducing emissions from deforestation and forest degradation, afforestation/reforestation, improved forest management, agroforestry, and blue carbon projects. During this transition period, pilot studies should be conducted in the forestry sector, and credits obtained from these projects should be certified by relevant organizations and begin to be traded on carbon markets. Financing projects in the forestry sector through alternative sources such as the emissions trading system will reduce the pressure on the sector's own revenue sources for ensuring sustainable forest management and protecting forest resources.

Keywords: Emissions trading system, voluntary carbon market, forest carbon projects, carbon trading, Climate Law

1. GİRİŞ

Günümüzde küresel bir felaket olarak değerlendirilen iklim değişikliği, çevresel sorunların yanı sıra tarım, sağlık, gıda, ekonomi ve kent yaşamı gibi birçok alanda sorunlara neden olmaktadır. Sebep olduğu ekolojik, ekonomik ve toplumsal sorunlar nedeniyle iklim değişikliği, neredeyse

tüm ülkeler tarafından temel amaç olarak kabul edilmekte olan sürdürülebilir kalkınmanın önünde de en temel engel olarak durmaktadır. İklim değişikliği geçmiş dönemlerde güneş enerjisindeki değişimler, volkanik faaliyetler, dünya ekseninin eğiminde ve yörüngesinde meydana gelen değişimler gibi doğal nedenlere bağlı olarak meydana gelmiştir (Yamanoğlu, 2006). Fakat özellikle sanayi devriminden sonra insanlar tarafından gerçekleştirilen fosil yakıtların kullanılması, yanlış arazi kullanımı, ormanların tahribi ve çarpık sanayileşme gibi faaliyetler hem küresel ısınmanın hem de iklim değişikliğinin en önemli etkenleri olarak öne çıkmaktadır. Bu faaliyetler neticesinde sera gazı salınımı olmakta ve atmosferde biriken sera gazları ise atmosferin kimyasal özelliklerini etkileyerek uzun vadede küresel ölçekte iklim değişikliğine sebep olmaktadır (ÇOB, 2008).

Hükümetler Arası İklim Değişikliği Panelinin (IPCC) 2023 yılında yayımladığı raporda belirtildiği üzere, kıta, bölge ve okyanus havzaları ölçeğinde; ortalama yüzey sıcaklıkları, buz ve kar örtüsü, yağış miktarları, okyanus tuzluluğu, rüzgâr tipleri ile kuraklık, şiddetli yağış ve sıcak dalgaları ve bunlara bağlı olarak iklimde pek çok uzun süreli değişiklik gözlenmiştir. Bu değişikliklerden bazılarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür (IPCC, 2023):

- Küresel yüzey sıcaklığı 2011-2020 döneminde 1850-1900 döneminin 1,1°C üzerine çıkmıştır. Küresel yüzey sıcaklığı 2001-2020 döneminde 1850-1900 dönemine kıyasla 0,99°C daha yüksek olmuştur.
- Yaklaşık 1750 yılından bu yana sera gazında gözlemlenen artışlar, çoğunlukla bu dönemdeki insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. 1850'den 2019'a kadar tarihsel kümülatif net CO₂ emisyonları 2400 ± 240 GtCO₂ olup, bunun yarısından fazlası (%58) 1850 ile 1989 yılları arasında, yaklaşık %42'si ise 1990 ile 2019 yılları arasında gerçekleşmiştir.
- 2019 yılında küresel sera gazı emisyonlarının yaklaşık %79'u enerji, sanayi, ulaştırma ve inşaat sektörlerinden, %22'si ise tarım, ormancılık ve diğer arazi kullanımı sektörlerinden kaynaklanmıştır.
- Küresel sera gazı emisyonları, sürdürülebilir olmayan enerji kullanımı, arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliği, yaşam tarzları ve bölgeler arasında, ülkeler arasında ve içinde ve bireyler arasında tüketim ve üretim kalıplarından kaynaklanan eşit olmayan tarihsel ve süregelen katkılarla artmaya devam etmiştir.
- Dünya genelinde 3 milyar civarında insan iklim değişikliğine karşı oldukça hassas şartlarda hayatlarını idame ettirmeye çalışmaktadır. Özellikle Afrika, Asya, Orta ve Güney Amerika'da milyonlarca insan gıda ve su temininde sorun yaşamaktadır.

- İklim değişikliği gıda güvenliğini azaltmış ve su güvenliğini etkileyerek Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ulaşma çabalarını engellemiştir.
- Tarım, ormancılık, balıkçılık, enerji ve turizm gibi iklim değişikliğinden etkilenen sektörlerde ekonomik zararlar ortaya çıkmıştır. Bireysel geçim kaynakları, örneğin evlerin ve altyapının tahrip olması, mülk ve gelir kaybı, insan sağlığı ve gıda güvenliği ile sosyal eşitlik üzerinde iklim değişikliğinin olumsuz etkileri hissedilmektedir.
- İklim değişikliği kentsel alanlarda insanların sağlığını, temel geçim kaynaklarını ve altyapı tesislerini negatif olarak etkilemektedir. Ulaşım, su ve enerji sistemleri dahil olmak üzere kentsel altyapı, tehlikeye girmiş, bunun sonucunda ekonomik kayıplar, hizmetlerde aksamalar ve insanların yaşam şartları üzerinde olumsuz sonuçlar meydana gelmiştir.

Tüm bu yaşanan ve yaşanması kuvvetle muhtemel olan sorunlar gösteriyor ki, iklim değişikliği nedeniyle sadece insanoğlu değil, bitkiler, hayvanlar ve tüm ekosistemler de ciddi risk altındadırlar. Bu nedenle iklim değişikliği sorunu, kişilerin ya da ülkelerin bireysel olarak mücadele edip başarı sağlayabilecekleri bir sorundan ziyade, ancak dünya genelinde ülkelerin, sivil toplum kuruluşlarının ve ilgili diğer kurumların gerçekleştirileceği ortak çalışmalar ve iş birliği ile etkileri azaltılabilecek ya da önlenebilecek bir sorundur. Özellikle 1990'lı yıllardan itibaren iklim değişikliğinin önlenmesi amacıyla uluslararası ölçekte çalışmalar ve iş birlikleri gerçekleştirilmekte ve bunların neticesinde uluslararası sözleşmeler ile ülkelere, firmalara ve bireylere çeşitli yükümlülükler getirilmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele sürecinde şu ana kadar yapmış olduğu çalışmalar ele alınarak, bu kapsamda en son olarak çıkarılan İklim Kanunu'nun ülkemizde iklim değişikliği ile mücadelede neleri değiştireceği ve özelde ormancılık sektörüne neler getireceği irdelenmektedir.

2. TÜRKİYE'DE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE SÜRECİ

Türkiye sahip olduğu coğrafi konum ve özellikleri nedeniyle iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine maruz kalmakta ve bu nedenle yüksek risk grubu ülkeler arasında kabul edilmektedir. Türkiye'de son dönemlerde ortalama hava sıcaklıklarında genel bir artış eğiliminin olması, yıllık minimum sıcaklıklarda anlamlı artış yaşanması, özellikle kış mevsimlerinde yağışlarda belirgin azalmanın olması, orman yangınlarında artış yaşanması ve yağış azlığı nedeniyle kuraklık riski ile karşı karşıya olması, ülkemizin iklim değişikliğinden olumsuz bir şekilde etkilendiğinin kanıtı olabilir. Yakın gelecekte de tarımsal üretimin azalması, orman yangınlarının sıklığının ve etki alanının artması, flora ve fauna türlerinde azalma, çölleşme,

sürdürülebilir su temini gibi birçok çevresel ve sosyo-ekonomik etkilerin yaşanması öngörülmektedir (Anonim, 2009; ÇOB, 2008).

Türkiye’de ilgili kamu kurumları, iklim değişikliğinin neden olduğu/olacağı çok ciddi çevresel ve sosyo-ekonomik sorunların farkında olarak ilk günden itibaren iklim değişikliği ile mücadelede uluslararası süreçlere dahil olmakta ve iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında uluslararası iş birliğinin gerekli olduğu bilinciyle hareket etmektedir (DPT, 2010). Ülkemiz, 1994 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne (BMİDÇS) 24 Mayıs 2004’te 189. taraf ülke olarak katılmıştır. Her ne kadar Türkiye, BMİDÇS’nin amaç ve ilkelerini benimsemiş olsa da sözleşmenin eklerinde gelişmiş ülkeler arasında değerlendirildiği için sera gazı emisyonlarını azaltmada ve gelişme yolundaki ülkelere mali ve teknolojik yardımda bulunma konularındaki yükümlülüklerini yerine getiremeyeceği gereğiyle, sözleşmeyi hemen imzalamamıştır (DPT, 2000).

Sözleşme yürürlüğe girdiği sırada Türkiye, BMİDÇS’nin hem I hem de II sayılı listesinde yer alırken 7. Taraflar Konferansı’nda (Marakeş) yapılan müzakereler neticesinde 26/CP.7 sayılı Kararla BMİDÇS’nin Ek-II listesinden çıkarılarak, özel şartları kabul edilip Ek-I listesinde yer almaya devam etmiştir. Sözleşme hükümleri gereği, Ek-I’de yer alan ülkeler emisyonlarını belirli miktarlarda sınırlamaya ve karbon yutaklarını geliştirmeye yönelik politika ve önlemler hayat geçirmekle yükümlü kılınmışlardır (Ubay ve Bilgici, 2021). Yapılan müzakereler neticesinde Türkiye’nin özel koşulları kabul edilmiş ve Türkiye sözleşmeye 2004 yılında taraf olmuştur.

1997 yılında Kyoto’da yapılan 3. Taraflar Konferansı’nda ise Kyoto Protokolü kabul edilmiş ve Protokol 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Ülkemiz ise Protokol’e 2009 yılında taraf olmuştur. Kyoto Protokolü ile geliştirilen üç mekanizma (Temiz Kalkınma Mekanizması, Ortak Yürütme ve Emisyon Ticareti) ile de ülkelerin sera gazı azaltım yükümlülüklerini yerine getirmede belli ölçüde esneklik sağlanması amaçlanmıştır. Lakin Türkiye benzer durumu Kyoto Protokolü sürecinde de yaşamış ve Kyoto Protokolü imzaya açıldığında ülkemiz, sözleşmeye taraf olmadığı için sayısal bir sera gazı azaltım veya sınırlama yükümlülüğü almamıştır.

Türkiye, Kyoto Protokolü’nün emisyon ticaretine konu esneklik mekanizmalarından yararlanamamakla birlikte gönüllü karbon piyasasında 2005 yılından itibaren çeşitli alanlarda projeler gerçekleştirmektedir. Bahse konu projeler genellikle, bazı kuruluşların çevresel ve sosyal hassasiyetleri neticesinde uygulamaya konulmaktadır. Gönüllü karbon piyasalarını düzenlemek amacıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2010 yılında ‘Sera Gazı

Emisyon Azaltımı Sağlayan Projelere İlişkin Sicil İşlemleri Tebliği” hazırlanmıştır. Daha sonra ise bu tebliğ yürürlükten kaldırılmış, 2013 yılında “Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği” yürürlüğe konmuştur.. Tebliğin amacı; ‘*sera gazı emisyon azaltımı sağlayan ve karbon sertifikası elde etmek amacıyla geliştirilen projelerin kayıt altına alınmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemek olarak*’ ifade edilmiştir (Resmî Gazete, 2013). Tebliğ ile ülkemizde karbon sertifikası elde etmek amacıyla gönüllü karbon piyasaları kapsamında yapılan projelerin kayıt altına alınmasına dair usul ve esaslar belirlemiştir.

Yine iklim değişikliği ile mücadele kapsamında 2010-2020 yılları için hazırlanan “Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi”, 2011-2023 yıllarını kapsayan “İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı” ve “2024-2030 İklim Değişikliği Azaltım ve Uyum Strateji ve Eylem Planları” iklim değişikliğine uyum ve etkilerin azaltılmasına yönelik mevcut durum ve hedeflerin ortaya konulduğu önemli strateji belgeleridir.

Kyoto Protokolü’nün 2020 yılında sona ermesi kararlaştırıldığından, bu süreçten sonrası iklim değişikliği ile uluslararası alanda yapılacak çalışmaları düzenlemeyi amaçlayan Paris Anlaşması’nın 2015 yılında imzalanması ve bir yıl içerisinde de yürürlüğe girmesi, iklim değişikliğiyle uluslararası mücadelede dönüm noktası olma niteliğini taşımaktadır. Tarihte ilk defa, BMİDÇS’nin tüm tarafları, küresel ısınmanın sınırlandırılmasına ilişkin ortak bir hedef belirlemişlerdir (URL, 1). Ülkemiz, Paris Anlaşması’nı, 22 Nisan 2016 tarihinde, 175 ülke temsilcisiyle birlikte imzalayarak anlaşmaya taraf olmayı kabul etmiştir. Nihayetinde Paris Anlaşması 2021 yılında ‘Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun’un kabul edilmesi ile yürürlüğe girmiştir (Resmî Gazete, 2021).

Türkiye’nin düşük karbonlu kalkınma politikaları şekillendirmesine destek vermek amacıyla, Dünya Bankası bünyesindeki Avrupa Birliği ile Karbon Piyasasına Hazırlık Ortaklığı Projesi (Partnership for Market Readiness, PMR), Türkiye’ye hibe vermiştir. PMR, iklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik piyasa temelli politika mekanizmalarının çalışılması ve pilot sistemlerin kurulması için finansman ve teknik destek sağlayan, Dünya Bankası tarafından yönetilen hibe temelli bir fon olup Türkiye’deki PMR Projeleri, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’na (ÇŞİDB) bağlı İklim Değişikliği Dairesi tarafından yürütülmektedir. Türkiye’deki PMR Projesi’nin temel hedeflerinden biri, Türkiye’de iklim değişikliğiyle mücadele etmeye yönelik piyasa temelli politika mekanizmalarına dair karar verme sürecini destekleyici analitik raporların hazırlanmasıdır. Bu kapsamda ÇŞİDB ve PMR ortaklığı ile Türkiye’de emisyon ticaret sisteminin oluşturulması ve hayata geçirilmesine yönelik çeşitli raporlar hazırlanmıştır

(ÇŞİDB, 2022). 2021 yılında ise “2053 Net Sıfır Emisyon ve Yeşil Kalkınma Hedefleri” belirlenmiş ve ilgili Bakanlıkların bu kapsamdaki çalışmalar ise devam etmektedir.

Tüm bu çalışmalar göstermektedir ki, dünya genelindeki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de son yıllarda iklim değişikliği ile mücadelenin öneminin farkına varılmaya başlanmış ve geleceğe yönelik olarak çalışmaların hızlandırması amaç edinilmiştir. Özellikle ‘2053 Net Sıfır Emisyon ve Yeşil Kalkınma Hedefleri’ doğrultusunda sorumluluk hisseden kamu ve özel sektör kuruluşları da tedbirler almakta ve çeşitli çalışmalar yürütmektedirler.

3. İKLİM KANUNU VE EMİSYON TİCARET SİSTEMİ

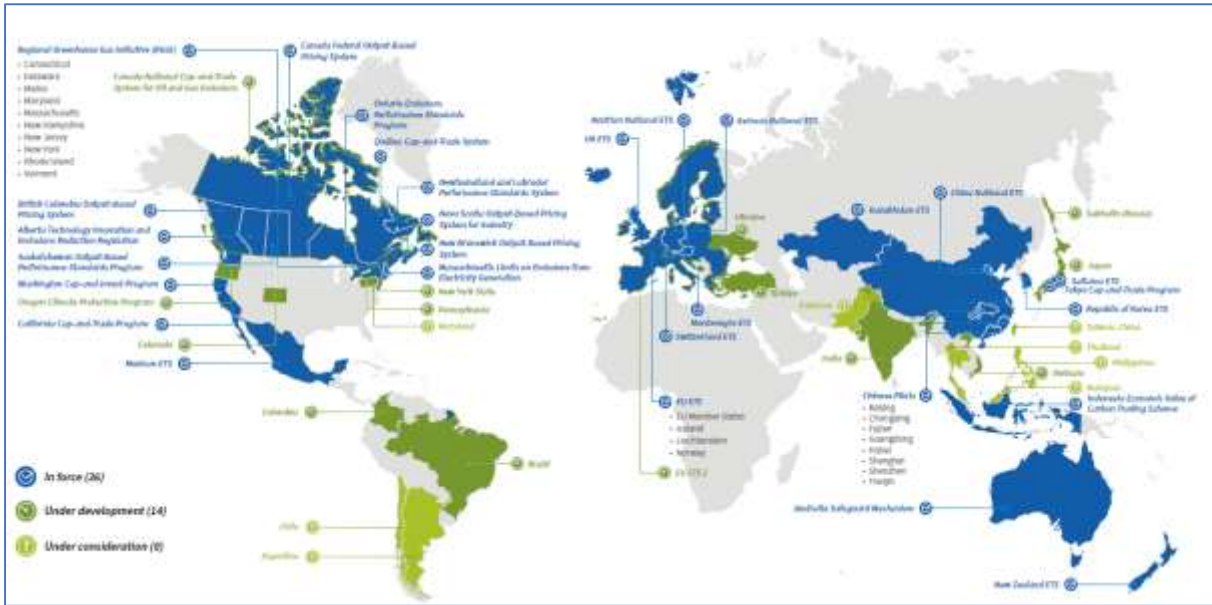
İklim değişikliğini tartışmak amacıyla uluslararası alanda gerçekleştirilen toplantılar neticesinde, iklim değişikliği ile mücadelede amacıyla çeşitli araçlar geliştirilmeye çalışılmıştır. Bir tarafta Kyoto Protokolü’nde belirlenen ve hayata geçirilen esneklik mekanizmaları (Temiz Kalkınma Mekanizması, Ortak Yürütme ve Uluslararası Emisyon Ticareti) diğer tarafta kirletme vergileri, vergi muafiyetleri, teşvikler, sübvansiyonlar, kotalar ve ticari emisyon izinleri gibi teşvik edici ya da caydırıcı araçlarla iklim değişikliği ile ülkelerin kendi koşulları da göz önünde bulundurularak en maliyet etkin yöntemler ile mücadele edilmeye çalışılmaktadır.

Bu yöntemlerden biri olarak geliştirilen karbon piyasaları, karbon kredilerinin alınıp satıldığı ticaret sistemleridir. Şirketler veya bireyler, sera gazı emisyonlarını ortadan kaldıran veya azaltan kuruluşlardan karbon kredisi satın alarak sera gazı emisyonlarını telafi etmek için karbon piyasalarını kullanabilmektedirler. Günümüzde dünya genelinde karbon piyasalarında hem Kyoto Protokolü’ne taraf olan ülkeler, hem de gönüllü olarak bu piyasalarda yer alan ülkeler hem emisyon azaltma hedeflerine ulaşmak hem de aynı zamanda karbon piyasalarından kâr elde edebilmek için piyasada yer almaktadırlar (Demirci, 2011).

Bu kapsamda ortaya konulan ve Kyoto Protokolü ile iklim değişikliğine neden olan insan temelli sera gazı azaltımına yönelik ortaya konulan esneklik mekanizmalarından biri olan Emisyon Ticareti Sistemi (ETS), piyasa temelli bir esneklik mekanizması olması nedeniyle Temiz Kalkınma Mekanizması ve Ortak Yürütme Mekanizması’ndan ayrılmaktadır (Çelik, 2009). Kyoto Protokolü’nün 17. maddesi uyarınca oluşturulan ET sera gazı salınımlarını azaltmada piyasa temelli bir araç olarak kullanılmaktadır. ET’ye göre, sera gazı salınımı azaltımına ilişkin olarak kirlilik yaratan firmaların belirli bir salınım gerçekleştirme hakkı bulunmaktadır. Devlet bu belirlenen salınım hacmine eşit olarak firmalara kirletme permileri dağıtmaktadır. Kirlilik yaratan firma, hakkı olan bu kirletme permileri miktarı altında bir

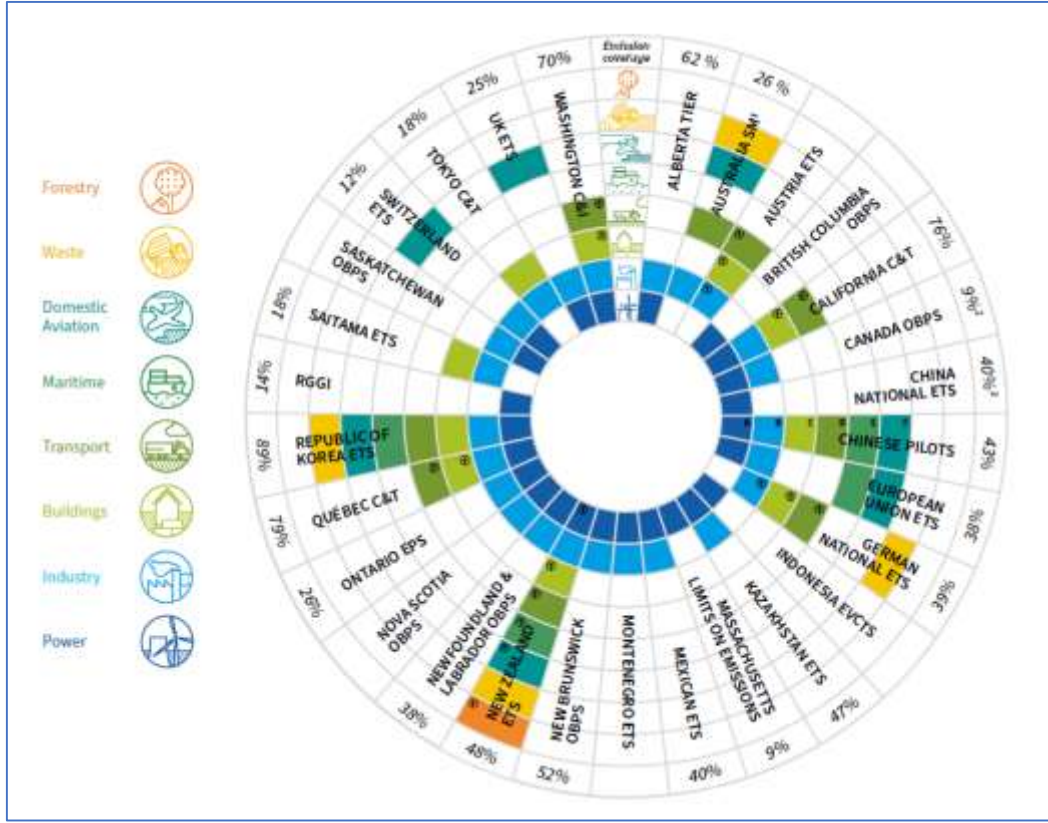
salınım gerçekleştirmesi durumunda elinde bulunan bu kirletme permilerini piyasa koşullarında satabilmektedirler (Gürleyen, 2019).

Dünya genelinde bölgesel ya da ülke düzeyinde birçok emisyon ticaret sistemi mevcuttur ve ülkeler aralarında kabul ettikleri kurallar dahilinde aralarında emisyon sertifikalarını alıp satmaktadırlar. Uluslararası Karbon Eylem Ortaklığı (International Carbon Action Partnership- ICAP) tarafından 2024 yılı için hazırlanan durum raporunda dünya genelindeki emisyon ticaret sistemleri hakkında bilgiler yer almaktadır. Şekil 1’de mevcut durumdaki ETS dünya haritası gösterilmektedir. Haritada şu anda yürürlükte olan, geliştirilmekte olan veya değerlendirilmekte olan emisyon ticaret sistemleri farklı renklerle ifade edilmiştir. Ocak 2024 itibarıyla yürürlükte 36 ETS bulunmaktadır. 14 tanesi de geliştirilme aşamasındadır ve önümüzdeki birkaç yıl içinde faaliyete geçmesi beklenmektedir. Bunlar arasında Türkiye, Kolombiya ve Vietnam’daki ETS’ler bulunmaktadır (ICAP, 2024).



Şekil 1. Dünya genelindeki emisyon ticaret sistemleri haritası

Yine aynı rapora göre farklı emisyon ticaret sistemlerindeki ekonomik faaliyet türlerinin sektörel dağılımı Şekil 2’deki gibidir. En çok enerji, sanayi, inşaat ve ulaşım sektörlerinde elde edilen tahsisatlar emisyon ticaret sisteminde alınıp satılmaktadır. Ayrıca yurtiçi havacılık, atık, ormancılık ve tarım sektörlerindeki bazı yatırımlar emisyon ticaretine konu olmaktadır (ICAP, 2024).



Şekil 2. Farklı emisyon ticaret sistemlerinde sektörlerin dağılımı

2024 yılına ait yukarıdaki raporda da ifade edildiği üzere Türkiye’de emisyon ticaret sistemi geliştirilme aşamasındadır. Şimdiye kadar Türkiye’de sadece gönüllü karbon piyasasında projeler gerçekleştirilmiştir. ETS oluşturma’nın ilk ve öncelikli adımı gerekli yasal ve kurumsal altyapının oluşturulmasıdır. Bu noktada son birkaç yılda çalışmalar yoğunlaştırılmış ve 7552 sayılı İklim Kanunu’nun yürürlüğe girmesi ile birlikte emisyon ticaret sistemi için yasal altyapı büyük ölçüde tamamlanmıştır.

İklim Kanunu’na geçmeden önce ülkemizde iklim değişikliği ile mücadele sürecini doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen mevzuat ve yasal süreçlerin neler olduğunu kısaca belirtmek gerekirse, ülkemizde iklim değişikliği ile mücadele ve emisyon ticaretini doğrudan ilgilendiren uluslararası mevzuatı ve süreçleri şu şekilde ifade etmek mümkündür:

- Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
- Kyoto Protokolü
- Paris İklim Değişikliği Anlaşması
- Ulusal Katkı Niyeti (INDC)
- Avrupa Birliği’ne Giriş Süreci

Ulusal mevzuata bakacak olursak, yasal mevzuatlarla ilgili hiyerarşinin en tepesinde Anayasa vardır. Onun altında yukarıdan aşağıya doğru; kanunlar ve uluslararası anlaşmalar,

yönetmelikler ve tebliğler bulunmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Anayasasının 56. Maddesinde “Sağlık hizmetleri ve çevrenin korunması” başlığı altında ‘Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir.’ şeklinde ifadeye yer verilmiştir. 7552 sayılı İklim Kanunu yürürlüğe girmeden önce iklim değişikliğiyle ilgili ulusal politikaların yer aldığı en temel kanunlar ise; çevre kanunu, yenilenebilir enerji kanunu ve enerji verimliliği kanunudur.

Ayrıca 2024-2026 yılları için hazırlanan ve istikrarlı, sürdürülebilir ve kapsayıcı bir ekonomik büyümeyi tesis edecek sağlıklı bir makroekonomik çerçeveye yapısal sorunların çözümüne yönelik politika önceliklerini ortaya koymayı amaç edinen Orta Vadeli Programda temel amaçlardan biri “*Türkiye’nin beşeri sermayesi başta olmak üzere finansal ve doğal kaynaklarının ekonomik aktivitede etkin ve verimli bir şekilde kullanımıyla potansiyel büyüme oranlarının artırılmasına odaklanılarak yeşil ve dijital dönüşümün getirdiği fırsatlara özel önem verilecektir. Özellikle enerji, sanayi, ulaştırma ve tarım sektörlerinde bütünsel ve çevre dostu politikalar benimsenerek sürdürülebilir, düşük emisyonlu, yüksek teknolojiye dayalı üretim teknikleriyle Türkiye’nin uluslararası rekabetçi konumu güçlendirilecektir*”. şeklinde belirlenmiştir. Yine Programda yeşil dönüşümün önemi vurgulanarak “Yeşil Dönüşüm” başlığı altında amaç, politika ve tedbirler ortaya konulmuştur. Bu politika ve tedbirlerden bazıları şunlardır (SBB, 2023):

- İklim değişikliğiyle ilgili uygulamaların bütüncül bir biçimde ele alındığı temel mevzuat hazırlığı tamamlanacaktır.
- Ulusal Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) hukuki altyapısı tamamlanarak Avrupa Birliği Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizmasına (SKDM) uyumlu bir yapıda geliştirilecek, geçiş dönemi etkin bir şekilde değerlendirilerek mali yükümlülük aşamasına yönelik gerekli hazırlıklar yapılacaktır.
- 2053 net sıfır karbon emisyon hedefi doğrultusunda uzun vadeli düşük emisyonlu kalkınma stratejisi, kalkınma planlarıyla uyumlu olacak şekilde hazırlanmasına yönelik çalışmalar yürütülecektir.
- Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında firmalara yönelik kaynak, süreç ve enerji verimliliği ile dijitalleşme gibi konularda sektörel yol haritaları hazırlanacak, farkındalık artırma çalışmaları yürütülecektir.
- İklim değişikliği ile mücadele hedefleri doğrultusunda, sera gazı emisyonlarının izlenmesi ve fiyatlandırılması için altyapı oluşturulacaktır.

- Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması ve 2053 net sıfır emisyon hedefi kapsamında enerji dönüşümünü destekleyen enerji depolama, hidrojen ve karbon yakalama, kullanma ve depolama gibi teknolojiler ile mikro-şebeke yönetimi ve dijitalizasyonun geliştirilmesine yönelik Ar-Ge ve yenilik faaliyetleri desteklenecektir.

Orta Vadeli Programda hem yeşil dönüşüme önem verilmesi hem de 2053 net sıfır karbon emisyon hedefi doğrultusunda ETS'nin kurulmasına yönelik amaca yer verilmesi, ülkemizde iklim değişikliği ile mücadelede bir dönüm noktasını ortaya koymuş ve bu amaca hizmet edecek şekilde hem iklim değişikliğine uyum faaliyetleri ile ilgili planlama ve uygulama süreçlerini belirlemek hem de sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik usul ve esasları ortaya koymak amacıyla yasal çerçevenin oluşturulmasına yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Nihayetinde 2 Temmuz 2025'te İklim Kanunu kabul edilmiş ve 9 Temmuz 2025 tarihli Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe konmuştur (Resmî Gazete, 2025).

Kanunun 1. Maddesinde kanunun amaç ve kapsamı şu şekilde ifade edilmiştir (Resmî Gazete, 2025):

‘Bu Kanunun amacı; yeşil büyüme vizyonu ve net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda iklim değişikliğiyle mücadele etmektir. Bu Kanun; iklim değişikliği ile mücadelede esas olan sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğine uyum faaliyetleri ile planlama ve uygulama araçlarını, gelirleri, izin ve denetimi ve bunlara ilişkin yasal ve kurumsal çerçevenin usul ve esaslarını kapsar.’

Kanunun Birinci Bölümü'nde iklim değişikliği ile mücadele, iklim değişikliğine uyum faaliyetleri ve emisyon ticaretine ilişkin tanımlara yer verilirken, İkinci Bölümü'nde ise genel ilkeler ve esaslar belirtilmiştir. Müteakip maddelerde iklim değişikliği ile mücadele faaliyetleri kapsamında sera gazı emisyonlarının azaltım faaliyetleri ve iklim değişikliğine uyum faaliyetleri hakkında düzenlemeler yer almaktadır.

İklim Kanunu'nun getirdiği en önemli yeniliklerden biri hiç kuşku yok ki, ülkemizde Emisyon Ticaret Sistemi'nin kurulmasının yasal zeminini oluşturmasıdır. Kanunun “Karbon Fiyatlandırma” başlığı altındaki Üçüncü Bölümü'nde Emisyon Ticaret Sisteminin kurulması ve tahsisatların esaslarından, bununla ilgili görev, yetki ve sorumluluklardan ve gönüllü karbon piyasaları ve denkleştirme hususlarından bahsedilmektedir. Kanunun 9. maddesinde *‘İklim Değişikliği Başkanlığı tarafından ETS'nin kurulacağı, ulusal tahsisat planlamasının hazırlanacağı ve tahsisatların dağıtımının yapılacağı, bu kapsamda esneklik mekanizmaları ile piyasa istikrar mekanizmalarının da geliştirilebileceği’* ifade edilmiştir.

Aynı maddede yer alan ‘ETS kapsamında esasları yönetmelikle belirlenen doğrudan sera gazı emisyonlarına neden olan faaliyetleri yürüten işletmelerin, bu faaliyetleri gerçekleştirebilmesi için Başkanlıktan sera gazı emisyon izni alması zorunludur.’ ve ‘ETS kapsamına dâhil olan işletmeler tarafından doğrulanmış yıllık sera gazı emisyon değerine karşılık gelecek şekilde yıllık tahsisat tesliminde bulunulması zorunludur. Tahsisat teslim yükümlülüğünü yerine getirmeyen işletme, bir sonraki takvim yılına ilişkin tahsisatlarını teslim ederken 14 üncü maddenin dördüncü fıkrasının (c) bendinde belirtilen yaptırıma esas sera gazı emisyonlarına eşit miktarda tahsisatı da teslim etmekle yükümlüdür.’ bentleri ETS’nin işleyişini ve tahsisatların dağıtımını esaslarını içermektedir.

Kanunda “Gönüllü karbon piyasaları ve denkleştirme” başlığı altındaki 11. maddede şu bentler yer almaktadır:

“(1) ETS kapsamında tahsisat yükümlülüklerinin bir bölümünün eşdeğer miktarda karbon kredisi ile karşılanması amacıyla denkleştirme yapılmasına izin verilebilir.

(2) ETS ve gönüllü taahhütler kapsamında yapılacak denkleştirme işlemlerinde kullanılmak üzere, sera gazı emisyonlarının azaltımı veya giderim faaliyetleri ile yutak alanların artırılmasına yönelik faaliyetler aracılığıyla karbon kredisi üreten ulusal bir karbon kredilendirme ve denkleştirme sisteminin esasları Başkanlıkça belirlenir.

..

(5) Yurt içinde herhangi bir gönüllü karbon piyasasında ulusal veya uluslararası standartlarla karbon kredisi üretimine başlamış veya başlayacak olan yurt içinde gerçekleşen projelerin sahipleri; projelerini, Başkanlıkça belirlenen sürede karbon kredisi kayıt sistemine kayıt ettirmekle yükümlüdür. Başkanlık, bu madde kapsamında uluslararası standartları geliştiren kuruluşlarla iş birliği yapabilir.”

Yukarıda yer alan ifadeler ile artık ülkemizde ulusal bir karbon kredilendirme ve denkleştirme sisteminin hayata geçirileceği belirtilmekte ve bu durum iklim değişikliği ile mücadelede yeni ve önemli bir sayfanın açıldığının bir göstergesidir.

4. ORMANCILIK SEKTÖRÜNÜ NELER BEKLİYOR?

İklim değişikliği, küresel ısınma, biyoçeşitliliğin azalması, hava kirliliği, su kirliliği, çölleşme ve erozyon gibi tüm dünyayı ilgilendiren çevresel sorunların çözümünde hayati öneme sahip olan ormanlar hem bu sorunların etkilerinin azaltılmasında uygun maliyetli çözümler sunmakta, hem de sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir parçası olmaktadır. İklim değişikliği açısından bakıldığında, ormancılık sektörü, ormanların en önemli karbon yutaklarından biri olması ve yanma veya tahrip edilme durumlarında dünyanın en büyük üçüncü emisyon kaynağı olması

nedeniyle iklim değışikliğı ile mücadele sürecindeki en kritik sektörlerden biri olarak değeriendirilmektedir. Bu nedenle orman kaynaklarını korumak ve ormanlardan sürdürülebilir şekilde yararlanmak her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Ancak sürdürülebilir orman yönetiminin sağlanması için ihtiyaç duyulan finansal kaynakların da sürdürülebilir olması gerekmektedir. Bu finansal kaynaklardan biri de karbon piyasalarıdır.

Sera gazı emisyonlarını denkleştirmeyi ya da azaltmayı amaç edinen projeler bağlamında ormancılık projeleri de denkleştirme sertifikaları ve emisyon kredileri sağlamakta ve bu krediler düzenleyici piyasalardaki alıcılara ya da gönüllü olarak karbon ayak izini azaltmak isteyen alıcılara satılabilmektedir (Gorte ve Ramseur, 2010). Böylece, orman yutaklarında karbon tutulması vesilesiyle oluşturulan karbon kredilerine yönelik bir piyasa oluşmakta ve bu piyasaya da orman karbon piyasası denilmektedir (Khan, 2010).

Orman karbon piyasaları, kamu ve özel arazilerde uygulanacak karbon yönetim sistemlerini finanse edebilmek için geliştirilmiş bir mekanizmadır. Orman karbon piyasasının arkasında yatan temel motivasyon; orman ekosisteminde tutulan karbon için mali bir değer meydana getirme ve kamu ya da özel kuruluşların ormanları koruma ve karbon yönetim faaliyetlerine yatırım yapmasını teşvik ederek kendi karbon emisyonlarını düşürmesini sağlamaktır. Kişiler ya da kuruluşlar net emisyonlarını düşüremedikleri takdirde, başkaları tarafından üretilen fazla kredileri satın alarak kendi karbon azaltım hedeflerini tutturabilmektedirler (Vacchiano ve ark., 2018). Bir karbon kredisi 1 ton CO₂ veya diğer sera gazı muadiline (Mt CO₂e) denktir. Toplam kredi, orman arazisinde belirli bir zaman aralığında bağlanan karbon miktarı ile belirlenmektedir. Bu krediler çeşitli orman karbonu projeleri tasarlayıp hayata geçirerek üretilir. Dünyada kullanılan en yaygın proje türleri; ağaçlandırma, arazi kullanım değışikliklerinin önlenmesi ve güçlendirilmiş orman yönetimi projeleridir (Medina-Irizarry vd., 2022).

Türkiye'nin de iklim değışikliğı ile mücadele sürecinde orman kaynaklarının korunması, geliştirilmesi, sürdürülebilir yönetimi ve ormanlaştırma ve ağaçlandırma gibi yöntemlerle karbon birikimine katkı sunması için yeni finansal kaynaklardan istifade etmesi ve uluslararası piyasalardan destek alması gerekmektedir. Fakat Türkiye'de orman kaynaklarının neredeyse tamamı devlet mülkiyetinde olduğu için ormancılık faaliyetleri esas olarak devlet kaynaklarından (vergi, harç vb.) ve devlet bütçesinden finanse edilmektedir.

Özellikle iklim değışikliğı ile mücadele sürecinde sürdürülebilir orman yönetiminin sağlanması, orman kaynaklarının korunması ve orman varlığının artırılması hayati öneme sahip olduğundan, ormancılık sektöründe gerçekleştirilecek projelerin emisyon ticaret sistemi gibi alternatif kaynaklarla finanse edilmesi, sektörün öz gelir kaynakları üzerindeki baskıyı

azaltacak ve aynı zamanda da gelir elde edebilme ihtimali doğacaktır. Bu yeni finansal kaynaklardan biri olan karbon piyasaları ya da diğer bir ifade ile emisyon ticaret sistemleri ormancılık sektörü, orman yöneticileri ve özel arazi sahiplerinin ormanlık alanlardan ilave gelir elde etmesi için önemli fırsatlar sunmaktadır. Fakat ülkemiz ormancılık sektörü şu ana kadar bu piyasalardan finansal destek almamıştır.

Karbon kredileri dünya genelinde zorunlu ve gönüllü karbon piyasalarında işlem görmektedir. Ormancılıkla ilgili projelerin gönüllü karbon piyasalarında yer alması ve aynı zamanda Türkiye’de gerçekleştirilen projelerin İklim Kanunu yürürlüğe girmeden önce sadece gönüllü karbon piyasasında işlem görebilmesi nedeniyle, ormancılık sektörünün gönüllü karbon piyasalarındaki geçmiş ve mevcut durumuna biraz değinelim.

Gönüllü karbon piyasalarında ormancılık ve arazi kullanımı, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, endüstriyel üretim ve tarım gibi farklı sektörlerdeki projelerden elde edilen karbon kredileri işlem görmektedir. “Ormancılık & arazi kullanımı” başlığı altında ise ormansızlaşma ve orman alanlarının bozulmasından kaynaklanan emisyonların azaltılması (REDD+), ağaçlandırma/yeniden ormanlaştırma, güçlendirilmiş orman yönetimi, tarımsal ormancılık ve mavi karbon projeleri gerçekleştirilebilmektedir.

Dünya genelinde gönüllü karbon piyasalarında başlangıçtan 2024 yılı sonuna kadar toplam 11,3 milyar \$ tutarında işlem gerçekleşmiştir. 2021 yılında 2,1 milyar \$ işlem hacmi ile rekor kırıldıktan sonra, takip eden yıllarda bir azalma söz konusu olmuş ve 2024 yılında 535 milyon \$ işlem hacmine ulaşılmıştır. Benzer durum işlem hacmi için de geçerlidir. Başlangıçtan 2024 yılı sonuna kadar toplam 2,5 milyar ton CO₂e işlem hacmine ulaşılmış, 2021 yılında 516 milyon ton CO₂e ile rekor kırılmış ve müteakip yıllardaki azalma nedeniyle 2024 yılında gönüllü karbon piyasasının hacmi, 2023 yılına göre %25’lik bir düşüş ile toplam 84,4 milyon ton CO₂e olarak gerçekleşmiştir. Ortalama kredi fiyatları da 2023’te 6,71 \$ iken 2024 yılında bir önceki yıla göre %6 azalarak ton CO₂e başına 6,34 \$’a gerilemiştir (Forest Trends’ Ecosystem Marketplace, 2025).

Gönüllü karbon piyasalarında ormancılık ve arazi kullanımı, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, endüstriyel üretim ve tarım gibi farklı sektörlerdeki projelerden elde edilen karbon kredileri işlem görmektedir. Tablo 1’de her bir proje kategorisinde 2023 ve 2024 yıllarındaki piyasa hacmi, mali değeri ve ortalama birim fiyatı gösterilmektedir. Buna göre ilgili yıllarda en çok işlem hacmi “ormancılık & arazi kullanımı” sektöründe gerçekleşmiş olup, ortalama karbon kredisi 2023’de 10,04 \$ iken 2023 yılında ise 9,27 \$’a gerilemiştir. Diğer sektörler ile

kıyaslandığında ortalama karbon kredisi fiyatı “ormancılık & arazi kullanımı” sektöründe daha yüksektir.

Tablo 1. Proje kategorisine göre gönüllü karbon piyasası hacmi, mali değeri ve birim fiyatı (2023-2024)

Kategori	2023			2024		
	Hacim (MtCO ₂ e)	Mali Değer (milyon \$)	Ort. Fiyat (ABD \$)	Hacim (MtCO ₂ e)	Mali Değer (milyon \$)	Ort. Fiyat (ABD \$)
Ormanlık & Arazi Kullanımı	37,1	372,3	10,04	37,0	342,5	9,27
Yenilenebilir Enerji	29,0	113,5	3,92	22,3	59,5	2,67
Kimyasal Süreçler/ Endüstriyel Üretim	12,2	50,2	4,10	5,7	20,8	3,66
Ev/ Ortak Cihazlar	10,2	78,3	7,71	5,1	37,4	7,30
Enerji Verimliliği	9,4	34,4	3,65	0,6	1,9	3,05
Tarım	4,7	30,7	6,51	0,6	4,7	7,66
Atık Bertarafı	1,5	10,9	7,46	4,8	32,0	6,72
Ulaşım	-	-	-	0,2	0,6	3,24

“Ormanlık & arazi kullanımı” sektöründe ise REDD+ mekanizması kapsamında gerçekleştirilen projelerin hacmi ve mali değeri, diğer proje türlerinden (Ağaçlandırma/yeniden ormanlaştırma, Güçlendirilmiş orman yönetimi, Tarımsal ormanlık ve Mavi karbon) hacim toplamı ve mali değer toplamından daha fazladır. Ortalama karbon kredisi fiyatında ise her iki yılda da “Ağaçlandırma/yeniden ormanlaştırma” projelerinin en yüksek birim fiyata sahip olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Proje kategorisine göre ormanlık ve arazi kullanımı karbon piyasası hacmi, mali değeri ve birim fiyatı (2023-2024)

Kategori	2023			2024		
	Hacim (MtCO ₂ e)	Mali Değer (milyon \$)	Ort. Fiyat (ABD \$)	Hacim (MtCO ₂ e)	Mali Değer (milyon \$)	Ort. Fiyat (ABD \$)
REDD+	28,2	222,3	7,87	13,6	82,1	6,03
Ağaçlandırma/yeniden ormanlaştırma	4,8	82,4	17,15	3,8	77,7	20,44
Güçlendirilmiş orman yönetimi	2,6	41,9	16,2	8,8	132,3	14,97
Tarımsal ormanlık	0,7	8,1	11,58	0,6	8,3	14,11
Mavi karbon	0,4	3,2	8,33	0,2	5,2	29,72

Ülkemizde İklim Kanunu’nun yürürlüğe girmesinden önce mevcut koşullar altında gönüllü karbon piyasaları tek alternatifti. Gönüllü karbon piyasalarında ise Türkiye önemli bir role sahip olup, 2007-2016 yılları arasında 200 milyon \$’ın üzerinde yaklaşık 37 MtCO₂e işlem gerçekleştirmiştir (Ergün Yüksel ve ark., 2022). 2020-2024 döneminde ise 16,6 MtCO₂e işlem

gerçekleştirmiştir (URL, 2). Ülkemizde gönüllü karbon kredilerinin çoğu rüzgâr enerjisi santralleri, hidroelektrik santral ve biyokütle enerji santrali projelerinden elde edilmektedir.

Türkiye’de karbon sertifikalarını tercih eden şirketler çoğunlukla küresel menşeli olup, uluslararası sürdürülebilirlik raporlamalarında kullanmak amacıyla sertifika satın almaktadırlar. Ayrıca çevreye karşı duyarlı olan yerel şirketler de herhangi bir zorunlulukları olmamasına rağmen karbon sertifikalarını tercih edebilmektedirler. AB, Yeşil Mutabakat çerçevesinde karbon nötr olmayı hedeflemekte ve karbon ayak izini en aza indirmek için alınan tedbirlerden biri olan sınırda karbon vergisini ticari faaliyetlere sahip olduğu ülkelere uygulamayı planlamaktadır. İhracatının büyük çoğunluğunu Avrupa ülkelerine yapan ülkemiz açısından durum değerlendirildiğinde, ülkemizdeki şirketlerin emisyonlarını azaltmadığı takdirde ihracat yapmaları zorlaşacaktır (Ergün Yüksel ve ark., 2022).

Yıllar içerisinde yaşanan bu gelişmelerin meydana getirdiği bir ihtiyaç olarak 7552 sayılı İklim Kanunu Temmuz 2025 itibariyle yürürlüğe girdi ve bu kanun ile birlikte hem gönüllü karbon piyasalarına hem de emisyon ticaretine yönelik yapılan düzenlemeler, birçok sektör için olduğu gibi ormancılık sektörü içinde yeni fırsatlar meydana getirmektedir. Dünya genelinde gönüllü karbon piyasalarında ormancılık sektörü ile ilgili projeler zaten karbon piyasasında değerlendirilirken, artık Türkiye’de de benzer gelişmeler yaşanacak ve ormancılık sektörüne yeni finansal kaynak sağlama noktasında karbon piyasaları önemli bir fırsat sunacaktır.

7552 sayılı İklim Kanunu’nun 2. maddesinde yutak alan şu şekilde tanımlanmaktadır: *‘Ormanlar ve diğer ekosistemler vasıtasıyla karbonu emerek atmosferden uzaklaştıran, karbondioksit emisyonlarını dengeleyen süreci, aktivite ve mekanizma’*.

Diğer bir ifade ile ormanlar yutak alan olarak tanımlanmaktadır. Bu sayede sera gazı emisyonlarının azaltım faaliyetleri kapsamında 5. maddede *‘Net sıfır emisyon hedefinin sağlanmasına yönelik emisyonların dengelenmesi için orman, tarım, mera ve sulak alanlarda karbon yutağı kayıplarını engellemek üzere ilgili kurum ve kuruluşlarca tedbirler alınır, yutak alanların ve korunan alanların korunarak artırılması sağlanır.’* şeklinde hedefin belirlenmesi artık sera gazı emisyon azaltım faaliyetleri kapsamında ormancılık ile ilgili projelerin ülkemizde gerçekleştirilebilmesinin önünü açmıştır (Resmî Gazete, 2025).

Ayrıca iklim değişikliğine uyum faaliyetleri kapsamında 6. maddede ise şu çalışmalar hedeflenmiştir: *‘İlgili kamu kurum ve kuruluşları tarafından iklim değişikliğinin ekosistemlere ve biyolojik çeşitliliğe etkilerinin azaltılması ve sürdürülebilir ekosistem yönetimi için tedbirler alınır, denizel ve karasal korunan alanların muhafazası sağlanarak korunan alanların niteliği ve oranı yükseltilir ve iklim değişikliğinden etkilenen veya etkilenmesi muhtemel alanlarda*

arazi tahribatının dengelenmesi sağlanır. Çölleşme ve erozyonla mücadele ile ağaçlandırma ve toprak muhafaza kapsamında orman dışı alanlarda oluşturulan yutak alanların net sıfır emisyon hedefi doğrultusunda sürdürülebilir yönetimi sağlanır.’ (Resmî Gazete, 2025).

Özellikle bu maddede yer alan orman dışı alanlarda yapılacak ağaçlandırma çalışmalarının emisyon ticaretine konu edilmesi hem ağaçlandırma çalışmalarının artmasına hem de bu sayede ekosistemin korunmasına yardımcı olacaktır. Türkiye’nin ağaçlandırma faaliyetlerinde Avrupa’da 1. Dünyada ise 6. sırada yer aldığı (FAO, 2020) göz önünde bulundurulduğunda, çölleşme ile mücadele, toprak muhafaza ve ağaçlandırma çalışmaları için önemli bir finansman alternatifi sağlanabilecektir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İklim değişikliği ile etkin bir şekilde mücadele etmek için öncelikle yasal ve kurumsal eksikliklerin tamamlanması gerekmektedir. Bu noktadan hareketle, 2001 yılında ÇŞİDB’ye bağlı bir kuruluş olarak İklim Değişikliği Başkanlığı’nın ve Başkanlığa bağlı hizmet birimlerinin kurulması ile kurumsal yapı için önemli adımlar atılmış, daha sonra ise yapılan çalışmalar neticesinde 2025 yılında 7552 sayılı İklim Kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu kanun ülkemizde iklim değişikliği ile mücadelede yeni bir dönemin kapısını aralamakta ve emisyon ticaret sisteminin kurulması ile artık karbon piyasalarından birçok sektör yararlanabilecektir.

İklim değişikliğinin önlenmesi amacıyla ortaya çıkan araçlardan biri olan karbon piyasaları sayesinde yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, katı atık yönetimi ve ormancılık sektörlerinde sera gazı azaltımına yönelik projeler geliştirebilmektedir. Ormancılık sektörü, ormanların en önemli karbon yutağı olması ve yanma veya tahrip edilme durumlarında dünyanın en büyük üçüncü emisyon kaynağı olması nedeniyle bu süreçteki en kritik sektörlerden biri olmaktadır. Fakat iklim değişikliği ile mücadele amacıyla orman kaynaklarının korunması, geliştirilmesi, sürdürülebilir yönetimi ve ormanlaştırma ve ağaçlandırma gibi yöntemlerle karbon birikimine katkı sunması için yeni finansal kaynaklardan istifade etmesi ve uluslararası piyasalardan destek alınması gerekmektedir.

Bu durum Türkiye gibi özellikle orman mülkiyetinin devlete ait olduğu, dolayısıyla ormancılık faaliyetlerinin esas olarak devlet bütçesinden ve öz kaynaklardan finanse edildiği ülkelerde daha da önem kazanmaktadır. Her ne kadar karbon piyasaları; ormancılık sektörü, orman yöneticileri ve özel arazi sahiplerinin ormanlık alanlardan ilave gelir elde etmesi için önemli fırsatlar sunuyor olsa da mevcut durumda ülkemiz ormancılık sektörü şu ana kadar bu piyasalardan finansal destek almamaktadır.

Gönüllü karbon projelerinin en fazla kayıtlı olduğu standartlar olan Gold Standard ve Verified Carbon Standard'ta yer alan ülkemizdeki projeler incelendiğinde; Gold Standard'ta ormancılık ile ilgili projelerin "Diğer" proje türü başlığı altında, Verified Carbon Standard'ta yer alan proje türlerinde ise 'tarım ormancılık ve diğer arazi kullanımı' başlığı altında yer almaktadır. 'Tarım ormancılık ve diğer arazi kullanımı' başlığı altında ise 'ağaçlandırma, yeniden ormanlaştırma ve yeniden bitkilendirme', 'tarımsal arazi yönetimi', 'güçlendirilmiş orman yönetimi', 'ormansızlaşma ve orman alanlarının bozulmasından kaynaklanan emisyonların azaltılması' ve 'otlak ve çalılık alanların dönüşümünün önlenmesi' alanındaki projeler kabul edilmektedir.

Her ne kadar gönüllü karbon piyasaları önemli fırsat sunsa da mevcut durumda her iki standart kapsamında da ormancılık sektörü ile ilgili bir proje yapılmamıştır. İklim Kanunu'nun yürürlüğe girmesi ile birlikte birçok sektörde olduğu gibi ormancılık sektöründe çeşitli projeler hayata geçirilecektir. Bu nedenle ortaya çıkan fırsat iyi değerlendirilerek, bahse konu alanlarda ormancılık projeleri gerçekleştirilmelidir.

İklim Kanunu yeni yürürlüğe girdiğinden, ilgili kanunun geçiş hükümlerindeki Geçici Madde 1'de de belirtildiği üzere, ETS'nin tamamen uygulanmaya başlanmadan önce pilot dönem uygulaması yapılmasına karar verilmiştir. Ormancılık sektörü açısından bu geçiş döneminde pilot çalışmaların yapılması önem arz etmektedir. Bu noktadan hareketle, pilot alanlarda ağaçlandırma projeleri uygulanmalı ve bu projelerden elde edilen krediler, ilgili kuruluşlar tarafından sertifikalandırılarak karbon piyasalarında işlem görmeye başlamalıdır.

Tabii ki bu ve benzeri projelerin yapılması hususunda bir an önce stratejik planlama yapılması, kısa ve orta vade hedeflerinin açık bir biçimde belirlenmesi, alt mevzuatların (yönetmelik ve tebliğlerin) hazırlanması, finansal teşvik ve tescil mekanizmalarının oluşturulması önem arz etmektedir. Özellikle orman dışı alanlarda yapılacak bu çalışmalarının emisyon ticaretine konu edilmesi sayesinde OGM'nin ve ilgili diğer kamu kurumlarının ciddi bir gelir oluşturma imkanına sahip olacağını, aynı zamanda da verimsiz alanların rehabilite edilmesiyle çevresel faydaların da sağlanacağını ifade etmek mümkündür.

KAYNAKÇA

- Anonim. (2009). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Kapsamında Türkiye'nin Durumunu Değerlendirmeye Yönelik Rapor. Çevre ve Orman Bakanlığı Koordinasyonunda İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu'na Sunulmak Üzere Hazırlanan Rapor, Ankara.
- Çelik, L. (2009). Çevre Finansmanı Kapsamında Emisyon Ticareti ve Karbon Piyasasının Türkiye'ye Yansımaları. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sakarya.
- ÇOB. (2008). İklim Değişikliği ve Yapılan Çalışmalar. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- ÇŞİDB. (2022). Emisyon Ticaret Sistemi Kavram & Yürütülen Çalışmalar. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliği Başkanlığı, Ankara.

- Demirci, U. (2011). Karbon Piyasalarının Ormancılık Sektöründe Finansman Aracı Olarak Kullanılabilirliği. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- DPT. (2000). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Yayın No: DPT: 2532, ÖĞK: 548, Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- DPT. (2010). Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi (2010-2020). Devlet Planlama Teşkilatı, Ankara.
- Ergün Yüksel, B., Özcan, M., Ocaklı, E. (2022). Türkiye gönüllü karbon piyasaları'nın değerlendirilmesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 10 (2022): 10-25.
- FAO. (2020). Global Forest Resources Assessment 2020: Main report. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
- Forest Trends' Ecosystem Marketplace. (2025). State of the Voluntary Carbon Market 2025. Washington DC: Forest Trends Association.
- Gorte, R.W., Ramseur, J.L. (2010). Forest Carbon Markets: Potential and Drawbacks. Congressional Research Service, <http://www.cnire.org/NLE/CRSreports/10Jun/RL34560.pdf>.
- Gürleyen, İ. (2019). Coase Teoremi Bağlamında Emisyon Ticareti Sistemi. Yüksek Lisans Tezi Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonomi ve Finans Anabilim Dalı, Aydın.
- ICAP. (2024). Emissions Trading Worldwide: Status Report 2024. Berlin: International Carbon Action Partnership.
- IPCC. (2023). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- Khan, M.A. A. (2010). Türkiye'nin Ormancılık Sektörü ve Karbon Piyasası Raporu. Türkiye Hükümeti Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı, Türkiye'de İklim Değişikliği Yönetimi İçin Kapasite Oluşturma Projesi, Ankara.
- Medina-Irizarry N., Andreu M., Cushing T. (2022). A landowner's introduction to the forest carbon market. FOR382/FR453, 3/2022. EDIS, 2, 1-5.
- Resmî Gazete. (2013). Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği. Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih: 9 Ekim 2013, Sayı: 28790.
- Resmî Gazete. (2021). Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun. Kanun Numarası: 7335. Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih: 7 Ekim 2021, Sayı: 31621.
- Resmî Gazete. (2025). İklim Kanunu. Kanun Numarası: 7552. Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih: 9 Temmuz 2025, Sayı: 32951.
- SBB. (2023). Orta Vadeli Program (2024-2026). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, Ankara.
- Ubay, B., Bilgici, Y. (2021). Karbon fiyatlandırmasında emisyon ticaret sistemi ve önemi. Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 10 (1): 47-72.
- URL. 1. <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>, Erişim Tarihi:24/12/2024.
- URL. 2. Global Carbon Markets, Market Overview. <https://hub.ecosystemmarketplace.com/landing>, Erişim Tarihi:25/12/2024.
- Vacchiano G., Berretti R., Romano R., Motta R. (2018). Voluntary carbon credits from improved forest management: policy guidelines and case study. iForest, 11, 1-10.
- Yamanoğlu, G. Ç. (2006). Türkiye'de Küresel Isınmaya Yol Açan Sera Gazı Emisyonlarındaki Artış ile Mücadelede İktisadi Araçların Rolü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Ankara.

**DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF STONE MINT
ESSENTIAL OIL****Handan UĞUZ BAYRAKÇEKEN**

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Erzurum

ORCID: 0000-0001-5444-1459**Rahime ALTINTAS**

Atatürk University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum

ORCID: 0000-0000-1700-8480**Bilal YILMAZ**

Atatürk University Faculty of Pharmacy, Analytical Chemistry, Erzurum

ORCID: 0000-0002-8574-7570**ABSTRACT**

Micromeria fruticosa L., Gas Chromatography–Mass Spectrometry and piperitone Medicinal plants, which contain bioactive compounds, have been utilised in traditional treatment methods for centuries and occupy a significant role in today's pharmaceutical, cosmetic, and biotechnological industries. The present study was conducted for the purpose of chemically recording the information obtained from all naturally occurring mint (*Micromeria fruticosa* L.) in the Tortum district of Erzurum province, Türkiye. Plant samples were collected from their natural habitats, and a cleverger-type hydrodistillation method was developed to obtain the oils derived from the leaves. The chemical profile of the obtained oil was analysed by Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS), and a total of seven adjustable profiles were obtained. Piperitone (63.557%) was the primary component cultivated, with other significant products including pulegone and spathulenol. The findings suggest that *Micromeria fruticosa* leaf oil, with its high piperitone content, may be a potential natural resource in pharmaceutical, aromatic, and biotechnological fields.

Keywords: *Micromeria fruticosa* L., Gas Chromatography–Mass Spectrometry and piperitone

**TAŞ NANESİ UÇUCU YAĞININ KİMYASAL KOMPOZİSYONUNUN
BELİRLENMESİ****ÖZET**

Tıbbi bitkiler, içeriklerindeki biyoaktif bileşikler sayesinde yüzyıllardır geleneksel tedavi yöntemlerinde kullanılmakta olup, günümüzde farmasötik, kozmetik ve biyoteknoloji endüstrilerinde de önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'nin Erzurum ili Tortum ilçesinde doğal olarak yetişen taş nanesi (*Micromeria fruticosa* L.) yapraklarından elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşenlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bitki örnekleri doğal ortamından toplanmış, yapraklardan uçucu yağ elde etmek için cleverger tipi hidrodistilasyon yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen uçucu yağın kimyasal profili, Gaz Kromatografisi–Kütle Spektrometresi (GC-MS) ile analiz edilmiş ve toplam yedi bileşik tanımlanmıştır. Major bileşen piperitone (%63,557) olup; diğer önemli bileşikler arasında

pulegone ve spanthulenol yer almaktadır. Bulgular, *Micromeria fruticosa* yaprak uçucu yağının yüksek piperitone içeriği ile farmasötik, aromatik ve biyoteknolojik alanlarda potansiyel bir doğal kaynak olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Micromeria fruticosa* L., Gaz Kromatografisi–Kütle Spektrometresi ve piperitone

1. INTRODUCTION

Plants, which have been used in traditional treatment methods throughout history thanks to their biologically active components, are now considered a strategic resource for the pharmaceutical, cosmetics, and biotechnology industries (Varlı *et al.* 2020; Palabıyık *et al.* 2024). One of the most distinctive characteristics of these plants is their richness in secondary metabolites such as phenolics, flavonoids, and essential oils. These metabolites have attracted scientific attention due to their antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, antiviral, and antitumor effects (Uğuz *et al.* 2022).

The Lamiaceae family, a family of medicinal and aromatic plants, stands out for its species diversity, aromatic properties, and traditional uses. This family, with 236 genera and over 7,000 species worldwide, is also widespread in the Turkish flora (Uikey 2024). The genus *Micromeria*, a member of the family, is a characteristic representative of the Mediterranean flora, with 14 species and 22 taxa recorded in Turkey. Twelve of these species are endemic and contribute significantly to the country's biodiversity (Davis 1982).

Commonly called "stone mint," *Micromeria fruticosa* is used both medicinally and traditionally as a tea and spice. Various *in vitro* and *in vivo* studies have shown that this genus possesses analgesic, antiseptic, antioxidant, antimicrobial, and insecticidal properties (Güllüce *et al.* 2004; Aslan *et al.* 2005). However, it has been noted that the essential oil composition of *Micromeria* species can vary among species and populations depending on different ecological conditions (Stefanakis, 2022).

In this study, the chemical profile of the essential oil obtained from the leaves of *Micromeria fruticosa* L., a species naturally growing in the Tortum district of Erzurum province, was determined, and the species' potential in pharmaceutical, aromatic, and biotechnological fields was evaluated.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Collection and Preparation of Plant Materials

Micromeria fruticosa (L.). Druce ssp. *serpyllifolia* (Bieb.) PH Davis. the plants used for analysis were collected during the growing season (2023) in the Tortum district of Erzurum (Turkey).

Micromeria fruticosa was isolated from a single locus and then washed with distilled water. The drying process involved wiping the samples with a thin layer of blotting paper to absorb moisture. This procedure was carried out in a chamber protected from direct sunlight to minimize any possible attack on the integrity of the samples (İşildak et al. 2025; Uguz et al. 2025).

Drying process is carried out in the Genetics Laboratory of Atatürk University, Faculty of Science, and essential oil extraction and GC-MS analysis are carried out in the module of Atatürk University, Faculty of Pharmacy.

2.2. Preparation of Essential Oil

50 mg of the dried plant species was weighed using an AND GF 600 precision balance (± 0.001 g). After the materials were separated from the small stirrer compartment, they were placed in a flask with a magnetic stirrer bar (fish bar). Hydrodistillation was performed for 3 hours in a Clevenger-type apparatus (Figure 1), based on the method recommended by the European Pharmacopoeia (Asgarlı et al. 2025). The obtained data were stored in sealed bottles, covered in the dark, at $+4^{\circ}\text{C}$ until analysis. There is a limit to the amount of essential oil; only content analysis was performed with a GC-MS device. The aqueous phase obtained after distillation was filtered and evaporated, and the percentage yield of the fugitive and aqueous extracts was determined by the weighing method.

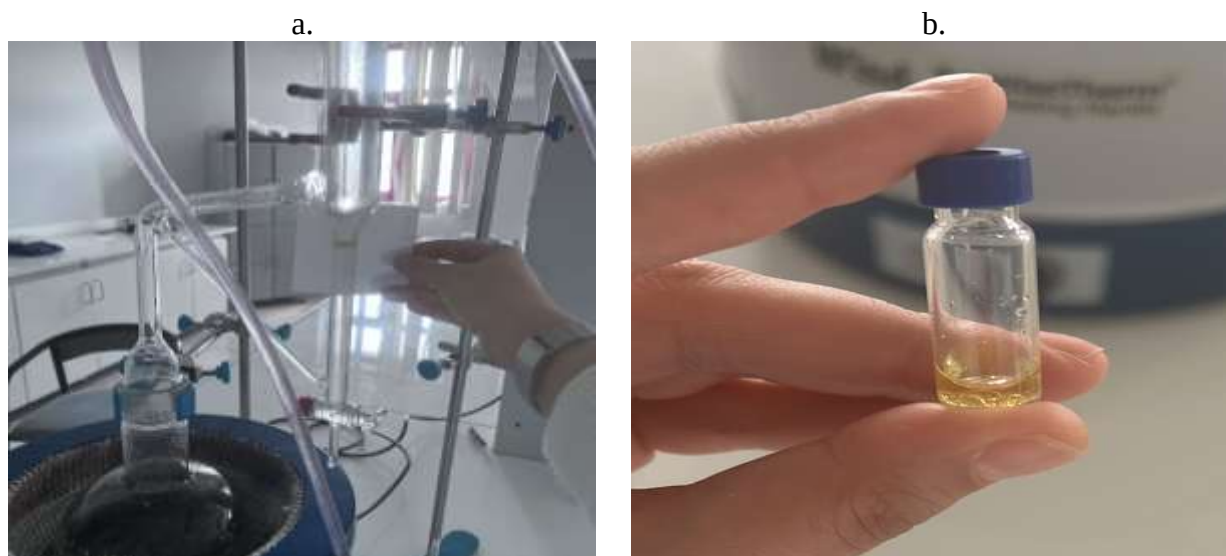


Figure 1. *Micromeria fruticosa* Clevenger Type Hydrodistillation Method (a) and Oil (b)

2.3. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Analysis

For GC-MS analysis, a 10% (v/v) solution of the structural oil was prepared in n-hexane. A 1 μL volume of this solution was applied to the GC-MS system. Analysis is launched after dilution at a split ratio of 40:1. GC-MS analysis is performed using an Agilent 7820A GC-MS

system equipped with an HP-5 MS column (30 m x 0.25 mm i.d., 0.25 μ m film cross section). The system consists of an Agilent 7673 autosampler, a mass spectrometer detector, and an Agilent 5977 series mass spectrometer. Circulating helium was recorded as the carrier gas at 1 mL/min. The GC method started with an initial oven temperature of 50 °C, which was maintained for 1 min. Then, the temperature increased to 100 °C at a rate of 20 °C per minute and maintained for 1 min. Then, after one minute, it was increased to 180 °C at a rate of 10 °C per minute and maintained for 1 min. The temperature increased to 220 °C at a rate of 5 °C per minute and maintained for 5 min. Finally, the oven temperature increased to 300 °C at a rate of 10 °C per minute and maintained for 5.5 min. The mass spectrometry detector was operated with the following effect: the transfer line temperature was set at 300 °C, a 3-stage solvent delay, electron energy at 70 eV, and ion monitoring (SII) mode for quantitative analysis (Göger *et al.* 2020).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Amount of Yield Obtained

The amount and % yield values of the essential oil obtained from *Micromeria fruticosa* (Stone mint) Clevenger type hydrodistillation are shown in Table 1.

Table 1. Stone mint yield amount

	Amount of substance (g)	Amount of oil (ml)	% yield
<i>M. fruticosa</i> leaf	50	1.5	3

3.2. Essential oil GC-MS results

GC-MS analysis was performed to analyze the essential oil content of *M. fruticosa* leaves obtained by Clevenger-type hydrodistillation, and some of the data included in the analysis were described. These data are listed in detail in Table 2 and Figure 2.

Table 2. GC-MS results of *M. fruticosa* leaf oil

Peak	t _R (min) ^a	% of total	Compound	Molecular Formula
1	3.182	29.229	pulegone	C ₁₀ H ₁₆ O
2	30.685	63.557	piperitone	C ₁₀ H ₁₂ O
3	38.322	7.213	spanthulenol	C ₁₅ H ₂₄ O
^a Retention time				

During the gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis period of 40 elements, images began to be detected between 3 and 38 minutes. During this period, piperitenone

(63,557) was the predominant element; other elements were pulegone (29,229%) and spanthulenol (7,213%), respectively. A summary account of the bioactive samples, as determined by GC-MS analysis of stonemint oil, is provided, as shown in Table 2. This two-dimensional (2D) representation is also shown in Figure 2.

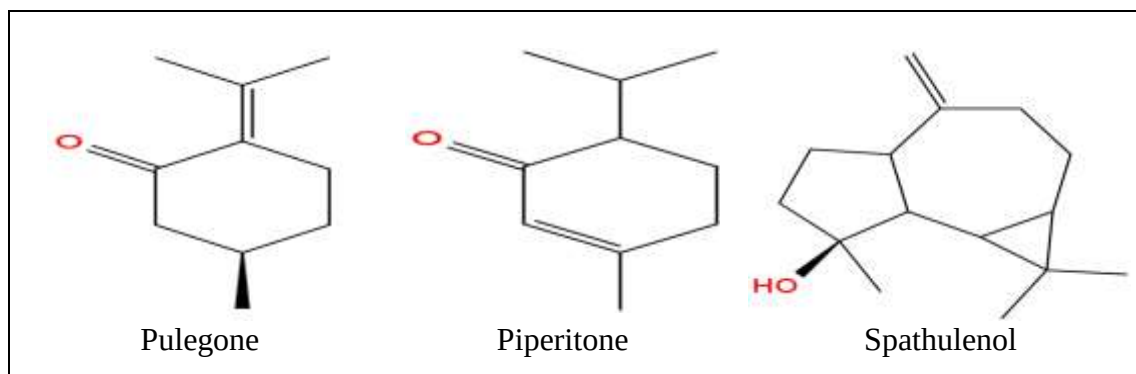


Figure 2. Structural representation of the major bioactive components of *M. fruticosa* L. essential oil as visualized in MolView.

In this study, the porous oil obtained from *M. fruticosa* L. by Clevenger-type hydrodistillation was examined using GC-MS analysis, and three main naturally occurring compounds were identified: piperitone (63.557%), pulegone (29.229%), and spanthulenol (7.213%). Piperitone is the predominant plant-developed component in the analyzed population and stands out as an important characteristic supporting the aromatic and pharmaceutical potential of the species. In the literature, Başer *et al.* (1996) reported that pulegone (39.57%), menthol (24.27%), and menthone (24.21%) were dominant in the oil of *M. fruticosa* subsp. *giresunica*, endemic to Turkey; these ratios indicate lower and different profiles than the piperitone concentrations in our study. Marinković *et al.* (2002) observed seasonal differences in Lebanese samples; sabinene and neomenthol were dominant in July, while the amounts decreased in October. Güllüce *et al.* (2004) found piperitenone (50.61%) and pulegone (29.19%) to be dominant in older samples from the Erzurum region. Our findings suggest that piperitenone is higher in the markets we are dealing with. Telci and Ceylan (2007) reported differences among subspecies; linalool (30.29%), pulegone (16.65%), and p-menthone (10.27%) were detected in *M. fruticosa* subsp. *serpyllifolia*. Abu-Reidah *et al.* (2022) reported menthone, oleamide, pulegone, and menthol as prominent in extracts obtained from different plant parts, while Salama and Al-Maharik (2024) found pulegone (81.77%) to be dominant in Palestinian samples. A review of the literature clearly reveals that the molecular composition of oil components can vary depending on the type, subtype, and product classification, both spatially and ecologically. The high piperitone content, regional differences, and population specificity of samples obtained from the Tortum region are particularly highlighted. Furthermore, the effects of extraction

method, harvest time, and seasonal distribution on the composition of the components are consistent with the literature. The results support the potential of *M. fruticosa* for pharmaceutical, aromatic, and biotechnological applications and contribute significantly to documenting regional chemical diversity.

CONCLUSIONS

This study demonstrates that *Micromeria fruticosa* L., grown in the Tortum district of Türkiye, produces chemical products in its oil. GC-MS analysis identified piperitone (63.557%), pulegone (29.229%), and spantulenol (7.213%) in the model. The high piperitone content supports the species' potential as a natural source for pharmaceutical, aromatic, and biotechnological applications. The findings may vary depending on the product and ecological properties of *M. fruticosa* oil, indicating significant technological chemical diversity.

REFERENCES

- Göger, G., Çomoğlu, B. A., İşcan, G., & Demirci, F. (2020). Evaluation of anticandidal effects of essential oils of commercial Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller) in combination with ketoconazole against some *Candida* Berkhout Strains. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 21(1), 13-19.
- Palabıyık, E., Uğuz, H., Aşkın, H., Aşkın, S., & Akıncioğlu, H., (2024). Walnut Seed Coat (*Juglans regia* L.), a Plant Effective in Human Health: Antioxidant Activity and in Rats Nephroprotective Effect. *Atatürk University Journal of Agricultural Faculty*, vol.55, 89.
- Uğuz, H., Aşkın, S., Eminağaoğlu, B., Karatas, Y., Kaya, Y., Yılmaz, B., ... Aşkın, H. (2025). Herbal content analysis of ethanol extract of aerial part of *Berberis vulgaris* plant originating from Artvin (Türkiye). *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, vol.26, no.1, 80-89.
- Asgarlı, T., Yuca, H., Tekman, E., Aydın, B., Göger, G., Demirci, B., ... Gülşahin, Y (2025). Anatomical and Morphological Characteristics of *Salvia pachystachya* Trautv. (*Lamiaceae*) and Phytochemical Profiling and Bioactivities of Its Essential Oils and Extracts. *Flavour and Fragrance Journal*, vol.40, no.4, 735-764.
- Uğuz, H., Palabıyık, E., & Aşkın, H., (2022). Free Radicals, Oxidative Stress and Biological Effects of Oxidative Stress, Antioxidant Defense Sistem. *International Research in Health Sciences III* (pp.7-24), Konya: New York: Egitim Publishing Group, Inc..
- Varlı, M., Hancı, H., & Kalafat, G. (2020). Tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim potansiyeli ve biyoyararlılığı. *Research Journal of Biomedical and Biotechnology*, 1(1), 24-32.
- Uikey, J., 2024. Reviewing of Plant Belonging to *Lamiaceae* Family. *IJS DR*, Volume 9 Issue 3.
- Davis PH (1982). *Micromeria* Benth. In: Davis PH, editor. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 7. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press, pp. 329-331.
- Güllüce, M., Sökmen, M., Şahin, F., Sökmen, A., Adigüzel, A., & Özer, H. (2004). Biological activities of the essential oil and methanolic extract of *Micromeria fruticosa* (L) Druce ssp *serpyllifolia* (Bieb) PH Davis plants from the eastern Anatolia region of Turkey. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(7), 735-741.
- Aslan, İ., Çalmaşur, Ö., Şahin, F., & Çağlar, Ö. (2005). Insecticidal effects of essential plant oils against *Ephestia kuehniella* (Zell.), *Lasioderma serricorne* (F.) and *Sitophilus granarius* (L.)/Insektizide Wirkung essenzieller Pflanzenöle gegenüber *Ephestia kuehniella* (Zell.), *Lasioderma serricorne* (F.) und *Sitophilus granarius* (L.). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/Journal of Plant Diseases and Protection*, 257-267.
- Stefanakis, M. K., Papaioannou, C., Lianopoulou, V., Philotheou-Panou, E., Giannakoula, A. E., & Lazari, D. M. (2022). Seasonal variation of aromatic plants under cultivation conditions. *Plants*, 11(16), 2083.

- Baser, K. H. C., Kirimer, N., Özek, T., Tümen, G., & Karaer, F. (1996). Essential oil composition of three *Labiatae* endemic to Turkey (*Micromeria fruticosa* (L.) Druce subsp. *giresunica* PH Davis, *Sideritis lycia* Boiss. et Heldr. and *S. arguta* Boiss. et Heldr.). *Journal of Essential Oil Research*, 8(6), 699-701.
- Marinković, B., Marin, P. D., Knežević-Vukčević, J., Soković, M. D., & Brkić, D. (2002). Activity of essential oils of three *Micromeria* species (*Lamiaceae*) against micromycetes and bacteria. *Phytotherapy Research*, 16(4), 336-339.
- Telci, I., & Ceylan, M. (2007). Essential oil composition of *Micromeria fruticosa* Druce from Turkey. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(5).
- Salama, Y., & Al-Maharik, N. (2024). *Micromeria fruticosa* and *Foeniculum vulgare* essential oils inhibit melanoma cell growth and migration by targeting *MMP9* and *NFκB* signaling. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 11(1), 6.

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN LİSANSÜSTÜ EĞİTİME YÖNELİK TUTUMLARININ DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ

Buse Nur KAYA AY

Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Education, Department of Science Education, Tokat

ORCID: 0009-0002-0327-8828

Cansel KADIOĞLU AKBULUT

Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Education, Department of Science Education, Tokat

ORCID: 0000-0002-6908-1684

ÖZET

Lisansüstü eğitim, bireylerin bilgi düzeyini artırması ve akademik becerilerini geliştirmesi açısından önem taşır. Ancak, öğrencilerin bu eğitime yönelik tutumları, akademik başarı ve motivasyonları üzerinde belirleyici olabilir. Bu çalışma Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı'na devam eden öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarını belirlemeyi ve bu tutumların cinsiyet, medeni durum, çalışma durumu ve çocuk sahibi olma gibi demografik değişkenlere göre farklılaşıp farklılaşmadığını incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma Türkiye genelinde 44 üniversiteden 134 yüksek lisans öğrencisinin (102 kadın ve 32 erkek; 67 çalışan ve 67 çalışmayan; 93 bekâr ve 41 evli; 35 çocuklu ve 99 çocuksuz) katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada katılımcıların lisansüstü eğitime yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla *lisansüstü eğitimi değerli bulma*, *lisansüstü eğitime önem verme*, *lisansüstü eğitime yönelik direnç* olmak üzere üç alt boyuttan oluşan “Lisansüstü Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. Bulgular, öğrencilerin lisansüstü eğitimi genel olarak çok *değerli* ($M= 4.526$) ve *önemli* ($M= 3.859$) bulduklarını, aynı zamanda *direnç göstermediklerini* ($M= 1.392$) ortaya koymuştur. Demografik değişkenler açısından ise cinsiyet [*Pillai's Trace* = .035, $F(3,130) = 1.574$, $p > .05$, $\eta^2 = .035$], medeni durum [*Pillai's Trace* = .018, $F(3,130) = .806$, $p > .05$, $\eta^2 = .018$], çalışma durumu [*Wilks' Lambda* = .977, $F(3,130) = 1.009$, $p > .05$, $\eta^2 = .023$] ve çocuk sahibi olma durumunun [*Wilks' Lambda* = .970, $F(3,130) = 1.333$, $p > .05$, $\eta^2 = .030$] lisansüstü eğitime yönelik tutumda anlamlı bir farklılık yaratmadığı tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına dayanarak, lisansüstü eğitime yönelik tutumların demografik değişkenlerden bağımsız olarak olumlu seyrettiği; bu nedenle yüksek lisans programlarında bireyselleştirilmiş öğrenci destek sistemlerinin geliştirilmesinin önemli olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Tutum, lisansüstü eğitim, lisansüstü eğitime yönelik tutum, fen eğitimi

EXAMINATION OF SCIENCE EDUCATION MASTER'S STUDENTS' ATTITUDES TOWARDS GRADUATE EDUCATION IN TERMS OF DEMOGRAPHIC VARIABLES

ABSTRACT

Graduate education is important in terms of increasing individuals' level of knowledge and developing their academic skills. However, students' attitudes toward this education can be influential in terms of academic achievement and motivation. This study aimed to determine the attitudes of students enrolled in the Master's Program in Science Education toward graduate education and to examine whether these attitudes differ according to demographic variables such as gender, marital status, employment status, and parenthood. The study was conducted with the participation of 134 graduate students (102 females and 32 males; 67 employed and 67 unemployed; 93 single and 41 married; 35 with children and 99 without children) from 44 universities across Türkiye. In this study, the Postgraduate Education Attitude Scale, consisting of three sub-dimensions, namely *valuing graduate education*, *prioritizing graduate education*, and *resistance to graduate education*, was used to determine the attitudes of students in the Master of Science in Education program towards graduate education. The findings revealed that students generally find graduate education very *valuable* ($M= 4.526$) and *important* ($M= 3.859$) and *did not resist* ($M= 1.392$). In terms of demographic variables, gender [*Pillai's Trace* = .035, $F(3,130) = 1,574$, $p > .05$, $\eta^2 = .035$], marital status [*Pillai's Trace* = .018, $F(3,130) = .806$, $p > .05$, $\eta^2 = .018$], employment status [*Wilks' Lambda* = .977, $F(3,130) = 1.009$, $p > .05$, $\eta^2 = .023$], and parenthood [*Wilks' Lambda* = .970, $F(3,130) = 1.333$, $p > .05$, $\eta^2 = .030$] did not create a significant difference in attitudes toward graduate education. In summary, it can be concluded that attitudes toward graduate education remain positive regardless of demographic variables; therefore, it is important to develop individualized student support systems in master's programs.

Keywords: Attitude, graduate education, attitude towards graduate education, science education

1. GİRİŞ

Lisansüstü eğitim, lisans eğitimini tamamlayan bireyler için alanlarında uzmanlaşmalarının önemli bir adımı olarak görülmektedir. Aynı zamanda kişisel gelişimi destekleyerek bireylerin motivasyonunu artıran bir unsurdur. Lisansüstü eğitimin temel amacı, öğrencilerin bilimsel bilgiye erişme, bilgiyi değerlendirme, bağımsız araştırma yapma, elde ettikleri verilerle özgün bir bilimsel eser ortaya koyma ve bu eserleri yayımlama becerisine sahip birer araştırmacı

olmalarını sağlamaktır (Alhas, 2006; Çakar, 1997). Bu süreç, bireyin kariyerinde ilerlemek istediği alanda uzmanlaşmasına olanak sunarken, bilimsel araştırma potansiyelini artırır ve eleştirel düşünme gibi akademik nitelikler kazandırır. Ayrıca bireyin kendine olan inancını pekiştirir, başarıma umudunu güçlendirir ve özgüveninin yeniden yapılandırılmasına katkı sağlar. Bu nedenlerle, özellikle öğretmen yetiştirme programlarında yer alan bireyler için lisansüstü eğitim süreci, mesleki yeterliliklerini geliştirme ve eğitim ortamlarında daha etkili roller üstlenme açısından büyük önem taşımaktadır. Fen Bilgisi Eğitiminde, bireylerin olaylara eleştirel bakabilmesi, araştırma yaparak düşünebilmesi ve akademik olarak donanımlı olması önemlidir. Diğer tüm disiplinlerde olduğu gibi lisansüstü eğitim, fen bilgisi eğitiminde de eğitim-öğretim sürecine önemli katkılar sağlar. Ancak bu sürecin verimli olması için öğretmen adayları ve öğretmenlerin lisansüstü eğitime olumlu tutumlar beslemesi gerekir. Çünkü tutumlar, akademik sürece katılımı, araştırma ilgisini ve mesleki gelişimi etkiler. Tutum, bireyin belirli bir psikolojik objeye yönelik düşünce, duygu ve davranışlarını sistemli bir biçimde şekillendiren, ona özgü bir eğilim olarak tanımlanabilir (Kağıtçıbaşı, 1999). Bu nedenle tutum kavramının, eğitimin her alanında bireyleri başarıya ulaştırmada kolaylaştırıcı bir rol oynadığı ve bireyin sürece olan bağlılığını doğrudan etkilediği söylenebilir (Aksoğan ve Özdemir, 2022). Bu nedenle, fen bilgisi eğitimi alanında lisansüstü eğitime yönelik tutumların belirlenmesi, kaliteyi artıracak stratejilerin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca, öğretmen niteliğinin artması, eğitim politikalarının şekillenmesi ve programların değerlendirilmesi için önemli bir veri sağlar. Bu doğrultuda mevcut araştırma kapsamında, Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Programı'na devam eden bireylerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının hangi düzeyde olduğu ve cinsiyet, çalışma durumu, medeni durum ve çocuk sahibi olma durumu gibi demografik değişkenler açısından farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Çalışma kapsamında aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır.

1. Fen bilgisi eğitimi yüksek lisans programı öğrencilerinin lisansüstü eğitime yönelik tutumları hangi düzeydedir?
2. Fen bilgisi eğitimi yüksek lisans programı öğrencilerinin lisansüstü eğitime yönelik tutumları cinsiyet değişkeni açısından anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
3. Fen bilgisi eğitimi yüksek lisans programı öğrencilerinin lisansüstü eğitime yönelik tutumları çalışma durumu değişkeni açısından anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
4. Fen bilgisi eğitimi yüksek lisans programı öğrencilerinin lisansüstü eğitime yönelik tutumları medeni durum değişkeni açısından anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

5. Fen bilgisi eğitimi yüksek lisans programı öğrencilerinin lisansüstü eğitime yönelik tutumları çocuk sahibi olma durumu değişkeni açısından anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, nicel araştırma yöntemi kapsamında yürütülmüştür. Araştırmada hem mevcut durumu ortaya koymak hem de bazı demografik değişkenlere göre farklılıkları incelemek amacıyla betimsel tarama ve nedensel karşılaştırma modelleri birlikte kullanılmıştır. Betimsel tarama modeli, bir durumu olduğu gibi betimlemeyi amaçlar (Karasar, 2020). Bu kapsamda, Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı'na devam eden öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının hangi düzeyde olduğu belirlenmiştir. Nedensel karşılaştırma modeli ise, neden-sonuç ilişkisi kurmaksızın, mevcut gruplar arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını ortaya koymayı amaçlar (Karasar, 2020). Bu doğrultuda, fen bilgisi eğitimi yüksek lisans programı öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının cinsiyet, çalışma durumu, medeni durum ve çocuk sahibi olma durumu gibi demografik değişkenlere göre farklılaşp farklılaşmadığı incelenmiştir.

2.2 Evren ve Örneklem

Araştırma evrenini 2024-2025 eğitim-öğretim döneminde, Türkiye genelindeki Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programlarında öğrenim gören lisansüstü öğrencileri oluşturmaktadır. Veri toplama sürecinde tüm evrene ulaşabilmek amacıyla ilgili programın olduğu tüm üniversiteler ile araştırmanın kendi kurumlarında yürütülebilmesi için gerekli izni almak için resmi yoldan yazışmalar yürütülmüştür. İki aylık bir zaman diliminde gerçekleştirilen veri toplama sonucunda, 44 farklı üniversiteden toplam 134 (102 kadın ve 32 erkek; 67 çalışan ve 67 çalışmayan; 93 bekâr ve 41 evli; 35 çocuklu ve 99 çocuksuz) öğrenciye ulaşılmıştır.

2.3 Veri Toplama Araçları

2.3.1 Katılımcı Bilgi Formu

Araştırmada, Sarıaslan'ın (2022) çalışmasından uyarlanarak araştırmacı tarafından hazırlanan anket kullanılarak katılımcıların cinsiyet, medeni durum, çalışma durumu ve çocuk sahibi olma durumu gibi demografik bilgiler toplanmıştır.

2.3.2 Lisansüstü Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği

Bu araştırmada, Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Programı öğrencilerinin lisansüstü eğitime ilişkin tutumlarını ölçmek amacıyla Çetin ve diğerleri (2023) tarafından geliştirilen ‘Lisansüstü Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği’ kullanılmıştır. Ölçek 21 madde ve lisansüstü eğitimi değerli bulma, lisansüstü eğitime önem verme ve lisansüstü eğitime karşı direnç gösterme olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. Beşli Likert tipi olarak hazırlanan ölçek, “1 = Hiç katılmıyorum” ile “5 = Tamamen katılıyorum” arasında derecelendirilmiştir. Ölçeğin Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayıları bu çalışmada *lisansüstü eğitimi değerli bulma* için .86, *lisansüstü eğitime önem verme* için .83 ve *lisansüstü eğitime karşı direnç gösterme* için .86 olarak hesaplanmıştır.

2.4 Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci, Lisansüstü Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği’nin kullanımına ilişkin araştırmacılardan gerekli izinlerin alınmasıyla başlamıştır. Daha sonra gerekli etik izin alınmıştır. Google Forms platformu üzerinden dijital olarak hazırlanan ölçek, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü aracılığıyla, Türkiye genelinde Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans programı bulunan tüm üniversitelere resmi yazışmalarla gönderilmiştir. Bu üniversitelerden, araştırmanın kendi kurumlarında yürütülebilmesi için gerekli izinler talep edilmiştir. İzin veren üniversitelerde, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı’nda görev yapan öğretim üyelerine, danışmanlık yaptıkları veya lisansüstü derslerini yürüttükleri öğrenci gruplarıyla paylaşımları için araştırma linki e-posta yoluyla iletilmiş ve destekleri istenmiştir. Veri toplama süreci yaklaşık iki aylık sürede tamamlanmıştır.

2.5 Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan veriler, SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Öncelikle, katılımcıların demografik bilgilerine ilişkin betimsel istatistikler (en düşük değer, en yüksek değer, aritmetik ortalama, standart sapma) hesaplanmıştır. Araştırmanın temel amacı doğrultusunda, lisansüstü eğitime yönelik tutumların genel düzeyini belirlemek için tutum ölçeğinin alt boyutları olan “*lisansüstü eğitimi değerli bulma*”, “*lisansüstü eğitime önem verme*” ve “*lisansüstü eğitime yönelik direnç*” boyutlarındaki ortalamalar incelenmiştir. Demografik değişkenlerin (cinsiyet, çalışma durumu, medeni durum, çocuk sahibi olma durumu) lisansüstü eğitime yönelik tutumlarda anlamlı farklılık yaratıp yaratmadığını belirlemek için Çok Değişkenli Varyans Analizi (MANOVA) uygulanmıştır. MANOVA sonuçlarında cinsiyet ve medeni durum değişkenleri için varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımı sağlanmadığından *Pillai’s Trace* istatistiği, çalışma durumu ve

çocuk sahibi olma durumu değişkenleri için varyans-kovaryans matrislerinin eşitliği varsayımı sağlandığından *Wilks' Lambda* istatistikleri kullanılarak gruplar arasındaki farklar değerlendirilmiştir. Anlamlılık düzeyi .05 olarak belirlenmiştir.

3.BULGULAR

Fen Bilgisi Eğitimi Yüksek Lisans Programı öğrencilerinin lisansüstü eğitime yönelik tutum düzeylerini tespit etmeye yönelik birinci araştırma sorusunu yanıtlamak için kullanılan betimsel istatistik değerleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Öğrencilerinin lisansüstü eğitime yönelik tutum düzeylerini tespit etmeye yönelik betimsel istatistikler

Alt Boyut	Cinsiyet	N	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	$\bar{X}$	SS	Düzye
Lisansüstü Eğitimi Değerli Bulma	Kadın	102	3.22	5.00	4.549	.431	Çok Yüksek
	Erkek	32	2.78	5.00	4.350	.515	Çok Yüksek
	Çalışan	67	2.78	5.00	4.492	.465	Çok Yüksek
	Çalışmayan	67	3.44	5.00	4.510	.454	Çok Yüksek
	Bekar	93	3.44	5.00	4.536	.430	Çok Yüksek
	Evli	41	2.78	5.00	4.422	.514	Çok Yüksek
	Çocuklu	35	2.78	5.00	4.434	.485	Çok Yüksek
	Çocuksuz	99	3.22	5.00	4.525	.449	Çok Yüksek
	Toplam	134	3.05	5.00	4.477	.467	Çok Yüksek
Lisansüstü Eğitime Önem Verme	Kadın	102	2.17	5.00	3.875	.777	Yüksek
	Erkek	32	2.67	4.67	3.708	.515	Yüksek
	Çalışan	67	2.33	5.00	3.743	.736	Yüksek
	Çalışmayan	67	2.17	5.00	3.927	.706	Yüksek
	Bekar	93	2.17	5.00	3.869	.719	Yüksek
	Evli	41	2.33	5.00	3.760	.740	Yüksek
	Çocuklu	35	2.33	5.00	3.690	.670	Yüksek
	Çocuksuz	99	2.17	5.00	3.887	.739	Yüksek
	Toplam	134	2.29	4.95	3.807	.700	Yüksek
Lisansüstü Eğitime Yönelik Direnç	Kadın	102	1.00	3.67	1.352	.576	Çok Düşük
	Erkek	32	1.00	3.17	1.463	.565	Çok Düşük
	Çalışan	67	1.00	3.50	1.412	.593	Çok Düşük
	Çalışmayan	67	1.00	3.60	1.345	.555	Çok Düşük
	Bekar	93	1.00	3.67	1.333	.519	Çok Düşük
	Evli	41	1.00	3.50	1.483	.675	Çok Düşük
	Çocuklu	35	1.00	3.00	1.342	.523	Çok Düşük
	Çocuksuz	99	1.00	3.67	1.392	.592	Çok Düşük
	Toplam	134	1.00	3.47	1.390	.574	Çok Düşük

Öğrencilerin lisansüstü eğitimi genel olarak çok değerli ($M= 4.526$) ($SS= .467$) ve önemli ($M= 3.859$) ($SS= .576$) bulduklarını, aynı zamanda direnç göstermediklerini ($M= 1.392$) ($SS= .574$) ortaya koymuştur.

İkinci araştırma sorusunda Lisansüstü Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği'nin alt boyutları cinsiyete göre incelenmiştir. MANOVA sonucunda, cinsiyetin ölçeğin alt boyutları üzerinde anlamlı bir

etkisinin olmadığı görülmüştür [*Pillai's Trace* = .035, $F(3.130) = 1.574$, $p > .05$, $\eta^2 = .035$]. Bu sonuç, kadın ve erkek öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının alt boyutları bakımından benzer düzeyde olduğunu göstermektedir.

Üçüncü araştırma sorusunda Lisansüstü Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği'nin alt boyutları çalışma durumuna göre incelenmiştir. MANOVA sonucunda, çalışma durumunun ölçeğin alt boyutları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür [*Wilks' Lambda* = .977, $F(3.130) = 1.009$, $p > .05$, $\eta^2 = .023$]. Bu sonuç, öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının çalışma durumuna göre benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Dördüncü araştırma sorusunda Lisansüstü Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği'nin alt boyutları medeni duruma göre incelenmiştir. MANOVA sonucunda, medeni durumun ölçeğin alt boyutları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmüştür [*Pillai's Trace* = .018, $F(3.130) = .806$, $p > .05$, $\eta^2 = .018$]. Bu bulgu, öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının medeni durum değişkenine göre benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Beşinci araştırma sorusuna yönelik olarak Lisansüstü Eğitime Yönelik Tutum Ölçeği'nin alt boyutları çocuk sahibi olma durumuna göre incelenmiştir. MANOVA sonucunda, çocuk sahibi olma durumunun ölçeğin alt boyutları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı bulunmuştur [*Wilks' Lambda* = .970, $F(3.130) = 1.333$, $p > .05$, $\eta^2 = .030$]. Bu bulgu, öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının çocuk sahibi olup olmamalarına göre benzer düzeyde olduğunu göstermektedir.

4. SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencilerinin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarını incelemiştir. Araştırma bulgularına göre öğrenciler genel olarak lisansüstü eğitimi çok değerli ve önemli bulmakta, lisansüstü eğitime karşı direnç göstermemektedir. Çalışmanın sonuçları, literatürde lisansüstü eğitimin akademik ve mesleki gelişime katkı sağladığına yönelik bulguları destekler niteliktedir (Maviş Sevim ve Akın, 2021). Ayrıca, cinsiyet, çalışma durumu, medeni durum ve çocuk sahibi olma gibi demografik değişkenlerin öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarında anlamlı bir farklılık yaratmadığı belirlenmiştir. Bu da lisansüstü eğitimin öğrencilerde güçlü bir akademik tutum yarattığını göstermektedir. Demografik değişkenlerin tutumda anlamlı farklılık yaratmaması, lisansüstü eğitime yönelik olumlu tutumun geniş bir öğrenci kitlesinde ortak olduğunu düşündürmektedir. Farklılık bulunmamasını lisansüstü eğitimin öğrenciler için ortak bir değer haline gelmesiyle ve eğitim sürecinin tüm öğrenciler için anlamlı olmasıyla ilişkilendirebiliriz.

Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, yüksek lisans programlarında öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik olumlu tutumlarının desteklenmesi için bireyselleştirilmiş öğrenci danışmanlık ve rehberlik sistemleri geliştirilebilir. Öğrencilerin bu olumlu tutumlarını korumak için üniversitelerin destekleyici akademik ortam yaratması önemlidir. Öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik olumlu tutumlarının sürdürülebilmesi için akademik danışmanlık, destekleyici programlar yaygınlaştırılabilir. Üniversitelerde lisans öğrencilerine yönelik tanıtım ve farkındalık etkinlikleri düzenlenerek lisansüstü eğitimin önemi vurgulanabilir. Gelecekte yapılacak çalışmaların daha geniş ve farklı bölgesel örneklerle gerçekleştirilmesi, bulguların genellenebilirliğini artırabilir. Boylamsal araştırmalar yapılarak öğrencilerin lisansüstü eğitime yönelik tutumlarının zaman içindeki değişimi izlenebilir

KAYNAKÇA

- Akın, U. & Maviş Sevim, F. Ö. (2021). Öğretmenlerin mesleki gelişimlerinde lisansüstü eğitimin rolü: Mezun olmak yeterli mi? *Eğitim ve Bilim Dergisi*, (Erken Görünüm), 1- 28.
- Aksoğan, M. & Özdemir, O. (2022). Tutum ve Motivasyonun Akademik Başarı Üzerindeki Etkilerinin Yapısal Eşitlik Modellemesi ile İncelenmesi, *Birey ve Toplum Sosyal Bilimler Dergisi*, 12 (1), 207-222.
- Alhas, A. (2006), *Lisansüstü Eğitim Yapmakta Olan Milli Eğitim Bakanlığı Öğretmenlerinin Lisansüstü Eğitime Bakış Açıları (Ankara İli Örneği)*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Çakar, Ö. (1997). Fen bilimleri alanında bilim adamı yetiştirme: Lisansüstü eğitim. *In TÜBA Bilimsel Toplantı Serileri* (No. 7, pp. 65–75). Türkiye Bilimler Akademisi.
- Çetin, Ş., Eke, K., Yılmaz Tam, H. B., Taşkın Gökçe, T. G., & Görkaş Kayabaşı, B. (2023). Development of postgraduate education attitude scale (PEAS): Validity and reliability study. *Journal of Teacher Education and Lifelong Learning*, 5(1), 295–306. <https://doi.org/10.51535/tell.1268124>
- İlter, İ. (2020). Lisansüstü Öğrenim Gören Öğretmenlerin Lisansüstü Eğitime Yönelik Tutumlarının Değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49, 263-292.
- Kağıtçıbaşı, Ç. (1999). *Yeni İnsan ve İnsanlar*. İstanbul. Evrim Yayınevi
- Karasar, N. (2020). *Bilimsel araştırma yöntemi* (35. baskı). Nobel Yayıncılık.
- Sarıaslan, N. (2022). *Fen bilgisi eğitimi yüksek lisans programı öğrencilerinin pandemi sürecindeki akademik motivasyonları ile akademik erteleme davranışları*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

UZAKTAN EĞİTİMDE SINAV EVRAKLARININ LOJİSTİĞİNDE KAREKOD TABANLI TAKİP SİSTEMİ İLE HATA ORANININ MİNİMİZE EDİLMESİ

Yasin SANCAR

Ataturk University, Faculty of Open and Distance Education, Department of Computer Science,
25240 Yakutiye, Erzurum

ORCID: 0000-0002-4200-1293

ÖZET

Uzaktan eğitim kapsamında yürütülen sınav organizasyonlarında evrakların illere gönderimi, ciddi lojistik süreçleri beraberinde getirmektedir. Geleneksel olarak manuel yöntemlerle gerçekleştirilen kutulama, etiketleme ve takip işlemleri; evrakların yanlış kutulanması, eksik teslim edilmesi ve karışıklık gibi birçok operasyonel hataya neden olabilmektedir. Bu çalışmada, bu sorunlara çözüm sunmak amacıyla geliştirilen karekod tabanlı dijital takip sistemi tanıtılmaktadır. Her bir sınav evrakına ve gönderim kutusuna benzersiz karekodlar basılarak, kutulama ve sevk işlemleri sırasında el tipi okuyucular yardımıyla evrak-kutu-merkez eşleştirmesi yapılmaktadır. Sistem üzerinden tüm süreç dijital olarak izlenebilmekte, sevk ve teslim aşamalarında doğrulama sağlanabilmektedir. Pilot uygulamalar ve yaygınlaştırma süreci sonucunda, önceki yıllarda %3–5 arasında olan hata oranının %0'a indiği, işlem süresinde ise yaklaşık %40 oranında zaman tasarrufu sağlandığı gözlemlenmiştir. Ayrıca teslimat süreci dijital doğrulama sayesinde iki kat hızlanmıştır. Kullanıcı geri bildirimleri de sistemin güvenilirliğini ve pratikliğini desteklemektedir. Bu çalışma, sınav lojistiğinde dijitalleşmenin sağladığı katkıları göstermekte ve benzer operasyonlar yürüten kurumlara örnek teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan eğitim, Dijital doğrulama, Sınav lojistiği, Karekod

MINIMIZING ERROR RATES IN THE LOGISTICS OF EXAM DOCUMENTS IN DISTANCE EDUCATION USING A QR CODE-BASED TRACKING SYSTEM ABSTRACT

The delivery of documents to provinces for exam organizations conducted within the scope of distance education involves serious logistical processes. Packaging, labeling, and tracking, which are traditionally carried out manually, can cause many operational errors such as incorrect packaging, incomplete delivery, and confusion. This study introduces a QR code-based digital tracking system developed to address these issues. Unique QR codes are printed on each exam document and shipping box, and handheld readers are used during packaging and shipping to match documents, boxes, and centers. The entire process can be digitally tracked through the system, and verification can be provided during the shipping and delivery stages. As a result of pilot applications and the rollout process, it was observed that the error rate, which

was between 3% and 5% in previous years, was reduced to 0%, and approximately 40% time savings were achieved in the process duration. In addition, the delivery process has doubled in speed thanks to digital verification. User feedback also supports the reliability and practicality of the system. This study demonstrates the contributions of digitalization in exam logistics and serves as an example for institutions conducting similar operations.

Keywords: Distance education, Digital verification, Exam logistics, QR code

1. INTRODUCTION

Distance learning practices, particularly during large-scale exams, involve complex logistical operations that require meticulous coordination. The secure, accurate, and timely delivery of exam materials from central locations to provincial exam centers is a mission-critical task for educational institutions. However, manual processes introduce a wide range of potential errors such as mispackaging, delivery to incorrect venues, or omission of essential documents which jeopardize both operational efficiency and exam security. To address these challenges, educational institutions are increasingly turning to digital solutions, particularly QR code-based document tracking systems, to improve the traceability and integrity of exam logistics.

QR codes provide a fast and reliable method to encode document metadata, enabling efficient verification and routing. The integration of QR technology into document handling processes has been shown to reduce errors and streamline workflows. Rimando and Corpuz (2022), for instance, proposed a real-time school form tracking system that embedded QR codes with watermarking algorithms to enhance both traceability and data security. Their findings indicated a significant reduction in human error and an increase in operational transparency. Similarly, Hungund et al. (2019) developed an automated examination management system and found that digital tracking reduced error rates and improved processing speed compared to manual workflows.

Beyond educational settings, QR code technology has seen widespread application in logistics and public sector operations. Chen et al. (2023) demonstrated that adaptive binarization techniques for QR codes improved automatic sorting in logistics chains, emphasizing the relevance of visual code recognition for efficient operations. This highlights the potential for similar technological mechanisms to be adapted for the educational sector, especially in exam document transportation and verification.

QR code usage has also been combined with SMS notification systems in administrative domains. Secugal et al. (2021) developed a QR and SMS-based transaction interface for scholarship management, enabling transparent communication and document tracking in real-

time. Their implementation underscores the added value of integrating digital traceability with alert mechanisms an approach that can be analogously beneficial for critical exam document management scenarios.

Küçükaltan and Herand (2014) investigated the use of QR codes in marketing operations of logistics firms, concluding that QR-enhanced tracking methods improve customer satisfaction and reduce delivery errors. Although their work focused on logistics branding, the principles of transparency, accuracy, and real-time status tracking are directly applicable to high-stakes exam logistics, where every misstep can have serious academic consequences.

Finally, Ally (2022) reviewed security challenges and technical countermeasures for online examinations conducted on Moodle. While his focus was on software-based exam environments, the findings emphasized the broader need for institutional readiness in digital exam management, especially in areas like access control, real-time monitoring, and document validation. These dimensions are equally critical in the physical transport and tracking of exam papers, where chain-of-custody concerns remain prominent.

Taken together, the literature points to a strong consensus: QR code-based systems, especially when integrated with broader digital infrastructure, can play a transformative role in managing and securing large-scale educational logistics. The present study builds upon this foundation by implementing a QR-driven tracking system specifically tailored to the exam logistics of distance learning programs in Turkey, focusing on error minimization, traceability, and end-to-end operational efficiency.

In the organization of centralized exams within distance learning systems, the process of sending exam documents to provinces is generally carried out manually. In this process, exam documents are placed in boxes one by one, labels are written on the boxes, and shipping lists are prepared and checked manually. However, the following problems arise during these operations:

- Wrong documents being sent to the wrong province
- Incomplete boxes or empty boxes
- Wrong labels being affixed to boxes
- Documents getting mixed up during return shipments
- Inability to digitally track which box went with which exam

These errors not only cause time loss, but can also compromise exam security and the institution's reputation. Therefore, there is a need for a system based on digital verification that leaves no room for human error in the process.

2. MATERIAL AND METHODS

The study introduces a digital tracking and verification system developed to minimize human-caused errors in the logistics processes of centralized exams conducted throughout Turkey. In the past, document mix-ups, missing or misdirected documents, and distribution errors frequently occurred during the manual preparation and packaging of exam documents. Especially in exams involving a large number of buildings and halls, ensuring that documents reached the right place was dependent on human intervention and therefore carried a high risk of error. As a solution to this problem, a barcode-based tracking and matching system was designed and implemented for use throughout the process, from document preparation to shipment.

In the sample exam where the system was implemented, a total of 215,433 students were served, and 23,091 exam halls were actively used in 1,944 different exam buildings across Turkey during this process. In an exam organization of this scale, it was necessary to prepare special boxes for each building and hall. The boxes used for this purpose were divided into two main categories: building boxes and room boxes. Building boxes were defined as only one per exam building. These boxes contained spare booklets, spare optical forms, administrative documents belonging to the building supervisor, and box locks, which had to be delivered to the building exam supervisor. On the other hand, the hall boxes, prepared separately for each exam hall, contain the official documents belonging to the hall supervisor, the protected exam document bags, the booklets for the relevant hall, the students' optical answer sheets, and again the locking mechanisms.

The QR code structure, which forms the basis of the system, is designed to be integrated on both documents and boxes. A unique QR code has been created for each document and box; this QR code contains distinguishing information such as the building code, room code, and document type. During the document production phase, the QR codes on each document were scanned using QR code reader devices and matched with the system, and the central system determined which document should be placed in which box. Similarly, box labels were automatically generated by the system, physically affixed to the boxes, and QR-coded to match the box's contents.

After the preparation process, the boxes are made ready for shipment, and QR code scans are performed again during transport to ensure traceability throughout the logistics chain. This enables full digital control not only during document production and placement but also during transportation and delivery. Thanks to all these processes, problems encountered in the past,

such as document loss and incorrect building or room directions, have been reduced to zero; the workload of the personnel involved in the process has been reduced, and operational efficiency has increased significantly. In addition, as the system offers backward tracking and reporting capabilities, it has contributed to the audit processes and developed a transparent exam organization model.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The developed QR code-based tracking and verification system has been actively implemented in the process of sending exams organized within the scope of distance education to provincial cities. The system was initially planned to be piloted in a limited number of provinces, but due to the positive feedback and success rates obtained from these applications, it has been rolled out to all exam centers nationwide. During the implementation process, unique QR codes were centrally generated for each exam document and box, and these QR codes were printed on both the documents and the boxes. The system dynamically matched the documents placed inside the boxes with the labels on the boxes, and all matches were recorded in the system database via specially assigned QR code readers. The distribution of students, buildings, and exam halls involved in the distance education assessment process is detailed in Table 1, providing a comprehensive overview of the operational scale and logistical complexity addressed by the QR code-based tracking system.

Table 1. Application Outcomes

Evaluation Criteria	Before Implementation (Average)	After Implementation
Error Rate	3–5%	0%
Boxing Duration	100 units	60 units (40% gain)
Delivery Confirmation Time	1x	2x (twice as fast)
Staff Feedback	Mixed/Negative	Positive and secure
Administrator Satisfaction	Unclear	High

Throughout the shipping process, each stage was digitally tracked, and every movement was recorded in the system with a timestamp. This enabled real-time access to all details, such as where the boxes were prepared, which vehicle they were loaded onto, and when they arrived at which exam building. Post-delivery analyses showed that the application significantly reduced error rates. In previous years' exam organizations, logistical errors such as incorrect delivery, missing documents, or box mix-ups were detected in approximately 3% to 5% of exam boxes each year. With the implementation of the new system, starting with a pilot application and

spreading nationwide, this error rate has dropped to zero. All data records of the system confirm this result.

The application has not only increased the accuracy rate but also provided significant time and labor savings in operational processes. An average of 40% time savings has been achieved in the boxing process, allowing the document preparation process to be completed in a shorter time. Similarly, the delivery process has been carried out twice as fast compared to manual control processes thanks to the digital verification mechanism. Qualified feedback from the field has documented that personnel involved in the process completed their tasks more quickly and securely, and experienced less stress regarding potential errors. Building managers and senior exam administrators at exam centers have provided positive feedback, particularly emphasizing the user-friendly design of the system and the traceability it provides.

The findings show that the developed system not only eliminated the error rate in exam logistics but also made the process more efficient in terms of time and enabled the retrospective auditing of all steps thanks to the digital recording infrastructure. In this respect, the system offers a much more reliable and sustainable exam management model compared to traditional methods.

CONCLUSIONS

This study has revealed the effects of a QR code-based digital tracking system developed to minimize logistical errors encountered in exam organizations conducted within the scope of distance education and to increase traceability by digitizing processes. Traditional methods of manually packing, labeling, and shipping exam documents were prone to human error, time-consuming, and difficult to monitor. In large-scale exam operations involving hundreds of thousands of students, thousands of buildings, and tens of thousands of exam rooms each year, error margins could lead to serious problems.

With the developed system, each document and box was labeled with barcodes containing information (building/room code, content type, etc.); staff performed the operations using barcode readers, and the entire shipping process was tracked digitally. The implementation of the system in a large-scale organization involving 215,433 students, 1,944 buildings, and 23,091 rooms made it possible to test it under real-life conditions. The process, which began with pilot applications, evolved into a full-scale transformation across the country. As a result of the application, it was observed that the error rate was reduced to zero, the processing time was significantly shortened, and the entire process could be managed in a more secure and transparent manner.

The system's highly successful results serve as an important example not only for examination organizations but also for other document management, logistics, and archiving processes within the public and private sectors. The use of digital tracking systems, especially in high-volume, sensitive, and multi-stage operations, minimizes operational errors and simultaneously strengthens institutions' information security, accountability, and corporate memory.

In conclusion, this study demonstrates with concrete data that digitalization is not merely a technical transformation; it also directly contributes to quality, speed, and security in business processes. The success achieved serves as a model for other institutions and organizations conducting similar processes. In this context, the sustainability of the system must be ensured, user training must be increased, and the infrastructure must be continuously updated in line with developing technologies.

REFERENCES

- Hungund, B. H., Shaikh, A., Owais, G., Ali, A. S., & Dumane, P. (2019). Automated system for management of examination processes. 2019 International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE), 1–6. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICNTE44896.2019.8945945>
- Rimando, M. K. V., & Corpuz, R. R. (2022). A real time tracking system for school forms using QR codes with watermarking algorithm. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Neural Network (JAIMLNN)*, 2799–1172.
- Secugal, K. A. S., Sermenio, J. P., & Mistio, N. E. (2021). QR-code tracking and SMS notification transaction interface for scholarship management system. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 18(4), 1–8.
- Küçükaltan, B., & Herand, D. (2014). QR code usage for marketing activities of logistics companies. *Management*, 4(3A), 27–33.
- Chen, R., Li, W., Lan, K., Xiao, J., Wang, L., & Lu, X. (2023). Fast adaptive binarization of QR code images for automatic sorting in logistics systems. *Electronics*, 12(2), 286. <https://doi.org/10.3390/electronics12020286>
- Ally, S. (2022). Review of online examination security for the Moodle learning management system. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 18(1), 107–124.

APPLICATIONS OF THREE-PHASE PARTITIONING METHOD IN BIOTECHNOLOGY

Rahime ALTINTAS

Atatürk University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum

ORCID: 0000-0000-1700-8480

Handan UĞUZ BAYRAKÇEKEN

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Erzurum

ORCID: 0000-0001-5444-145

ABSTRACT

Chromatographic and non-chromatographic methods are used to separate target molecules from complex biological mixtures. Purification of target molecules by traditional methods consists of several laborious, costly, and time-consuming steps. Alternative recovery techniques have been developed to overcome these disadvantages. Three-phase partitioning (TPP), a non-chromatographic method, is widely used in the separation of target proteins, but is also a powerful biotechnology method used for the separation and purification of molecules such as enzymes, polysaccharides, antioxidants, phytochemicals and pigments. Although this method was initially developed as an upstream technique, it is often used as a downstream method for small-scale isolation. The three-phase separation method commonly uses an organic solvent such as ammonium sulfate salt and tert-butanol, resulting in three phases after an hour of incubation. These phases are separated as lower phase polar compounds (polysaccharides, etc.), intermediate phase protein, and upper phase non-polar structures (fatty acids and pigments). In addition, this method offers high selectivity, efficiency and scalability, and is widely used in biotechnology, especially in areas such as protein engineering, biopharmaceuticals and biofuel production. In addition, it is effectively used to purify recombinant proteins, recover enzymes, and isolate plasmid DNA. This study demonstrates the three-phase partitioning method's efficiency and versatile application potential, providing a new perspective for future research and industrial applications

Keywords: Chromatographic methods, Three phase partitioning (TPP), biotechnological applications

ÜÇ FAZLI AYIRMA YÖNTEMİNİN BİYOTEKNOLOJİDEKİ UYGULAMALARI

ÖZET

Karmaşık biyolojik karışımlardan hedef molekülleri ayrılması için kromatografik yöntemler ve non kromatografik yöntemler kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemlerle hedef moleküllerin saflaştırılması, zahmetli, maliyetli ve zaman alıcı birkaç adımdan oluşmaktadır. Bu dezavantajları aşmak için alternatif geri kazanım teknikleri geliştirilmiştir. Non kromatografik

bir yöntem olan Üç fazlı ayırma (TPP), yaygın olarak hedef proteinlerin ayrılmasında kullanılsa da aynı zamanda enzimler, polisakkaritler, antioksidanlar, fitokimyasallar ve pigment vb. molekülerin ayrılması ve saflaştırılması için kullanılan güçlü bir biyoteknoloji yöntemidir. Bu yöntem başlangıçta bir up stream tekniği olarak geliştirilmiş olsa da sıklıkla küçük ölçeklerde izolasyon işlemi için down stream yöntemi olarak kullanılmaktadır. Üç fazlı ayırma yöntemi, yaygın olarak amonyum sülfat tuzu ve tert- bütanol gibi organik bir çözücü kullanılarak bir saatlik inkübasyon sonunda üç faz oluşmaktadır. Bu fazlar alt faz polar bileşikler (polisakkaritler vb), ara faz protein ve üst faz ise non polar yapılar (yağ asitler ve pigmentler) olarak ayrılmaktadır. Ayrıca bu yöntem yüksek seçicilik, verimlilik ve ölçeklenebilirlik sunarak biyoteknolojide özellikle protein mühendisliği, biyofarmasötikler ve biyoyakıt üretimi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte rekombinant proteinlerin saflaştırılmasında, enzimlerin geri kazanılmasında ve plazmid DNA'nın izolasyonunda etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışma ile üç fazlı partitioning yönteminin etkinliğini ve çok yönlü uygulama potansiyelini ortaya koyarak, gelecekteki araştırmalara ve endüstriyel uygulamalara yönelik yeni bir perspektif sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kromatografik yöntemler, Üç fazlı ayırma (TPP), Biyoteknolojik uygulamalar

1. INTRODUCTION

Although many purification methods have been described from past to present, most of them are not used frequently. Many of these purification techniques are expensive, time-consuming, environmentally unfriendly, involve numerous steps, and are difficult to scale (Kelley *et al.* 2009). Given these challenges, there is a clear need for simpler, more efficient, and more economical purification strategies, particularly for the separation and purification of biologically important macromolecules. This need has led to the most extensive research in biotechnology, particularly for the efficient extraction of macromolecules, fatty acids, pigments, and phenolic compounds. Advances in molecular biology, particularly for proteins and enzymes, have led to an increased focus on developing economical, scalable, high-yield, and consistent techniques (Gupta and Roy 2021). Various bioseparation techniques, including chromatographic and non-chromatographic techniques, can be based on membrane affinity, hydrophobic interaction, or ion exchange. Chromatographic techniques provide finer resolution, are costly, and are difficult to scale. Therefore, to meet the increasing need for large-scale enzyme and protein production, several techniques have been developed, mostly based on affinity separation or precipitation, in non-chromatographic procedures (Rather and Gupta

2013). Separation and purification processes for enzyme production in these substances often constitute a significant portion of the total production cost. Significant efforts are being directed towards the development of biotechnology processes, where recombinant therapeutic proteins, food proteins, and industrial enzymes are increasingly making a significant impact on the global market.

The production and purification of some proteins depends on their intended use; proteins or enzymes are purified based on their intended use. If the protein purification process is not properly designed, feasibility problems in production can arise due to economic and technical reasons. The steps in the protein or enzyme production process include isolation, concentration, and purification. Protein recovery poses a significant challenge due to the high chemical consumption and expensive equipment requirements, which increase the cost of purified products. Methods used for protein purification and extraction include aqueous two-phase separation, aqueous two-phase flotation, precipitation with smart polymers, magnetization, micellar extraction, and perfusion chromatography. However, these methods do not achieve the desired results in terms of time, cost, and, importantly, yield and purification coefficient. Therefore, considerable effort and interest has been devoted to the development of new separation and purification techniques that can reduce processing time, be more cost-effective, have lower energy input, and are non-toxic and environmentally friendly. In this direction, the three-phase separation (TPP) method, a technique first described by Lovrien's group, has been used extensively to purify various target proteins (Lovrien *et al.* 1987).

However, in later periods, Gupta, together with Roy and his colleagues, established the detailed function and application areas of the TPP method, a new technique for the separation and purification of biological molecules (Gupta and Roy 2021). They extracted enzymes and oils from many microbial and plant extracts and developed a comprehensive version of the TPP method with a macroaffinity ligand. Gupta comprehensively justified the use of the TPP method for extracting not only proteins but also other biological substances such as polysaccharides, lipids, phenolic compounds, pigments, and DNA (Gupta 2021). In one study, macroaffinity, enzyme-assisted, metal ion-assisted, ionic liquid, microwave, and ultrasound-assisted TPP methods were integrated to extract enzymes and biomolecules such as antioxidants from plant extracts (Patil and Rathod, 2021). In another study, comprehensive research was conducted on the use of the TPP method to extract many bioactive compounds frequently used in the food and medical fields, and the mechanism of this method was understood (Yan *et al.* 2018).

The TPP method, which generally involves the concentration and partial purification of biomolecules, plays a crucial role in both downstream and upstream processes in bioprocess engineering. The upstream process consists of the production of proteins and enzymes (biomolecules), etc. This stage typically involves the fermentation of microbial cells or cell cultures. While the TPP method is not directly involved in this stage, it facilitates downstream processing, making upstream processing more efficient. The downstream process, on the other hand, involves the purification and formulation of the produced biomolecules. The greatest impact of the TPP method is realized at this stage. TPP can be used in place of or in conjunction with traditional methods (chromatography, ultrafiltration, etc.), thus revolutionizing the downstream process. The TPP method typically involves shaking and centrifuging a plant or microbial extract with a salt concentration (usually ammonium sulfate) and an extract/organic solvent ratio (usually t-butanol) to form three phases. This simple separation method, due to its short duration, has wide application in laboratories. In addition to being a simple method, the technique is cheaper and lighter and can be evaluated on crude solution at room temperature, making the process practical and compact (Yan *et al.* 2018). This TPP method is used for the extraction and purification of most biomolecules, including proteins, polysaccharides, phytochemicals, pigments, oils, and antioxidants. TPP yönteminin mekanizmasına bakıldığında, proteinleri saflaştırmak için kullanılan, su, t-butanol ve amonyum sülfat gibi bileşenlerin üç fazlı diyagramları kullanılarak optimize edilen bir yöntemdir. Bu süreç, hedeflenen proteinlerin kararlı bir orta tabaka (jel fazı) içinde birikmesiyle gerçekleşir. Protein ayrımının verimi, sistemin bileşimine, özellikle de arayüzey gerilimine bağlıdır. Düşük arayüzey gerilimine sahip sistemlerde yüksek protein verimi elde edilirken, aynı zamanda enzim aktivitesinin korunmasına da katkıda bulunur. İlginç bir şekilde, bir proteini çöktirmek için gereken tuz miktarı, moleküler ağırlığıyla ters orantılıdır ve başlangıç protein konsantrasyonunun orta fazdaki protein miktarını etkilemediği gözlemlenmiştir (Sonar ve Rathod 2020; Sarkar *et al.* 2020).

The basic mechanism of this method is explained by hydrophobicity and interfacial adsorption. Proteins adsorb at the interface between two immiscible liquids, forming a physical gel network. This gel is defined as a particle gel formed by the adhesion of proteins to the droplet surface. The gel phase has a high liquid content and a low protein concentration. High interfacial viscoelasticity increases the stability of the intermediate phase. During TPP, slight structural changes may occur in proteins, leading to gel hardening and increased viscosity (Gupta and Roy 2021).

The mechanism behind intermediate phase formation is based on the formation and stabilization of the emulsion. The mixing process leads to the formation of emulsion droplets between two immiscible phases. The balance between the coalescence of these droplets and the hardness of the interfacial layer, which inhibits coalescence, ensures the formation of a stable intermediate phase. The rheological behavior of the interface is influenced by various factors, including protein concentration, protein structure, and salt concentration. Microscopic observations confirm that emulsification is an essential step of this process (Rather and Gupta 2013; Pereira *et al.* 2022).

The TPP method is not only a purification technique but also induces structural changes that can increase the catalytic activity of enzymes. This positive effect is attributed to various factors, including electrostatic forces and shifts in protein hydration (Dennison 2012). A crystallographic study of Proteinase K purified with TPP has provided important insights into the mechanism behind this process.

Studies using the TPP method have shown how structural changes occur. Studies to date have shown that water molecules are removed from the substrate binding site of TPP-treated Proteinase K, and two acetate ions are inserted into this site. One of these ions enhances the enzyme's catalytic activity by mimicking the function of two water molecules in the active site, while the other stabilizes the local structure on the enzyme's surface (Choonia and Lele *et al.* 2013). Higher B-factors in the treated enzyme indicate increased molecular flexibility and a more excited state of the enzyme. This increased flexibility can increase the enzyme's reaction rate. However, these structural changes are not large enough to disrupt the overall structure of the enzyme; essential regions, such as the catalytic triad, remain intact. Studies on different enzymes have revealed that the effects of TPP vary depending on the enzyme type (Khambhaty 2020).

In one study, only a marginal increase in the specific activity of α -amylase was observed, while β -galactosidase activity decreased due to its oligomeric structure. Furthermore, TPP-treated enzymes may become less stable and more thermolabile due to the removal of stabilizing components during purification. This suggests that increased enzyme activity is not always matched by increased thermal stability. Conformational changes in tryptophan residues lead to differences in absorption spectra, while increased surface hydrophobicity and changes in hydrodynamic radius were observed. These findings demonstrate that TPP induces changes in the ultrastructure of proteins. It has also been shown that TPP can increase protein solubility and promote the refolding of denatured proteins. This supports an inverse relationship between

enzyme rigidity and catalytic efficiency. TPP-induced ultrastructural changes and refolding may be the main mechanisms behind the increased biological activity of the enzymes (Rather and Gupta 2013a; Pereira *et al.* 2022).

The TPP method has generally been widely used for enzyme purification, and its effectiveness as a new technique of enzyme purification compared to other methods has been seen in the increases in enzyme activity in many studies (Bayraktar *et al.* 2013; Ketnawaet *et al.* 2014; Shanmugaprakash *et al.* 2015b; Nihan and Burcu 2019; Roy and Gupta 2021; Altıntas *et al.* 2025). However, variants of the TPP method and TPP-assisted methods have been used for the extraction of different enzymes (Liu *et al.* 2016; Singh and Benjakul 2018; Araujo *et al.* 2019; Roy and Gupta, 2021; Gupta 2021), recombinant green fluorescent protein (Raghunathan *et al.* 2014; Senphan and Benjakul 2014; Azevedo *et al.* 2016; Aras *et al.* 2025; Akkaya *et al.* 2025), antitumor protein such as trichosanthin (Mondal *et al.* 2014), and solubilization and refolding of inclusion bodies.

The three-phase separation method has been used primarily as a protein enrichment method (Belchior and Freire 2021) and for the purification of immunoreactive proteins such as ovalbumin (Rather and Gupta 2013) and whey proteins (Alvarez-Guerra and Irabien 2014). It also provides high-throughput and reliable methods for separating various proteins, including polar carbohydrate polymers in the lower phase and α -polar polyphenols, fatty acids, pigments, and lipids in the upper phase. This method has also been applied as a tool for DNA purification in the preparation of polymerase chain reaction-quality DNA (deoxyribonucleic acid) and for the construction of biosensors (Fig. 1). It has been used to perform TPP with dipotassium hydrogen phosphate and ethanol and to increase the concentration of the microalgae *Chlorella*. However, microalgae have been reported to have a high lipid extraction efficiency, which has implications for biodiesel production (Li *et al.* 2013).

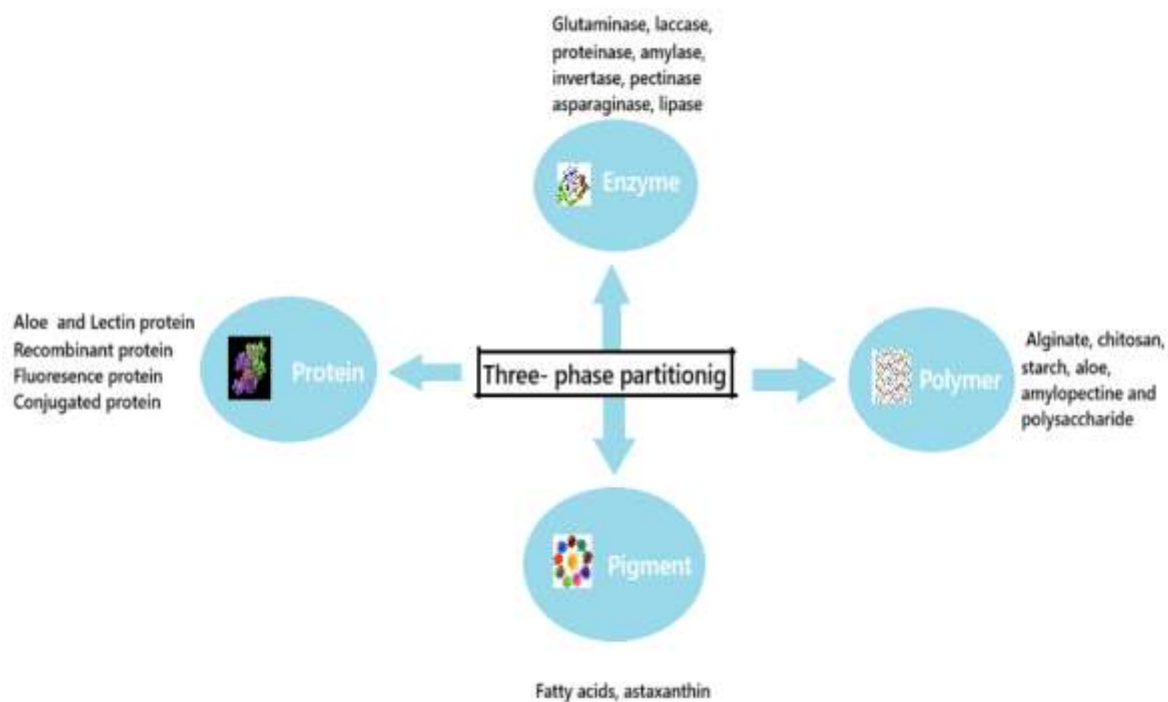


Fig 1: Applications of three phase partitioning for the extractions biomolecular

Compared to conventional methods, TPP-purified enzymes have previously been observed to exhibit increased stability over a wide pH and temperature range and tolerance to organic solvents (Bayraktar and Öna, 2013a; Niphadkar *et al.* 2017). Furthermore, when used in immobilization, these enzymes have increased operational stability and recyclability, thus opening up a new field of application for the TPP method (Kumar *et al.* 2012; Saikia *et al.* 2021). In another study, co-precipitation of laccase and starch at the interfacial layer, followed by their cross-linking with glutaraldehyde and subsequent hydrolysis of starch by α -amylase has been developed as a groundbreaking protocol to produce highly active porous cross-linking enzyme aggregates of laccase and lipase (Kumar *et al.* 2012; Saikia *et al.* 2021). TPP has been reported to cause dimerization of serum albumin (Dennison 2012). It has also been reported that TPP is less efficient in the extraction of immunoglobulin antibodies and bromelain compared to acetone precipitation (Dennison 2012).

α -Galactosidase has various biotechnological uses including sugar, pulp and paper industries, soy milk processing, enzymatic synthesis, structural analysis, feed processing, blood group conversion, and treatment of Fabry disease (Bayraktar and Önal 2013). Due to the many uses of this enzyme in biotechnology, it has been reported that α -galactosidase from *Aspergillus oryzae* showed better folding with 3.49% and 43.7% yields when purified by TPP method (Kuepethkaew *et al.* 2017). Pectinases were purified from certain sources such as *Aspergillus niger* and tomato extract by TPP and 76% and 183% yields and ten-fold and nine-fold

purifications were achieved, respectively (Babagil and Nadaroglu 2022). Purification of xylanase from this strain by TPP method resulted in a 21-fold purification coefficient and 93% enzyme activity recovery. Purification of invertase from baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) by TPP was reported to provide 15-fold purification and 363% yield (Akardere et al. 2010), and invertase obtained from tomato was also purified 8.6-fold with 190% recovery (Ozer et al. 2010). The TPP method, together with enzymes, offers a reliable and effective alternative for the simultaneous extraction of alginate, chitosan (Yong et al. 2015), starch and their derivatives. Eudragit S-100 (Gautam et al. 2012) and Levan (Coimbra et al. 2010) yielded approximately 95% polymer recovery at the interface under optimized conditions. As a result of the TPP process, three phases are formed, and soybean oil was obtained by using soybean flour to extract oil in the upper phase. t-butanol was found to provide a maximum yield of 82% in just 1 hour. A maximum yield of 98% was obtained by extracting soybean oil (Campbell 2010). By optimizing the parameters of the TPP method, oil was extracted from *Jatropha* seed kernels, mango seeds, almonds, and apricots, and yields of over 70% were achieved (Wang et al. 2011; Yan et al. 2018; Ewunie et al. 2021).

CONCLUSIONS

Compared to traditional primary recovery methods such as ion exchange chromatography, the TPP method has the potential to revolutionize biomolecule purification processes by offering a significant cost advantage. TPP's ability to increase the activity of purified enzymes is one of its most important features. This increased activity, when combined with immobilization processes, allows for the production of industrial biocatalysts that are both catalytically robust and stable. Exploring the potential applications of such biocatalysts will help develop significant cost-effective strategies, particularly for the recovery of high-value products such as biopharmaceuticals. The full integration of TPP into industrial bioprocesses requires extensive knowledge and technological applications and has not yet been fully implemented. However, the ability of this method to prevent undesirable side reactions by increasing the volumetric activity of purified biomolecules underscores the need for its adoption in industrial applications.

REFERENCES

- Akardere E, Özer B, Çelem EB, Önal S (2010) Three-phase partitioning of invertase from Baker's yeast. *Sep Purif Technol*.
- Akkaya, S. N., Almansour, A., Altintas, R., Sisecioglu, M., & Adiguzel, A. (2025). Purification, characterization, optimization, and docking simulation of alkaline protease produced by *Brevibacillus agri* SAR25 using fish wastes as a substrate. *Food Chemistry*, 471, 142816.
- Altintas, R., Güngör, S., Aygün, E., Bakan, B., & Şişecioglu, M. (2025). Immobilization of L-glutaminase from *Bacillus arachidis* E12 on glutamic acid activated aluminum oxide nanoparticles

- (Al₂O₃ NPs): Purification, biochemical characterization, and anticancer activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 146731.
- Alvarez-Guerra E, Irabien A (2014) Ionic Liquid-based three phase partitioning (ILTPP) for lactoferrin recovery. *Sep Sci Technol (philadelphia)* 49:957–965.
- Aras, S., Altıntaş, R., Aygun, E., Goren, G., & Sisecioglu, M. (2025). Purification of α -amylase from thermophilic *Bacillus licheniformis* SO5 by using a novel method, alternating current magnetic-field assisted three-phase partitioning: Molecular docking and bread quality improvement. *Food Chemistry*, 484, 144258.
- Araujo NMP, Pereira GA, Arruda HS (2019) Enzymatic treatment improves the antioxidant and antiproliferative activities of *Adenanthura pavonina* L. seeds. *Biocatal Agric. Biotechnol.*
- Azevedo A, Prado AF, Issa JPM, Gerlach RF (2016) Matrix metalloproteinase 2 fused to GFP, expressed in *E. coli*, successfully tracked MMP-2 distribution in vivo. *Int J Biol Macromol* 89:737–745.
- Babagil A, Nadaroglu H (2022) Purification of pectin lyase enzyme from *Bacillus pumilus* bacteria by three-phase partitioning method (TPP), nanoflower preparation and investigation of fruit juice clarification. *Biointerface Res Appl Chem* 12(3):3938–3955.
- Bayraktar H, Önal S (2013) Concentration and purification of α -galactosidase from watermelon (*Citrullus vulgaris*) by three phase partitioning. *Sep Purif Technol* 118:835–841.
- Belchior DCV, Freire MG (2021) Simultaneous separation of egg white proteins using aqueous three-phase partitioning systems. *J Mol Liq* 336:116245.
- Campbell KA (2010) Protein and oil recoveries from enzyme-assisted aqueous extraction of soybeans and sunflower seed. Iowa State University
- Choonia HS, Lele SS (2013) Three phase partitioning of β -galactosidase produced by an indigenous *Lactobacillus acidophilus* isolate. *Sep Purif Technol* 110:44–50.
- Dennison C (2012) Three-phase partitioning. *Method Protein Biochem.*
- Ewunie GA, Morken J, Lekang OI, Yigezu ZD (2021) Factors affecting the potential of *Jatropha curcas* for sustainable biodiesel production: a critical review. *Renew Sustain Energy Rev* 137:110500.
- Ewunie GA, Morken J, Lekang OI, Yigezu ZD (2021) Factors affecting the potential of *Jatropha curcas* for sustainable biodiesel production: a critical review. *Renew Sustain Energy Rev* 137:110500.
- Gupta MN (2021) How and why we happen to use three phase partitioning in areas other than protein purification. Applications in separation and purification of biological molecules and natural products, Three Phase Partitioning.
- Gupta MN, Roy I (2021) Three phase partitioning: applications in separation and purification of biological molecules and natural products
- Kelley, B., Blank, G. and Lee, A. (2009) *Downstream Processing of Monoclonal Antibodies: Current Practices and Future Opportunities in Process Scale Purification of Antibodies*, John Wiley & Sons, Inc.: New Jersey, USA
- Ketnawa S, Benjakul S, Martínez-Alvarez O, Rawdkuen S (2014) Three-phase partitioning and proteins hydrolysis patterns of alkaline proteases derived from fish viscera. *Sep Purif Technol* 132:174–181.
- Khambhaty Y (2020) Applications of enzymes in leather processing. *Environ Chem Lett.*
- Kumar VV, Kumar MPP, Thiruvankadaravi KV (2012) Preparation and characterization of porous cross linked laccase aggregates for the decolorization of triphenyl methane and reactive dyes. *Bioresour Technol* 119:28–34.
- Li Z, Jiang F, Li Y (2013) Simultaneously concentrating and pretreating of microalgae *Chlorella* spp. by three-phase partitioning. *Bioresour Technol* 149:286–291.
- Li Z, Jiang F, Li Y (2013) Simultaneously concentrating and pretreating of microalgae *Chlorella* spp. by three-phase partitioning. *Bioresour Technol* 149:286–291.
- Lovrein, R. E., Goldensohn, C., Anderson, P., & Odegard, B. (1987). Three phase partitioning (TPP) via t-butanol: enzyme separation from crudes. *Protein purification: micro to macro*, 131-148.
- Mondal A (2015) Sonication assisted three phase partitioning for the extraction of palmitic acid and elaidic acid from *Cassia sophera* Linn. *Sep Sci Technol* 50:1999–2003.
- Nihan KB, Burcu SD (2019) Partial purification of invertase from *Momordica charantia* (bitter melon) by three phase partitioning (TPP) method. *Afr J Biomed Res* 13:56–62.

- Niphadkar SS, Bokhale NB, Rathod VK (2017) Extraction of acetyl 11-keto- β -boswellic acid (AKBA) from boswellia serrata plant oleo gum resin using novel three phase partitioning (TPP) technique. *J Appl Res Med Aromat Plants* 7:41–47.
- Özer B, Akardere E, Çelem EB, Önal S (2010) Three-phase partitioning as a rapid and efficient method for purification of invertase from tomato. *Biochem Eng J* 50(3):110–115.
- Pereira MM, Pedro SN, Quental MV, Mohamadou A, Coutinho JA, Freire MG (2022) Integrated approach to extract and purify proteins from honey by ionic liquid-based three-phase partitioning. *ACS Sustain Chem Eng* 10(29):9275–9281.
- Rajagopalan A, Sukumaran BO (2018) Three phase partitioning to concentrate milk clotting proteases from *Wrightia tinctoria* R. Br and its characterization. *Int J Biol Macromol* 118:279–288.
- Rather GM, Gupta MN (2013) Three phase partitioning leads to subtle structural changes in proteins. *Int J Biol Macromol* 60:134–140.
- Saikia K, Rathankumar AK, Varghese BA, Kalita S, Subramanian S, Somasundaram S, Kumar VV (2021) Magnetically assisted commercially attractive chemo-enzymatic route for the production of 5-hydroxymethylfurfural from inulin. *Biomass Convers Biorefin* 11(6):2557–2567.
- Sarkar S, Manna MS, Bhowmick TK, Gayen K (2020) Priority-based multiple products from microalgae: review on techniques and strategies. *Critical Rev Biotechnol* 40:590–607.
- Senphan T, Benjakul S (2014) Use of the combined phase partitioning systems for recovery of proteases from hepatopancreas of Pacific white shrimp. *Sep Purif Technol* 129:57–63.
- Shanmugaprakash M, Vinothkumar V, Ragupathy J, Reddy DA (2015b) Biochemical characterization of three phase partitioned naringinase from *Aspergillus brasiliensis* MTCC 1344. *Int J Biol Macromol* 80:418–423.
- Singh A, Benjakul S (2018) Proteolysis and Its control using protease inhibitors in fish and fish products: a review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 17:496–509.
- Sonar MP, Rathod VK (2020) Extraction of type II antidiabetic compound corosolic acid from *Lagerstroemia speciosa* by batch extraction and three phase partitioning. *Biocatal Agric Biotechnol* 27:101694.
- Wang H, Chen K, Cheng J, Jiang L, Yu D, Dai Y, Wang L (2021) Ultrasound-assisted three phase partitioning for simultaneous extraction of oil, protein and polysaccharide from pumpkin seeds. *LWT* 151:112200.
- Yan JK, Wang YY, Qiu WY (2018) Three-phase partitioning as an elegant and versatile platform applied to nonchromatographic bioseparation processes. *Crit Rev Food Sci Nutr* 58:2416–2431.
- Yong SK, Shrivastava M, Srivastava P, Kunhikrishnan A, Bolan N (2015) Environmental applications of chitosan and its derivatives. In: Whitacre DM (ed) *Reviews of environmental contamination and toxicology* volume 233. Springer International Publishing, Cham, pp 1–43.

KIRKAĞAÇ KAVUN TİPLERİNDE FUSARIUM SOLGUNLUĞU HASTALIĞINA DAYANIKLI ÇEŞİTLERİN BELİRLENMESİ

Esra SARPYAR

Troya Seed, Kurşunlu District, 12085 Street, No: 107, Aksu, Antalya

ORCID: 0009-0008-0021-2640

Hakan FİDAN

Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, 07059 Campus, Konyaaltı
Antalya

ORCID: 0000-0002-0384-9486

Özer ÇALIŞ

Akdeniz University, Faculty of Agriculture, Plant Protection Department, 07059 Campus, Konyaaltı
Antalya

ORCID: 0000-0002-7219-1219

ÖZET

Kırkağaç kavunu Türkiye’de yetiştirilen kavun çeşitleri içinde tadı ve üstün lezzetiyle en çok tercih edilen kavun tipidir. Ülkemizde açıkta ve sera üretiminde en yaygın olarak yetiştirilen bu kavun çeşidinin üretimini etkileyen toprak kökenli fungal hastalık etmenleri bulunmaktadır. Bu hastalık etmenleri içerisinde en fazla ürün kaybına ve ekonomik kayıplara sebep olan *Fusarium oxysporum* fsp. *melonis* (FOM) fungal etmeni tarafından oluşturulan Fusarium solgunluğu hastalığıdır. Bu hastalık etmeni kök ve kök boğazındaki vasküler iletim demetlerine yerleşerek bitkilerde önce solgunluk sonrasında köklerde çürüklüklere sebep olmaktadır. Bu hastalık etmeninin kontrolünde çok miktarda kimyasal pestisitler kullanılmakta olup bu kimyasalların gerek çevreye gerekse insan sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle genetik olarak dayanıklı çeşitlerin kullanımı ön plana çıkmaktadır. Bu çalışma 45 farklı Kırkağaç kavun hattının FOM fungal etmeninin 4 farklı (FOM0, FOM1, FOM2 ve FOM1-2) ırklarına karşı dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. İklimlendirme odasında gerçek yapraklı döneme kadar geliştirilen Kırkağaç kavunlarının kökleri kesilerek hazırlanan 2×10^8 spor ml^{-1} konsantrasyonuna daldırılarak inokülasyonlar yapılmıştır. İnokule edilen Kırkağaç kavun fideleri 7 günlük periyotlarda 0 (dayanıklı) ile 4 (çok hassas) skalası kullanılarak fenotipler değerlendirilmiştir. Patojenisite testlerinde test edilen 45 Kırkağaç kavun hattının sırasıyla 31 tanesi FOM0, 21 tanesi FOM1, 8 tanesi FOM2 ve 3 tanesi FOM1-2 ye dayanıklı bulunmuştur. Genetik olarak dayanıklı bulunan bu hatların özellikle Kavun ıslahında başlangıç materyali olarak kullanılmasıyla Fusarium solgunluğu hastalıklarına genetik olarak dayanıklı Kırkağaç tipi kavun çeşitlerinin geliştirilmesinin önü açılmış olacaktır. Böylece hem üreticiler için yüksek verimli, üzerinde pestisit kalıntısı bulunmayan, dayanıklı Kırkağaç tipi kavun üretimi hem de tüketiciler için daha ucuz, insan sağlığını tehdit etmeyen, içerisinde kimyasal pestisitlerin bulunmadığı kavun üretimi mümkün olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kırkağaç kavun, Fusarium solgunluğu, Dayanıklılık

DETERMINATION OF RESISTANT KIRKAĞAÇ TYPE MELON CULTIVARS AGAINST FUSARIUM WILT DISEASE

ABSTRACT

Kırkağaç melon is the most preferred melon variety among those cultivated in Türkiye because of its flavor and superior taste. The most commonly grown melon variety is able to produce either in open fields or greenhouses in Türkiye, the Kırkağaç type melons is affected by soil-borne fungal pathogens. Among these pathogens, Fusarium wilt, caused by fungal agent *Fusarium oxysporum* fsp. *melonis* (FOM), results the greatest yield loss and economic losses. This pathogen firstly colonizes in vascular bundles at the roots and crowns, causing wilting and then root rot. A large number of chemical pesticides are used to control this disease, and due to the negative effects of these chemicals on both the environment and human health, the use of genetically resistant cultivars is gaining prominence. This study was conducted to determine the resistance reactions of 45 different Kırkağaç melon lines to four different races (FOM0, FOM1, FOM2, and FOM1-2) of the FOM fungus. Inoculations were performed by dipping the roots of Kırkağaç melons grown in the acclimatization chamber until first true leaf stage. Fungal suspensions were prepared concentration of 2×10^8 spores ml^{-1} . Phenotypes of the inoculated Kırkağaç melon seedlings were assessed over 7-day periods using a scale of 0 (resistant) to 4 (very susceptible). In pathogenicity tests, 31 of the 45 Kırkağaç melon lines tested were found to be resistant to FOM0, 21 to FOM1, 8 to FOM2, and 3 to FOM1-2, respectively. Using these genetically resistant lines as starting material for melon breeding will pave the way for the development of Kırkağaç melon varieties genetically resistant to Fusarium wilt. In this way, it will be possible to produce high-yield, durable Kırkağaç type melons that are free of pesticide residues for producers, as well as cheaper, non-threatening to human health, and free of chemical pesticides for consumers.

Keywords: Kırkağaç type melon, Fusarium wilt, Resistance

YÜKSEK SICAKLIK STRESİNİN DOMATES (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Doç. Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD

Şırnak University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Şırnak, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-1435-864X

ÖZET

Yüksek sıcaklık stresi, domates (*Solanum lycopersicum* L.) üretiminde verim ve kaliteyi sınırlayan başlıca abiyotik faktörlerden biridir. Ortam sıcaklığının belirli bir süre boyunca bitkinin fizyolojik tolerans eşik değerini aşması, büyüme, gelişim ve üreme süreçlerinde kalıcı bozulmalara yol açmaktadır. Özellikle gündüz sıcaklığının 30 °C ve üzerinde, gece sıcaklıklarının ise 21 °C'nin üzerinde seyrettiği koşullarda normal çiçeklenme ve meyve tutumu gösterebilen genotipler, yüksek sıcaklığa dayanıklı olarak sınıflandırılmaktadır. Yüksek sıcaklık; tohum çimlenmesi, polen canlılığı, polen tüpü uzaması ve kök gelişimi üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Domateste yüksek sıcaklık toleransının belirlenmesinde membran termostabilitesi, çiçek morfolojisi (stigmanın uzaması, anter konisinin çatlaması), çiçek sayısı, bitki başına meyve verimi, elektriksel iletkenlik (EC), polen canlılığı ve polen tüpü uzaması gibi morfo-fizyolojik ve biyokimyasal parametreler temel kriterler olarak kullanılmaktadır. EC ölçümleri, hücre zarındaki elektrolit sızıntısına dayalı olarak stres kaynaklı hasarın belirlenmesine imkân tanımakta ve genotiplerin yüksek sıcaklığa dayanıklı, orta derecede dayanıklı veya duyarlı olarak sınıflandırılmasını sağlamaktadır. Yüksek sıcaklığa dayanıklılık bağlamında genetik çeşitliliğin ortaya konması, domates ıslah programlarında potansiyel ebeveyn hatlarının seçilmesi açısından kritik öneme sahiptir. İklim değişikliği senaryoları çerçevesinde artan sıcaklık riskleri dikkate alındığında, kontrollü ortam ve saha denemelerinin entegrasyonu ile yüksek sıcaklığa dayanıklı genetik kaynakların geliştirilmesi, sürdürülebilir domates üretimi ve küresel gıda güvenliği açısından stratejik bir gerekliliktir.

Anahtar Kelimeler: Domates, Yüksek sıcaklık, Abiyotik stres, polen

EFFECTS OF HIGH TEMPERATURE STRESS ON TOMATO (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.)

ABSTRACT

High temperature stress is recognized as a major abiotic factor limiting yield and quality in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) production. Prolonged exposure of ambient temperatures beyond the plant's physiological tolerance threshold leads to irreversible disruptions in growth, development, and reproductive processes. Genotypes capable of maintaining normal flowering and fruit set under conditions of daytime temperatures ≥ 30 °C and nighttime temperatures ≥ 21 °C are classified as high temperature-tolerant. High temperatures adversely affect seed

germination, pollen viability, pollen tube growth, and root development. Morphophysiological and biochemical parameters, including membrane thermostability, floral morphology (stigmatic protrusion, anther cone dehiscence), flower number, fruit yield per plant, electrical conductivity (EC), pollen viability, and pollen tube elongation, are widely used as key criteria for evaluating high temperature tolerance in tomato. EC measurements provide an estimate of stress-induced cellular damage based on electrolyte leakage and enable the classification of genotypes as high temperature-tolerant, moderately tolerant, or sensitive. Revealing genetic diversity for high temperature tolerance is critical for selecting potential parental lines in tomato breeding programs. Considering the increasing temperature risks projected under climate change scenarios, the integration of controlled environment and field trials to develop high temperature-resilient genetic resources represents a strategic necessity for sustainable tomato production and global food security.

Keywords: Tomato, High temperature, Abiotic stress, pollen

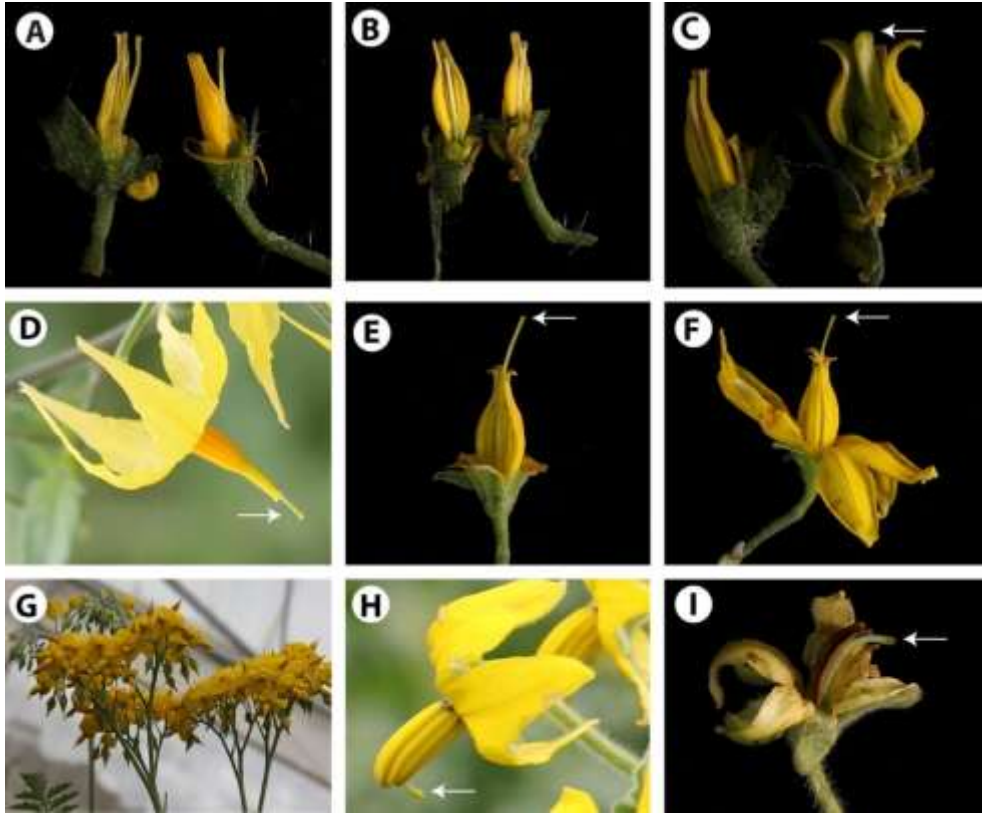
1-GİRİŞ

Sıcaklığın optimum değerinin 10–15 °C üzerine çıkması durumu, bazı çalışmalar tarafından 8–12 °C veya 12–18 °C aralığındaki artışlar için de “sıcaklık stresi” veya “sıcak şok” olarak tanımlanmaktadır (Hemantaranjan ve ark., 2014). Sıcaklık stresi, yalnızca sıcaklığın artış büyüklüğü ve hızı ile değil, aynı zamanda maruz kalma süresi ve sıklığı gibi faktörlerle şekillenen karmaşık ve çok boyutlu bir fizyolojik yanıtı tetikler (Collier ve ark., 2017). Özellikle sıcak şokların meydana gelme sıklığı ve uzun süreli gündüz/gece yüksek sıcaklıkları, stresin şiddetini ve bitki üzerindeki etkilerini belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu yanıtlar türler ve genotipler arasında farklılık göstermekte olup, her yetiştirme bölgesinin özgün iklim koşulları tarafından da şekillendirilmekte ve fotosentez, solunum, üreme gelişimi ve genel bitki verimliliği gibi temel fizyolojik süreçleri etkileyebilmektedir.

Bitkilerde termotolerans, aşırı sıcaklık koşullarına dayanabilme ve bu koşullar altında büyüme, gelişim ile üreme fonksiyonlarını, ekonomik olarak anlamlı bir verim sağlayacak düzeyde sürdürebilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Domates (*Solanum lycopersicum* L.) ve yabani akrabası kiraz domates (*S. lycopersicum* var. *cerasiforme*), ilk olarak Güney Amerika ve Meksika’da tespit edilmiş olup (Rezk ve ark., 2021), günümüzde birçok yetiştirme bölgesinde artan sıcaklıklara maruz kalmaktadır.

Domatesin üreme süreçleri yüksek sıcaklık stresine karşı özellikle hassastır; aşırı sıcaklık erkek gametofit canlılığını bozabilir, polen çimlenmesini ve polen tüpü uzamasını azaltabilir ve sonuç olarak meyve tutumunu ve verimi düşürebilir. Bu nedenle, domateste sıcaklık toleransının

altında yatan fizyolojik ve genetik mekanizmaların anlaşılması, iklim değişikliği koşullarında dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi ve sürdürülebilir üretimin sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. İklim değişikliği senaryoları, 2100 yılına kadar atmosfer sıcaklığında 1–12 °C arasında bir artış öngörmekte olup (Shokri ve ark., 2024), bazı modellerde yerel bölgelerde bu artışın 0,8–15 °C'ye kadar çıkabileceği bildirilmektedir. (Pongratz ve ark., 2021), bu durum tarımsal verimliliği ciddi biçimde tehdit edebilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle, ekstrem sıcaklık koşullarında tarla bitkilerinin üreme fizyolojisinin kapsamlı şekilde araştırılması, sıcaklık stresine dayanıklı genotiplerin belirlenmesi ve sürdürülebilir üretim stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik bir gereklilik arz etmektedir (Puppala ve ark., 2023).



Şekil 1. Çiçek bileşenlerinin büyüklüğü ve morfolojisi de dahil olmak üzere yüksek sıcaklığın çiçek yapısı üzerindeki etkisi. A-B. Sırasıyla sıcaklık koşulları altında (soldaki çiçek) ve sıcaklık altında fark edilebilir bir stigma çıkıntısı olmadan çiçekleri göstermektedir (sağdaki çiçek). C. Stigma çıkıntısı ve stilde deformasyon olan sıcaklığa duyarlılığın bir işaretidir (sağdaki çiçek). D. benzer şekilde kontrol ve sıcaklık koşulları altında anter kozalaklarının üzerinde stigma çıkıntısı göstermektedir. E-G. Tüm erişimler arasında en çok çıkıntılı stigmaları gösteren. E. Anterlerin seviyesinin üzerinde çıkıntı yapan uzun stili gösteren, disekte edilmiş anthredial koniye sahip çiçek. F. Çıkmış stigma gösteren disseke edilmemiş çiçek. G.

Kontrol koşulları altında çıkıntılı stigmalara sahip, kendine uyumsuz çiçeklerin bol üretimi. H- I. sırasıyla kontrol ve yüksek sıcaklık koşulları altında çıkıntılı stigmataları görülmektedir (Alsamir ve ark., 2021).

2- BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1. YÜKSEK SICAKLIK STRESİ / YÜKSEK SICAKLIK STRESİ

Yüksek Sıcaklık stresi, sıcaklığın belirli bir eşik değerin üzerine çıkması ve bu durumun bitki büyümesi ile gelişiminde geri dönüşü olmayan zararlara yol açacak kadar uzun sürmesi şeklinde tanımlanabilir. Yüksek çevre sıcaklığı, dünya genelinde bitkisel üretim için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Agnolucci ve ark., 2020). Sebzeler abiyotik streslere karşı daha hassastır ve çeşitli stres faktörleri nedeniyle verimde yaklaşık %50'ye varan kayıplar bildirilmektedir (Toivonen ve Hodges, 2011).

Yüksek sıcaklık ya da gündüz-gece sıcaklık farklarının (DIF) belirgin şekilde artması; tohum çimlenmesinin engellenmesi, bitki büyümesinin azalması, anormal gelişim, ürün kalitesinin düşmesi, fotosentez, fenoloji ve kuru madde birikiminde değişiklikler, su kaybı, oksidatif stres ve nihayetinde verim azalması gibi önemli etkiler doğurmaktadır. Özellikle domates, yüksek ekonomik ve ticari öneme sahip olmasına rağmen en sıcaklık duyarlı sebze türlerinden biridir. Bitki büyüme potansiyelini etkileyen sıcaklık faktörleri arasında günlük maksimum sıcaklık, günlük minimum sıcaklık, gündüz-gece sıcaklık farkı ile ortalama gündüz ve ortalama gece sıcaklıkları yer almaktadır (Singhal ve ark., 2024).

2.2. DOMATES VE YÜKSEK SICAKLIK

Domates için optimum büyüme sıcaklığı gündüz 25–30 °C, gece ise 21 °C'dir (Li ve ark., 2015). Bu eşik değerlerin üzerindeki sıcaklıklar; çiçek dökülmesi, polen kalitesinde azalma, anormal gelişim ve meyve tutumunda düşüş gibi ciddi olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Ortalama sıcaklığın 34 °C/19 °C olduğu uzun süreli Yüksek Sıcaklık stresi koşullarında, domatesten çiçek dökülme oranı %34'e, meyve tutumundaki azalma ise %71'e kadar ulaşmaktadır (Amrutha ve ark., 2021).

Domates üretiminde meyve oluşumu, polen tanesinin dişi yumurtayı döllemesiyle gerçekleşmektedir. Polen gelişimi çiçeklerin içinde, anterlerde meydana gelir. Anterler, polen gelişimi için gerekli olan temel metabolitleri sağlayan destek dokular olarak görev yapmaktadır. Domatesin yüksek sıcaklık koşullarındaki performansı büyük ölçüde polen tanesinin duyarlılığına bağlıdır; bu da meyve veriminde azalmayla sonuçlanmaktadır (Akhoundnejad ve Dasgan, 2018).

2.3. MEYVE GELİŞİMİ ÜZERİNE YÜKSEK SICAKLIK STRESİNİN ETKİLERİ

Sukroz hidroliz enzimleri, domates meyvesinde temel metabolik bileşiklerden biri olup, sıcaklık stresinin meyve gelişimi üzerindeki etkilerini incelemek için uygun bir model sistem sunmaktadır. (Zheng ve ark., 2023), sukroz ve hücre duvarı invertazlarının abiyotik streslere karşı yüksek hassasiyet gösterdiğini ve yüksek sıcaklıklarında ovaryum kaybına yol açtığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Lee ve ark. (2022), domatesin üreme döneminde yüksek sukroz içeriği ve invertaz aktivitesinin genç meyvelerde sıcaklığa karşı dayanıklılığı artırmada kritik rol oynadığını rapor etmiştir. Yüksek sıcaklık yalnızca meyveler gibi yer üstü organların gelişimini etkilemekle kalmayıp köklerin fizyolojik fonksiyonlarını da bozabilmektedir; küçük kök sıcaklığı değişimleri (12–15 °C) bile meyve verimini önemli ölçüde azaltabilmektedir (González-García ve ark., 2022). Ayrıca, yüksek sıcaklık domates çiçeklerinin morfolojisi ve metabolizmasını değiştirerek karbonhidratlar, poliaminler ve prolin gibi metabolitlerin üretim profillerini etkilemektedir (Alsamie ve ark., 2017). Alt-optimal sıcaklık koşullarına geçiş, özellikle erkek üreme organları (anterler) üzerinde daha yüksek düzeyde hasara neden olmakta ve reproduktif büyümeyi olumsuz etkilemektedir.

2.4. PROLIN SEVİYESİ

Proline functions as an osmolyte and molecular chaperone, stabilizing protein structures and protecting cells from damage under stress conditions. In heat-tolerant tomato genotypes, proline accumulation contributes to the maintenance of cell wall integrity under high-temperature stress. Kumar ve ark. (2020) and Turan et al. (2020) reported that proline levels increased in tomato leaves under heat stress and that this accumulation was positively associated with pollen viability. Although proline accumulation is commonly observed as an abiotic stress response in many plant species, a significant increase in proline under heat stress has not been reported in tobacco and Arabidopsis (Takahashi et al., 2011). Proline levels have also been shown to increase in tomato leaves under biotic stress (Saito et al., 2019). The regulation of proline levels is controlled through biosynthesis and catabolic pathways (Basu, 2020) (Şekil 1).

2.5. POLEN ÇİMLENME YÜZDESİ

Yüksek sıcaklık, domates bitkisinde polen gelişimi ve çimlenme oranları üzerinde belirgin olumsuz etkiler göstermektedir; bu oranlar stres koşulları altında ciddi ölçüde azalmaktadır (Ouonkap ve ark., 2024). Polen olgunlaşması, canlılığı, çimlenmesi ve polen tüpü büyümesi yüksek sıcaklıktan olumsuz etkilenmektedir. Düşük polen çimlenmesi, meyve tutumunun azalmasının başlıca nedenlerinden biridir. Polen olgunlaşması, çimlenme ve tüp uzaması için gerekli enerjiyi sağlayan nişasta birikimi önemli rol oynar; ancak yüksek sıcaklık altında

asimilat taşınımındaki azalma, polen performansının zayıflamasına yol açmaktadır (Sestari ve ark., 2021). Sıcaklık 34 °C'nin üzerine çıktığında polen çimlenmesi ve polen tüpü büyümesi belirgin şekilde azalmakta ve bu durum meyve tutumunu olumsuz etkilemektedir (Singh ve ark., 2021). Bununla birlikte, yüksek sıcaklığa dayanıklı genotiplerde polen tüpü gelişimi büyük ölçüde korunmakta ve daha yüksek meyve tutumu sağlanmaktadır. Meyve tutumu, doğrudan polen tüpü gelişiminin etkinliğine bağlıdır. Ouonkap ve ark. (2024), hem yüksek sıcaklığa dayanıklı hem de hassas genotiplerde stres olmayan koşullarda polen çimlenme oranları ve polen tüpü büyümesinin yüksek olduğunu; ancak yüksek sıcaklık stresi altında hassas genotiplerin küçük çiçekler, bozulmuş anter yapıları ve düşük polen çimlenmesi sergilediğini bildirmiştir. Yüksek sıcaklığa dayanıklı genotipler, hassas genotiplere kıyasla daha fazla polen üretmektedir (Şekil 1). Yüksek sıcaklık stresi altında salınan polen sayısı azalmakla birlikte, polen salınımının zamanı büyük ölçüde etkilenmemektedir (Sestari ve ark., 2021).

2.6. POLEN CANLILIĞI

Yüksek sıcaklık stresi sırasında anterin loküler sıvısındaki besin rekabeti, mikrosporların metabolik performansında küçük farklılıklara yol açmakta ve aynı anter lokülünde hem ölü hem de canlı polenlerin oluşmasına neden olmaktadır. Yüksek sıcaklık stresi sırasında domates anterinde karbonhidrat metabolizmasının azalması, zayıf polen gelişimi ve düşük polen canlılığı ile sonuçlanmaktadır (Kumar ve ark., 2021). Polenler, çevredeki küçük değişimlere oldukça duyarlı olduklarından, bitkinin farklı koşullardaki genel tepkilerini incelemek için kullanılabilir. Yüksek sıcaklığa dayanıklı genotipler, yüksek sıcaklık koşullarında hassas genotiplere göre daha yüksek polen canlılığı göstermektedir. Dolayısıyla domatesten yüksek sıcaklık toleransı, yüksek sıcaklık altındaki polen canlılığı ile ilişkilendirilebilir. Paupière ve ark. (2017), sıcaklığın büyüme ve gelişmenin birçok yönü üzerinde büyük etkisi olduğunu; daha düşük optimum sıcaklıklarda meyve tutumunun, polen kalitesinin düşmesi sonucu azaldığını bildirmiştir (Şekil 1).

2.7. SOLUNUM VE METABOLİK TEPKİLER

Solunum hızları ile büyüme hızları arasındaki ilişki, bitkideki fizyolojik aktivitelerin dengesini yansıtarak sıcaklığın büyüme üzerindeki etkilerini anlamada önemli bir gösterge sunmaktadır. Dusenge ve ark. (2019), yüksek sıcaklığın domates bitkisinin solunum ve büyüme süreçlerini etkilediğini ve bunun hem metabolik hızları hem de metabolik verimliliği değiştirdiğini rapor etmiştir. Yüksek ve düşük sıcaklıklar yalnızca membran bütünlüğünü veya enzim denatürasyonunu etkilemekle kalmayıp, aynı zamanda substrat karbon düzeyinde verim

kaybına da yol açabilmektedir (Levy-Sakin ve ark., 2014). Shi ve ark.(2017), gündüz ve gece sıcaklıkları arasındaki daha büyük farkların tohum çimlenmesini artırabileceğini belirtmiştir.

2.7.1.FOTOSENTEZ

Fotosentez, bitki büyümesini belirleyen en önemli süreçlerden biridir ve yüksek sıcaklıklara oldukça duyarlıdır. Fotosentez hızının en yüksek olduğu yaklaşık 30 °C'nin üzerindeki her bir derecelik sıcaklık artışıyla birlikte asimilasyon oranı düşmektedir (Pan ve ark., 2018). Sıcaklığın artmasıyla fotosentetik hız ve solunum hızı azalmakta, ayrıca fotosentez hızı solunum hızından daha önce düşüş göstermektedir (Dusenge ve ark., 2019).

Bitkiler, ısı toleransı ve eşik sıcaklık değerleri bakımından farklılık göstermektedir. Ancak tüm bitkilerde net fotosentez oranı, eşik sıcaklıkların üzerine çıktığında önemli ölçüde azalmaktadır. Yüksek sıcaklık stresi, fotosentezin biyokimyasal reaksiyonlarını; oksijen komplekslerinin, tilakoid zarlarının, kloroplast ultrastrüktürünün ve PSII reaksiyon merkezlerinin geri dönüşü olmayan şekilde zarar görmesi yoluyla etkilemektedir. Fotosentezde meydana gelen bu sınırlılıklar, yüksek sıcaklık koşullarında bitki büyümesini ciddi biçimde kısıtlayabilmektedir.

2.7.2.BESİN ALIMI

Yüksek sıcaklık stresi, domateslerde besin metabolizması ve amonyum asimilasyonu üzerinde önemli etkiler göstermektedir (Liu ve ark., 2017). Mishra ve ark.(2023), sıcaklık stresine bağlı besin alımındaki azalmanın kök aktivitesi, membran geçirgenliği ve metabolik enerji dengesi gibi çok sayıda faktörden etkilendiğini rapor etmiştir.

2.8. DOMATESTE YÜKSEK SICAKLIK TOLERANSI MEKANİZMALARI

Domates bitkilerinde yüksek sıcaklık stresine karşı geliştirilen savunma ve hayatta kalma mekanizmalarından biri, prolin, şekerler ve poliyoller gibi osmotik bileşiklerin birikmesidir (Giordano ve ark., 2021). Ayrıca çevresel değişiklikler, domates bitkisinde fenolikler ve flavonoid içeriklerinde önemli değişimlere yol açabilmektedir (Alhaithloul ve ar., 2021).

Şeker seviyesi, domates bitkilerinin Yüksek sıcaklık stresine verdiği tepkilerden etkilenmektedir (Zhang ve ark., 2012). Genotipler arasında belirgin farklılıklar gözlemlenmiş olup, stres altındaki polen tanelerinde çiçeklenme öncesi şeker seviyesinin azalmasının meyve tutumunu düşürdüğü ve toplam şeker birikimini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Kumar ve ark., 2015). Poliaminler (PAs), bitkilerde fizyolojik süreçlerin ve çeşitli stres yanıtlarının düzenlenmesinde kritik rol oynayan küçük ve yaygın organik bileşiklerdir; abiyotik stres koşullarında, özellikle Yüksek sıcaklık stresi altında birikirler (Gupta ve ark., 2013). Artan PA düzeyleri, bitkilerin farklı abiyotik stres koşullarına karşı koruyucu yanıtlarını güçlendirmekte

ve osmotik düzenleme, membran stabilitesi ile stomatal hareketlerin optimizasyonu yoluyla stres toleransında önemli işlevler üstlenmektedir (khan ve ark., 2013). Haque ve ark. (2021), domateste ısı stresi altında metabolit profili ve enzimatik aktivitelerde önemli değişiklikler gözlemlemişlerdir. Araştırmalar, biyokütle ağırlığında azalma ile birlikte çözünür polifenolik bileşiklerin konsantrasyonunda artış olduğunu ortaya koymuştur. Öte yandan, 35 °C’de uygulanan yüksek sıcaklık stresi koşullarında peroksidaz ve polifenol oksidaz aktivitelerinin belirgin biçimde azaldığı rapor edilmiştir. Membran hasarı, hücrel enerji dengesini bozarak iyon hareketliliğini kısıtlamakta, toksik bileşiklerin birikimini ve oksidatif stresin artışı tetiklemektedir (Sun ve ark., 2022). Yüksek sıcaklık stres altında önemli proteinlerin fonksiyonlarını destekleyecek uygun bir membran ortamının oluşturulmasına katkı sağlamaktadır (Conde ve ark., 2011).

2.9. YÜKSEK SICAKLIK STRESİNE KARŞI DOMATES ÜRETİMİ

Küresel sıcaklıkların artışı, domates üretiminde sıcaklık stresini kritik bir sorun hâline getirmektedir ve yüksek sıcaklık, bitki büyümesini olumsuz etkileyerek verim kaybına yol açmaktadır (Bita ve Gerats, 2013). Yüksek sıcaklık stresi altında domateste meyve tutumuna ilişkin genetik varyasyonun belirlenmesi, ısıya dayanıklı çeşitlerin seçimine katkı sağlayabilir. Bu tolerans, özellikle “receptive” (duyarlı) genlerin ekspresyon seviyelerinin Yüksek sıcaklık şokundan önce modifiye edilmesiyle artırılabilir (Bita ve Gerats, 2013). Toleransı sağlayan genler, tohum genetik koleksiyonları, yabani akrabalar ve aşırı çevresel koşullarda hayatta kalan materyallerde bulunabilir (Mammadov ve ark., 2018). Transgenik teknolojiler ve gen düzenleme yöntemleri (CRISPR-Cas9), geleneksel ıslah stratejileriyle birleştirildiğinde, domatesin Yüksek sıcaklık stresine dayanıklılığını artırmada etkili araçlar olarak öne çıkmaktadır (Keerthana ve ark., 2025). Yerli domatesler, yabani akrabalardan istenilen özelliklerle zenginleştirilebilir; ancak bu süreç genellikle yavrularda verim kaybına yol açmaktadır. Bu durum, sıcaklık toleransı ve verim gibi çok sayıda genin etkileştiği poligenik karakterlerin doğasından kaynaklanmaktadır (Adithya ve ark., 2024).

3.SONUÇ

Yüksek sıcaklık stresine bağlı düşük meyve tutumu, tropik ve subtropik bölgelerde ya da dünyanın farklı domates yetiştirme alanlarında düşük verimin başlıca nedenlerinden biridir. Gündüz–gece sıcaklık farkı (DIF) domates büyümesini önemli ölçüde etkilemektedir. Pozitif DIF, yaprak fotosentezini, kök kuru madde birikimini, kök aktivitesini ve besin elementi alımını artırarak domates büyümesini teşvik etmektedir. Buna karşın negatif DIF, domates gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Günümüzde küresel ısınma koşullarında, Yüksek sıcaklığa

toleranslı domates hatlarının geliştirilmesi, domates ıslahı ve biyoteknolojisinin başlıca hedeflerinden biri olmalıdır. Tüm model özellikleri taşıyan ve yüksek sıcaklık koşullarında dahi nispeten daha yüksek verim sağlayabilen termo-tolerant hatların geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Yüksek sıcaklık stresine duyarlı polen genlerinin ve polen savunma mekanizmalarında rol alan genlerin belirlenmesi ve karakterizasyonu, daha dayanıklı genotiplerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Moleküler ıslah ve transgenik tekniklerin kullanımıyla ısıya dirençli genler aktarılabilir ve yüksek sıcaklık toleranslı genotipler geliştirilebilir. Ayrıca, yüksek sıcaklık stresinin algılanması ve sinyal iletiminde rol alan genlerin tanımlanması ve karakterize edilmesi, daha dayanıklı ve ısıya karşı dirençli genotiplerin üretiminde kullanılabilecektir.

4.KAYNAKÇA

- Adithya, A., Indu Rani, C., Savitha, B. K., Murugan, M., Sudha, M., Prabhu, M. (2024). Harnessing the crop wild relatives in genetic improvement of eggplant, potato, and tomato. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10722-024-01565-8>
- Agnolucci, P., Rapti, C., Alexander, P., Lipsis, V. D., Ekins, P. (2020). Impacts of rising temperatures and farm management practices on global yields of 18 crops. *Nature Food*, 1(9), 562–571. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00148-x>
- Alhathloul, H. A. S., Galal, F. H., Seufi, A. M. (2021). Effect of extreme temperature changes on phenolic, flavonoid contents and antioxidant activity of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *PeerJ*, 9, e11193. <https://doi.org/10.7717/peerj.11193>
- Alsamir, M., Mahmood, T., Trethowan, R., Ahmad, N. (2021). An overview of heat stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Saudi J Biol Sci*. 28(3):1654–1663. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.088>
- Amrutha, V., Shaniya, S., Beena, R., Nithya, N., Jaslam, M. P. K., Soni, K. B., Viji, M. M. (2021). Population structure analysis and marker trait association in selected set of Indian tomato (*Solanum lycopersicum* L.) varieties under high temperature condition. *Genetic Resources and Crop Evolution*. <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01216-2>
- Basu, S., et al. (2020). Proline metabolism and redox: Maintaining a balance in health and disease. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00577>
- Bitá, C. E., Gerats, T. (2013). Plant tolerance to high temperature in a changing environment: Scientific fundamentals and production of heat stress-tolerant crops. *Frontiers in Plant Science*, 4, 273. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00273>
- Collier, R. J., Renquist, B. J., Xiao, Y. (2017). A 100-year review: Stress physiology including heat stress. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10367–10380. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13676>
- Conde, A., Chaves, M. M., Gerós, H. (2011). Membrane transport, sensing and signaling in plant adaptation to environmental stress. *Plant and Cell Physiology*, 52(9), 1583–1602. <https://doi.org/10.1093/pcp/pcr107>
- Giordano, M., Petropoulos, S. A., Roupael, Y. (2021). Response and defence mechanisms of vegetable crops against drought, heat and salinity stress. *Agriculture*, 11(5), 463. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050463>
- González-García, M. P., Conesa, C. M., Lozano-Enguita, A. (2022). Temperature changes in the root ecosystem affect plant functionality. *Plant Communications*, 4(3), 100514. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2022.100514>
- Gupta, K., Dey, A., Gupta, B. (2013). Plant polyamines in abiotic stress responses. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(7), 2015–2036. <https://doi.org/10.1007/s11738-013-1239-4>
- Haque, M. S., Husna, M. T., Uddin, M. N., et al. (2021). Heat stress at early reproductive stage differentially alters several physiological and biochemical traits of three tomato cultivars.

- Horticulturae,7(10),330.<https://doi.org/10.3390/horticulturae7100330>
- Hemantaranjan, A., Nishant Bhanu, A., Singh, M. N., Yadav, D. K., Patel, P. K., Singh, R., Katiyar, D. (2014). Heat stress responses and thermotolerance. *Advances in Plants and Agriculture Research*, 1(1), 00012. <https://doi.org/10.15406/apar.2014.01.00012>
- Keerthana, R., Rakshana, P., Salunkhe, S. R., et al. (2025). CRISPR-Cas9 mediated enhancement of abiotic stress resilience in tomato: A comprehensive review of target genes. *Molecular Biology Reports*, 52. <https://doi.org/10.1007/s11033-025-10634-9>
- Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M., Zhao, C. (2023). Phosphorus plays key roles in regulating plants' physiological responses to abiotic stresses. *Plants*, 12, 2861. <https://doi.org/10.3390/plants12162861>
- Kumar, S., Prakash, P., Kumar, S., Srivastava, K. (2015). Role of pollen starch and soluble sugar content on fruit set in tomato under heat stress. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 47, 406–412. <https://www.researchgate.net/publication/292160041>
- Kumar, S., et al. (2020). Understanding the roles of osmolytes for acclimatizing plants to environmental stresses. *Frontiers in Plant Science*, 11, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01234>
- Lee, K., Rajametov, S. N., Jeong, H.-B., Cho, M.-C., Lee, O.-J., Kim, S.-G., Yang, E.-Y., Chae, W.-B. (2022). Comprehensive understanding of selecting traits for heat tolerance during vegetative and reproductive growth stages in tomato. *Agronomy*, 12, 834. <https://doi.org/10.3390/agronomy12060834>
- Li, L., Li, J., Gao, Q., Chen, J.-X. (2015). Effects of day and night temperature difference on growth, development, yield and fruit quality of tomatoes. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, 26, 2700–2706.
- Liu, G., Du, Q., Li, J. (2017). Interactive effects of nitrate-ammonium ratios and temperatures on growth, photosynthesis, and nitrogen metabolism of tomato seedlings. *Scientia Horticulturae*, 214, 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.012>
- Mammadov, J., Buyyarapu, R., Guttikonda, S. K., Parliament, K., Abdurakhmonov, I. Y., Kumpatla, S. P. (2018). Wild relatives of maize, rice, cotton, and soybean: Treasure troves for tolerance to biotic and abiotic stresses. *Frontiers in Plant Science*, 9, 886. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00886>
- Mishra, S., Spaccarotella, K., Gido, J., Samanta, I., Chowdhary, G. (2023). Effects of heat stress on plant-nutrient relations: An update on nutrient uptake, transport, and assimilation. *International Journal of Molecular Sciences*, 24, 15670. <https://doi.org/10.3390/ijms242415670>
- Ouonkap, S. V. Y., Palaniappan, M., Pryze, K., Jong, E., Foteh Ali, M., Styler, B., Althiab Almasaud, R., Harkey, A. F., Reid, R. W., Loraine, A. E., Smith, S. E., Pease, J. B., Muday, G. K., Palanivelu, R., Johnson, M. A. (2024). Enhanced pollen tube performance at high temperature contributes to thermotolerant fruit and seed production in tomato. *Current Biology*, 34(22), 5319–5333.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.10.025>
- Pan, C., Ahammed, G. J., Li, X., Shi, K. (2018). Elevated CO₂ improves photosynthesis under high temperature by attenuating the functional limitations to energy fluxes, electron transport and redox homeostasis in tomato leaves. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01712>
- Paupière, M. J., van Haperen, P., Rieu, I., Visser, R. G. F., Tikunov, Y. M., Bovy, A. G. (2017). Screening for pollen tolerance to high temperatures in tomato. *Euphytica*, 213, 130. <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1940-1>
- Pongratz, J., Schwingshackl, C., Bultan, S., Obermeier, W., Havermann, F., Guo, S. (2021). Land use effects on climate: Current state, recent progress, and emerging topics. *Current Climate Change Reports*, 7(4), 99–120. <https://doi.org/10.1007/s40641-021-00178-y>
- Puppala, N., Nayak, S. N., Sanz-Saez, A., Chen, C., Devi, M. J., Nivedita, N., Bao, Y., He, G., Traore, S. M., Wright, D. A., et al. (2023). Sustaining yield and nutritional quality of peanuts in harsh environments: Physiological and molecular basis of drought and heat stress tolerance. *Frontiers in Genetics*, 14, 1121462. <https://doi.org/10.3389/fgene.2023.1121462>
- Rezk, A., Abhary, M., Akhkha, A. (2021). Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) breeding strategies for biotic and abiotic stresses. In J. M. Al-Khayri, S. M. Jain, D. V. Johnson (Eds.), *Advances in Plant Breeding Strategies: Vegetable Crops* (1st ed., Vol. 9, pp. 363–405). Springer.Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64265-3_12
- Saito, K., et al. (2019). Proline as a measure of stress in tomato plants. *ScienceDirect*.
- Sestari, I., Santos, D. M., Lima, E. R., Oliveira, F. J., Costa, M. C. (2021). Enhanced reproductive

- thermotolerance of the tomato high pollen tube production line. *Frontiers in Plant Science*, 12, 672368. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.672368>
- Shokri, M., Lezzi, L., Basset, A. (2024). The seasonal response of metabolic rate to projected climate change scenarios in aquatic amphipods. *Journal of Thermal Biology*, 124, 103941. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2023.103941>
- Singh, S. P., Kumar, A., Sharma, R. (2021). Heat stress and tomatoes: Impacts and mitigation strategies. *Science of the Total Environment*, 804, 150267. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150267>
- Singhal, R. K., Bheemanahalli, R., Pandey, S., Pratibha, M. D. (Eds.). (2024). Impact of high night temperature on plant biology: Toward sustainable plant adaptation to climate change. CRC Press.
- Sun, Q., Li, Y., Shi, L., Hussain, R., Mehmood, K., Tang, Z., Zhang, H. (2022). Heavy metals induced mitochondrial dysfunction in animals: Molecular mechanism of toxicity. *Toxicology*, 153136. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2022.153136>
- Takahashi, F., et al. (2011). Tobacco leaves and roots differ in the expression of proline metabolism-related genes in the course of drought stress and subsequent recovery. *Plant Science*, 180(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.08.009>
- Toivonen, P. M. A., Hodges, D. M. (2011). Abiotic stress in harvested fruits and vegetables. In A. K. Shanker & B. Venkateswarlu (Eds.), *Abiotic stress in plants – mechanisms and adaptations* (pp. 39–58). InTech Europe. ISBN 978-953-307-394-1
- Turan, M., et al. (2020). L-proline alleviates heat stress of tomato plants grown under greenhouse conditions. *Scientia Horticulturae*, 268, 109370. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109370>
- Akhoundnejad, Y., Dasgan, H. Y. (2018). Physiological performance of some high temperature tolerant tomato genotypes. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 4(7), 57–74.
- Zhang, J., Jiang, X., Li, T., Chang, T. (2012). Effect of elevated temperature stress on the production and metabolism of photosynthate in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) leaves. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 87, 293–298. <https://doi.org/10.1080/14620316.2012.11512867>
- Zheng, Y. J., Yang, Z. Q., Luo, J., Zhang, Y., Jiang, N., Khattak, W. A. (2023). Transcriptome analysis of sugar and acid metabolism in young tomato fruits under high temperature and nitrogen fertilizer influence. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1197553. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1197553>

DOMATESTE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) KURAKLIK STRESİ TEPKİ MEKANİZMALARININ İNCELENMESİ

Doç. Dr. Yelderem AKHOUNDNEJAD

Şırnak University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Şırnak, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-1435-864X

ÖZET

Domates (*Solanum lycopersicum*), kuraklık stresi altında belirgin şekilde olumsuz etkilenmektedir. Kuraklık koşullarında bitkilerde reaktif oksijen türleri (ROS) aşırı miktarda birikmekte ve bu durum hücresel düzeyde oksidatif stres oluşturarak fotosentez, büyüme, meyve tutumu ve genel verimi ciddi biçimde azaltmaktadır. Bitkiler, kuraklık stresine yanıt olarak stomatal kapanma, osmotik dengeleme, antioksidan savunma sistemlerinin aktivasyonu ve metabolik yol modifikasyonlarını içeren karmaşık fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler adaptasyon mekanizmaları geliştirmektedir. Kuraklık stresinin düzenlenmesinde kritik bir rol oynayan sinyal molekülü absisik asit (ABA), membran taşıyıcıları, protein kinazlar, transkripsiyon faktörleri ve diğer hormonal sinyal yolları aracılığıyla uygun stres yanıtlarının tetiklenmesini sağlamaktadır. Ayrıca, kuraklık stresine verilen yanıtın genetik ve epigenetik kontrol mekanizmaları üzerine araştırmalar giderek artmakta; bu sayede stres toleransını artıran genetik ağlar ve sinyal yolları tanımlanabilmektedir. Elde edilen bu bilgiler, domatesin kurak koşullara adaptasyonunu ve dayanıklılığını artırmaya yönelik ıslah programları ile biyoteknolojik uygulamalar açısından büyük önem taşımaktadır. kuraklık stresi bitkilerin büyüme, gelişim ve verim üzerinde ciddi olumsuz etkiler oluşturur. Bitkiler, karmaşık fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler mekanizmalar aracılığıyla bu strese karşı uyum sağlar. Kuraklık toleransını artırmak için genetik ıslah, moleküler biyoteknoloji ve stres fizyolojisi araştırmaları büyük önem taşımaktadır. Bu sayede kurak koşullara dayanıklı bitki genotiplerinin geliştirilmesi mümkün olmaktadır. Bu derlemede, domates bitkisinin kuraklık stresine verdiği yanıt mekanizmaları güncel literatür ışığında özetlenmiş ve gelecekteki araştırmalar için potansiyel yönler tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, Kuraklık stres, Absisik Asit (ABA), Reaktif Oksijen Türleri (ROS)

INVESTIGATION OF DROUGHT STRESS RESPONSE MECHANISMS IN TOMATO (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.)

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is markedly affected under drought stress. Under drought conditions, excessive accumulation of reactive oxygen species (ROS) occurs in plants, leading

to oxidative stress at the cellular level and causing significant reductions in photosynthesis, growth, fruit set, and overall yield. In response to drought stress, plants develop complex physiological, biochemical, and molecular adaptation mechanisms, including stomatal closure, osmotic adjustment, activation of antioxidant defense systems, and modifications of metabolic pathways. The signaling molecule abscisic acid (ABA) plays a critical role in the regulation of drought stress by triggering appropriate stress responses through membrane transporters, protein kinases, transcription factors, and other hormonal signaling pathways. Moreover, research on the genetic and epigenetic control mechanisms underlying drought stress responses has been rapidly expanding, enabling the identification of genetic networks and signaling pathways that enhance stress tolerance. These insights are of great importance for breeding programs and biotechnological applications aimed at improving the adaptation and resilience of tomato under drought conditions. Drought stress has significant adverse effects on plant growth, development, and yield. Plants adapt to this stress through complex physiological, biochemical, and molecular mechanisms. Genetic breeding, molecular biotechnology, and stress physiology research play a crucial role in enhancing drought tolerance. Consequently, the development of plant genotypes capable of withstanding drought conditions becomes possible. This review summarizes the response mechanisms of tomato to drought stress in the light of current literature and discusses potential directions for future research.

Keywords: Tomato, Drought Stress, Absciscic Acid (ABA), Reactive Oxygen Species (ROS)

1-GİRİŞ

Kuraklık, bitki büyümesini, gelişimini ve verimini küresel ölçekte sınırlayan başlıca abiyotik stres faktörlerinden biridir. İklim değişikliği ve toprak kuraklaşmasının, toprak nem içeriğini azaltarak ürün büyümesini önemli ölçüde olumsuz etkileyeceği öngörülmektedir (Calanca, 2017). Bu bağlamda, kuraklık stresini azaltmaya yönelik stratejiler geliştirebilmek için, bitkilerin kuraklığa yanıt mekanizmalarının moleküler düzeyde daha iyi anlaşılması gerekmektedir.

Domates (*Solanum lycopersicum*), ekonomik ve besinsel değeri yüksek önemli bir meyve ve sebze türü olup, uluslararası ticareti son yıllarda artış göstermiş ve domates üretimi küresel tarımın temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir (Kumar ve ark., 2020). Kuraklık stresi, domates verimini ciddi ölçüde azaltmakta ve bu durum hem domates endüstrisi hem de tarım ekonomisi açısından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Günümüzde, absisik asit (ABA) protein kinazlar, transkripsiyon faktörleri (TF'ler), çeşitli hormonal sinyal yolları ve zar/kanal proteinleri aracılığıyla bitkilerin kuraklık tepkilerini düzenlemede kritik bir rol oynamaktadır.

Bu derlemede, söz konusu bileşenlerin domatesin kuraklık stresine moleküler yanıtındaki katkıları ve güncel araştırmalardan elde edilen bulgular özetlenecektir (Xie ve ark., 2024).

2. BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1. KURAKLIK STRESİNİN BİTKİ MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Bitkiler kuraklık stresine maruz kaldığında, öncelikle dış form ve iç yapılarda değişiklikler gözlemlenir. Su kaybının en belirgin etkisi, bitkinin büyüme hızının yavaşlaması ve hatta ölümüdür. Yapılan çalışmalar, abiyotik stres koşullarındaki bitkilerin fenotipik plastisite yoluyla değişen çevresel faktörlere uyum sağlayabildiğini göstermektedir. Bu nedenle, çevresel etkiler altında, kserofitler evrimsel süreç boyunca belirli morfolojik özellikler geliştirmiş ve ontogenetik gelişimleri süresince bu özellikler aracılığıyla kuraklığa adapte olmuşlardır. Kuraklığa dayanıklı bitkiler; yaprak, gövde, kök ve benzeri organlarda, kurak çevreye uyum sağlayacak morfolojik ve yapısal özelliklere sahiptir (Zahedi ve ark., 2025).

2.2. KURAKLIK STRESİ VE BİTKİLERİN DIŞ FORMU

Vejetatif dönem boyunca su yetersizliğinin en belirgin belirtileri; bitki boyunda kısalma, yaprak solgunluğu, yaprak sayısı ve yüzey alanında azalmadır. Kuraklıktan şiddetle etkilenen bitki boyu, hücre büyümesi ve yaprak yaşlanması ile yakından ilişkilidir. Bitki boyundaki azalma, esas olarak hücre genişlemesinin azalması, yaprak dökümünün artması ve kuraklık koşullarında mitozun bozulmasından kaynaklanmaktadır (Nelissen ve ark., 2018).

2.3. KURAKLIK STRESİ, BİTKİLERİN İÇ YAPISI VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

Dış formun yanı sıra, bitkilerin iç yapısında da kuraklık stresinde belirgin değişiklikler meydana gelmektedir. Yaprak epidermisinin dış duvarında gelişmiş bir kütikula tabakası bulunur. Kütikula, suyun atmosfere kaybını azaltan ve buharlaşmaya karşı bir bariyer görevi gören lipid esaslı bir zardır. Kalın bir kütikula, bitkinin enerji yansıtma kapasitesini artırarak transpirasyonu azaltır ve böylece bitkinin kuraklığa karşı direncini güçlendirir (Bi ve ark., 2017).

Nitekim, *Arabidopsis thaliana* yapraklarında su kıtlığı koşullarında kütikular lipid içeriğinin önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Kuraklık stresinde birim alan başına epidermal mum miktarındaki artış esas olarak mum alkanlarının çoğalmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, su yetersizliği toplam kutin monomer miktarını artırmış, kutin monomerleri arasındaki oranı değiştirmiş, yaprak kütikulasının kalınlığını artırmış ve bitki kütikulasında osmiyum birikimini tetiklemiştir (Stepinski ve ark., 2020).

Buna ek olarak, kuraklık koşullarına adaptasyonda yaprak mezofil dokusunda değişiklikler görülmektedir: palizat parankiması tabakasının kalınlaşması, sünger parankimasının azalması, hücre tabakası sayısının artması, hücre hacminin küçülmesi ve hücreler arası boşlukların daralması bu değişikliklere örnektir (Karunasena ve ark., 2015). Stoma gelişimi de su stresi ile ilişkili önemli bir göstergedir. Kuraklık sürecinde stoma uzunluğu, genişliği, yoğunluğu ve açıklığının arttığı rapor edilmiştir.

2.4. GENE DAYALI KURAKLIK DİRENCİ

Domates bitkileri, gen ekspresyonundaki değişikliklerden fizyomorfolojik özelliklerindeki farklılıklara kadar çeşitli yollarla kuraklığa uyum sağlayabilmektedir. Bu tepkiler, çoğunlukla hormon düzeylerindeki değişimlere dayalı biyokimyasal adaptasyonlar şeklinde ortaya çıkmakla birlikte, aynı zamanda osmolit içeriğinde değişimleri de kapsayabilir. Örneğin, toleranslı çeşitlerin yapraklarında prolinin biriktiği ve bunun transpirasyon ile yaprak su potansiyeli üzerinde olumlu etkiler gösterdiği belirlenmiştir. Uzun süre depolanabilen domatesler bu duruma iyi bir örnek teşkil eder ve özellikle su kıtlığına karşı dirençlidir (Patanè ve ark., 2022).

Kuraklığa verilen tepkiler fizyolojik düzeyde de ortaya çıkar; bunlar arasında stoma iletkenliği, fotosentetik pigment düzeyleri, suyun dağılımı ve depolanmasındaki değişimler, ayrıca stoma kapanması gibi mekanik yanıtlar yer almaktadır. Buna ek olarak, adaptasyon; mezofil yapısında, stoma büyüklüğü ve yoğunluğunda değişikliklere yol açabilir. Bu değişimlerin tamamı tüm domates çeşitlerinde görülmez; genellikle çeşide özgü olup belirli bir çeşidi karakterize eder. Kuraklığa toleranslı domates çeşitlerine örnek olarak, uzun dönemli adaptasyonları sayesinde kuraklığa dayanıklı olan Ramellet çeşidi verilebilir (Conti ve ark., 2023).

Biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik düzeylerdeki tüm bu değişiklikler, genom ve gen düzeyindeki değişimlere bağlıdır. Bu nedenle, bu derlemeyi gen düzeyinden başlayarak ve belirli genlerin kuraklık toleransındaki rollerini tartışarak yapılandırmayı tercih ettik.

2.5. KURAKLIĞA KARŞI PROTEİNLERİN KORUYUCU ROLÜ

Abiyotik stresler, bitki proteomunu etkileyerek protein bolluğunu, hücresel lokalizasyonunu, post-translasyonel modifikasyonları (PTM), protein-protein etkileşimlerini ve nihayetinde proteinlerin biyolojik işlevini değiştirir (Kosová ve ark., 2018). Bu bölümde yalnızca domates biyolojik çeşitliliği bağlamında incelenmiş proteinler üzerinde durulacaktır. Mevcut literatür, protein profillemenin kuraklığa dayanıklı ve hassas domates çeşitlerini ayırt etmede faydalı olduğunu göstermektedir. Ahmad ve ark. (2016), belirli çeşitlerde hem baskılanan hem de

indüklenen çok sayıda proteini tanımlamıştır. Bu proteinler farklı fonksiyonel gruplara aittir ve protein mekanizmasının kuraklık stres toleransında güçlü bir rol oynadığını göstermektedir. Örneğin, ATP kullanmadan protein katlanmasını destekleyen prefoldin, çeşitli hidrofilik proteinler ve kalsiyum sinyal iletim yolundaki kalmodulin, dayanıklı çeşitlerde birikmiş; buna karşılık hassas domateslerde bu protein değişimleri gözlenmemiştir (Linlin ve ark., 2016).

Bazı çalışmalar, proteinlerin basit elektroforetik ayrımının, domatesin toleranslı ve hassas genotiplerini ayırt etmede faydalı olabileceğini öne sürmüştür (Conti ve ark., 2022). Bu nedenle, domates bitkilerinin proteom analizinde, öncelikle oksidatif stres yanıtı ve redoks durumunun düzenlenmesinde görevli kuraklığa yanıt veren birçok proteinin tespit edilmesi şaşırtıcı değildir. (Celik ve ark., 2017) çalışmasında domates genotipinin kuraklık stresine yanıtı, antioksidan enzim aktiviteleri ve protein ekspresyonları ölçülerek incelenmiş; bir genotipin stres altında değişen protein sayısı ve türüne (SOD, askorbat peroksidaz [APX] ve katalaz [CAT]) bağlı olarak daha dayanıklı olduğu bulunmuştur. Bu proteinler, domates çeşitlerinin ıslahında kuraklık toleransı belirteçleri olarak kullanılabilir. Aslında, kuraklık stresinin ROS üretimini artırdığı iyi bilinmektedir. Bu durum redoks homeostazını etkiler, oksidatif strese yol açar ve fotosentetik verimliliği düşürür (Hasanuzzaman ve ark., 2013). ROS metabolizması ve antioksidan mekanizmalardaki değişimler, kuraklık, ısı ve kuraklık ile ısının birlikte uygulandığı stres koşullarına maruz bırakılan iki domates çeşidinde de incelenmiştir. Her iki çeşitte de SOD ve APX aktivitelerinde dramatik bir artış gözlenirken, CAT aktivitesi önemli ölçüde azalmıştır (Azarabadi ve ark., 2017).

2.6. KURAKLIĞA KARŞI ÇEŞİTLİ FİZYOLOJİK YANITLAR

Kuraklık koşullarında yetiştirilen domates bitkilerinde fizyolojik aktivitelerin ölçülmesi, toleranslı ve duyarlı genotiplerin ayrımında giderek daha önemli bir yaklaşım haline gelmektedir. Bunun temel nedeni, fizyolojik analizlerin farklı ölçüm parametrelerini içermesi ve biyokimyasal düzeydeki tepkilerin tüm bitki fonksiyonelliği ile ilişkilendirilebilmesidir (Conti ve ark., 2023).

Fotosentetik aparatın en önemli bileşenlerinden biri, fotosistem II (PSII) çekirdek kompleksi ile ışık hasat kompleksi II (LHCII)'den oluşan PSII-LHCII süperkompleksidir. Bu süperkompleks, ışık enerjisinin yakalanmasında ve PSII reaksiyon merkezine aktarılmasında temel rol oynamaktadır. Domatese özgü olmamakla birlikte, kuraklık stresi PSII-LHCII süperkompleksinin yapısını ve işlevselliğini bozabilmekte; ayrıca fotohasarı önlemek amacıyla fazla ışık enerjisinin non-fotokimyasal söndürme (NPQ) mekanizması ile dağıtılmasını tetikleyebilmektedir (Zuo, 2025). PSII-LHCII protein düzeyinde çeşitli yapısal ve işlevsel

değişiklikler rapor edilmiştir. Özellikle, kuraklık stresi altında bezelye (*Pisum sativum*) yapraklarında PSII ve PSI'nin fotokimyasal verimliliği azalmış, ışık hasat kompleksleri ile çekirdek proteinleri parçalanmıştır. Bu değişimlerin reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimi ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Pandey ve ark., 2023). Ayrıca, kuraklık koşullarında demet kını kloroplastlarının, mezofil kloroplastlarına kıyasla daha yüksek NPQ sergilediği; bunun da LHCII alt birimlerinin defosforilasyonu ve PSII alt birim S proteininin artışı ile bağlantılı olduğu saptanmıştır (Liu ve ark., 2022).

2.7. REAKTİF OKSİJEN TÜRLERİNİN ÜRETİMİ VE TEMEL FONKSİYONLARI

Oksijen, aerobik organizmaların yaşam faaliyetlerini sürdürebilmesi için gereklidir. Metabolizma sırasında oksijen tamamen indirgenmediğinde, yüksek kimyasal reaktiviteye sahip çeşitli metabolitler ve türevleri oluşur; bunlar reaktif oksijen türleri (ROS) olarak adlandırılır. ROS; süperoksit radikali (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2), tekli oksijen ($1O_2$), hidroksil radikali ($\cdot OH$) ve organik oksijen radikallerini ($RO\cdot$, $ROO\cdot$) içerir (Edge ve Truscott, 2021). Normal koşullarda ROS üretimi, bitkilerde ROS temizleme sistemi ile dengelenir. Ancak kuraklık stresi altında bu denge bozulur; ROS birikimi hücrelerde oksidatif strese yol açar. Aşırı ROS, lipid peroksidasyonu, protein denatürasyonu, DNA zincir kırılmaları ve fotosentezde aksamalara neden olabilir. Bitkilerde uzun evrimsel süreçte, ROS seviyelerini kontrol altında tutmak için enzimatik ve enzimatik olmayan koruma sistemleri gelişmiştir (Rajput ve ark., 2021).

2.8. KURAKLIK İLE AKTİVE OLAN SİNYAL YOLAKLARI

Kuraklık stresi, bitkilerde su eksikliğinin algılanmasını ve moleküler, hücresel ve fizyolojik düzeyde adaptif tepkilerin başlatılmasını sağlayan karmaşık bir sinyal yolları kaskadını tetikler. Bu yollar arasında, abisik asit (ABA) bağımlı sinyal yolları merkezi bir rol oynar. Su eksikliği, köklerde ve yapraklarda ABA sentezini uyarır; ABA, stomatal kapanmayı, gen ekspresyonunu ve stres yanıtı ile ilişkili metabolik yolları düzenleyerek su kaybını azaltır ve hücresel homeostazı sürdürür (Liu ve ark., 2022).

ABA algılanması, PYR/PYL/RCAR reseptör ailesi aracılığıyla gerçekleşir; ABA bağlandığında PP2C fosfatazları inhibe edilir ve SnRK2 kinazları aktive edilir. Aktive olan SnRK2 kinazları, AREB/ABF gibi transkripsiyon faktörlerini fosforile ederek ABA yanıtı genlerin ekspresyonunu başlatır; bu genler, osmotik koruyucuların birikimi, reaktif oksijen türlerinin (ROS) detoksifikasyonu ve koruyucu proteinlerin sentezi gibi tepkileri yönlendirir (Ayub ve ark., 2025).

Kalsiyum sinyali de kuraklık algısı ve yanıtında önemli bir rol oynar. Sitozolik Ca^{2+} düzeylerindeki değişimler, kalmodulinler, kalsiyum bağımlı protein kinazlar (CDPK) ve calcineurin B-like (CBL) proteinleri tarafından algılanarak stres yanıtı ile ilişkili gen ağlarının aktivasyonunu başlatır (Aliniaefard ve ark., 2020).

3. SONUÇ

Kuraklık stresine yanıt olarak bitkiler, morfolojik değişiklikler, osmotik düzenleyiciler ve hormon sentezi gibi mekanizmaları aktive eder. Bu süreçlerin merkezinde ABA bulunur; su eksikliği koşullarında ABA birikimi artar ve diğer fitohormonlarla etkileşim kurarak transkripsiyonel yeniden programlamayı tetikler. Domatesin kuraklık toleransında Arabidopsis çalışmalarına benzerlikler gözlemlenir, ancak alternatif yollar da mevcuttur. Arabidopsis'te COST1, otofaji yolunu etkileyerek kuraklık direncini negatif düzenlerken, SnRK2.6/OST1 büyüme ve stres yanıtları arasında denge sağlar. ATCLE25 peptidi, su eksikliği sırasında ABA biyosentezinde rol alan ANCED3'ü indükler. Domatesin kuraklık toleransında kalsiyuma bağımlı protein kinazların (CDPK) rolü henüz tam olarak aydınlatılmamıştır. CDPK'ler, ABA aktivasyonu sonrası su dengesini sağlamak için akuaporinler (AQP), iyon kanalları ve TF'leri fosforile eder. Patateste StCDPK21/22 ve StCDPK3, kuraklıkta malondialdehit (MDA) ve prolin içeriğini düzenler; benzer mekanizmaların domateste incelenmesi gereklidir. Biyoçeşitliliğin, bitki fizyolojisi ve gelişiminin pek çok yönü için önemli bir genetik kaynak olduğu düşünülmekle birlikte, etkisinin boyutu hâlen belirsizdir. Ekosistem dengesinin korunmasında kritik bir rol oynadığı ve hava ile suyun arıtılması, besin döngüsünün sağlanması ve iklimin düzenlenmesi gibi çeşitli ekosistem hizmetleri sunduğu kabul edilmektedir. Dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilen ve yüksek ekonomik değere sahip bir tek yıllık kültür bitkisi olan domates (*Solanum lycopersicum*), yüksek sıcaklıklar ve zorlu yetiştirme koşullarının hâkim olduğu bölgelerde de yetişebilmektedir. Bu olumsuz koşullara adaptasyonu artırmak amacıyla, yabani domates türlerinde bulunan genetik çeşitlilikten yararlanan ıslah programları geliştirilmiştir. Ancak, söz konusu programların etkinliği ve başarısı henüz tam olarak ortaya konulamamış, bu da konuya ilişkin bilgilerimizde önemli boşluklar bırakmıştır. Domates genetik kaynaklarının korunmasına yönelik çalışmalar, domates üretiminin uzun vadeli sürdürülebilirliğini ve gıda güvenliğini sağlamak açısından hayati görülmektedir. Bununla birlikte, bu koruma çalışmalarının somut etkileri ve sonuçları halen belirsizliğini korumaktadır.

KAYNAKÇA

- Ayub, A., Javed, T., Nayab, A., Nan, Y., Xie, Y., Hussain, S., Gao, Y., Y. (2025). AREB/ABF/ABI5 transcription factors in plant defense: Regulatory cascades and functional diversity. *Plant Science*, 345, 111234. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2025.111234>
- Ahmad, P., Abdel Latef, A. A. H., Rasool, S., Akram, N. A., Ashraf, M., ve Gucl, S. (2016). Role of proteomics in crop stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1336. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01336>
- Aliniaiefard, S., Shomali, A., Seifikalhor, M., ve Lastochkina, O. (2020). Calcium signaling in plants under drought. In M. Hasanuzzaman ve M. Tanveer (Eds.), *Salt and drought stress tolerance in plants: Signaling networks and adaptive mechanisms* (pp. 259–298). Cham: Springer.
- Azarabadi, S., Abdollahi, H., Torabi, M., Salehi, Z., ve Nasiri, J. (2017). ROS generation, oxidative burst and dynamic expression profiles of ROS-scavenging enzymes of superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and ascorbate peroxidase (APX) in response to *Erwinia amylovora* in pear (*Pyrus communis* L.). *European Journal of Plant Pathology*, 147, 279–294. <https://doi.org/10.1007/s10658-016-1000-0>
- Bi, H., Kovalchuk, N., Langridge, P., Tricker, P. J., Lopato, S., ve Borisjuk, N. (2017). The impact of drought on wheat leaf cuticle properties. *BMC Plant Biology*, 17, 85. <https://doi.org/10.1186/s12870-017-1022-0>
- Calanca, P. P. (2017). Effects of abiotic stress in crop production. In *Quantification of climate variability, adaptation and mitigation for agricultural sustainability* (pp. 165–180). Cham: Springer.
- Celik, O., Ayan, A., ve Atak, C. (2017). Enzymatic and non-enzymatic comparison of two different industrial tomato (*Solanum lycopersicum*) varieties against drought stress. *Botanical Studies*, 58, 32. <https://doi.org/10.1186/s40529-017-0186-6>
- Conti, V., Cantini, C., Romi, M., Cesare, M. M., Parrotta, L., Del Duca, S., ve Cai, G. (2022). Distinct tomato cultivars are characterized by a differential pattern of biochemical responses to drought stress. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(10), 5412. <https://doi.org/10.3390/ijms23105412>
- Conti, V., Parrotta, L., Romi, M., ve diğerleri. (2023). Tomato biodiversity and drought tolerance: A multilevel review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24, 10044. <https://doi.org/10.3390/ijms241210044>
- Karunasena, H. C. P., Gu, Y. T., Brown, R. J., ve Senadeera, W. (2015). Numerical investigation of plant tissue porosity and its influence on cellular level shrinkage during drying. *Biosystems Engineering*, 132, 71–87. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2015.02.002>
- Kosová, K., Vítámvás, P., Urban, M. O., Prášil, I. T., ve Renaut, J. (2018). Plant abiotic stress proteomics: The major factors determining alterations in cellular proteome. *Frontiers in Plant Science*, 9, 122. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00122>
- Kumar, A., Kumar, V., Gull, A., ve Nayik, G. A. (2020). Tomato (*Solanum lycopersicon*). In *Antioxidants in vegetables and nuts: Properties and health benefits* (Vol. 1, pp. 191–207).
- Linlin, L., Peng, G., Hua, J., ve Tianlai, L. (2016). Different proteomics of Ca²⁺ on SA-induced resistance to *Botrytis cinerea* in tomato. *Horticultural Plant Journal*, 2(3), 154–162.
- Liu, H., Song, S., Zhang, H., ve diğerleri. (2022). Signaling transduction of ABA, ROS, and Ca²⁺ in plant stomatal closure in response to drought. *International Journal of Molecular Sciences*, 23, 14824. <https://doi.org/10.3390/ijms232314824>
- Liu, W.-J., Liu, H., Chen, Y.-E., Yin, Y., Zhang, Z.-W., Song, J., Chang, L.-J., Zhang, F.-L., Wang, D., ve Dai, X.-H. (2022). Chloroplastic photoprotective strategies differ between bundle sheath and mesophyll cells in maize (*Zea mays* L.) under drought. *Frontiers in Plant Science*, 13, 885781. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.885781>
- Nelissen, H., Sun, X. H., Rymen, B., Jikumar, Y., Kojima, M., Takebayashi, Y., Abbeloos, R., Demuynck, K., Storme, V., ve Vuylsteke, M. (2018). The reduction in maize leaf growth under mild drought affects the transition between cell division and cell expansion and cannot be restored by elevated gibberellic acid levels. *Plant Biotechnology Journal*, 16, 615–627. <https://doi.org/10.1111/pbi.12796>
- Pandey, J., Devadasu, E., Saini, D., Dhokne, K., Marriboina, S., Raghavendra, A. S., ve Subramanyam, R. (2023). Reversible changes in structure and function of photosynthetic apparatus of



pea (*Pisum sativum*) leaves under drought stress. *Plant Journal*, 113, 60–74.

<https://doi.org/10.1111/tpj.16138>

Patanè, C., Cosentino, S. L., Romano, D., ve Toscano, S. (2022). Relative water content, proline, and antioxidant enzymes in leaves of long shelf-life tomatoes under drought stress and rewatering. *Plants*, 11, 3045. <https://doi.org/10.3390/plants11223045>

Xie, G., Xu, R., Chong, L., ve Zhu, Y. (2024). Understanding drought stress response mechanisms in tomato. *Vegetable Research*, 4(1). <https://doi.org/10.48130/vegres-0023-0033>

Zahedi, S. M., Karimi, M., Venditti, A., Zahra, N., Siddique, K. H. M., ve Farooq, M. (2025). Plant adaptation to drought stress: The role of anatomical and morphological characteristics in maintaining the water status. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 25, 409–427.

<https://doi.org/10.1007/s42729-024-01745-w>

Zuo, G. (2025). Non-photochemical quenching (NPQ) in photoprotection: Insights into NPQ levels required to avoid photoinactivation and photoinhibition. *New Phytologist*, 246, 1967–1974.

<https://doi.org/10.1111/nph.19142>

**SİNÜS OLUKLU ABSORBAN PLAKALI BİR HAVALI GÜNEŞ KOLEKTÖRÜNÜN
DENEYSEL TASARIMI VE SAYISAL ANALİZİ****Murat ÇATALAKAYA**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, K.Maraş, Türkiye

ORCID: 0000-0002-4143-4679**ÖZET**

Yenilenebilir enerji, özellikle de güneş enerjisi geçmişten ısınma, gıda ve ürün kurutma gibi insan hayatında hayati bir öneme sahiptir. Güneş enerjisinin kullanımı ile ilgili sürekli olarak verimliliği artıran yeni yöntemler geliştirilmektedir. Bunlardan bir diğeri de hava güneş kolektörleri için en uygun çalışma koşullarının oluşturulmasıdır. Bu çalışmada, özellikle gıda ürünlerinin kurutulması için tasarlanmış hava ısıtmalı güneş kolektörlerinin sayısal analizi sunulmaktadır. Sayısal analiz, ANSYS FLUENT yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sayısal analiz, Kahramanmaraş'taki iklim şartlarında uygulanmış bir havalı güneş kolektörü için gerçekleştirilmiştir. Analizlerde kullanılan havalı güneş kolektörlerinin boyutları 600x1000x100 mm olup, absorban plaka kısmı sinüs şeklindedir. Sinüs sac, yüksek güneş emiciliğine sahip (0,94) malzemelerden oluşturulmuştur. Kolektörde 600*1000*3 mm boyutlarında şeffaf düz cam tercih edilmiştir. Kolektör tek geçişli, zorlanmış taşınım ve azimut açısına (-75° Güney-Doğu) göre yerleştirilmiştir. Analizlerde hava akışkan olarak kullanılmıştır. Deneysel çalışmalar, günün belirli saatlerinde (09.00-15.00) yarım saat aralıklarla, sabit hava debisinde yapılmış ve sayısal analizleri modellenmiştir. Sayısal modelin çözüm ağına ilişkin istatistikler sunulmuştur. Analiz, zamanla bağlantılı değildir. Analiz yalnızca belirli bir zaman diliminde yapılmıştır. Her bir saat dilimi için ayrı bir analiz gerçekleştirilmiştir. Deney bulguları sayısal değerlendirmelerle mukayese edilmiştir. Bunun sonucunda sabit hava akışı altında güneş kolektörü için günün bazı zamanlarında Kahramanmaraş iklim koşullarının güneşlenme bileşenleri tespit edilmiştir. Kolektör içinde meydana gelen hava akış dinamikleri ve kolektör üzerindeki sıcaklık dağılımı sergilenmiştir. Sonuç olarak, sayısal analiz yardımıyla güneş kolektörünün 3 boyutlu (3B) modellemesi yapılmış ve havalı güneş kolektörün çıkış sıcaklığı deneysel verilere göre % 0,83'lik bir hata ile çözülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Havalı güneş kolektörü, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, Yenilenebilir enerji

**EXPERİMENTAL DESIGN AND NUMERİCAL ANALYSIS OF AN AIR-HEATED
SOLAR COLLECTOR WITH SİNUSOIDAL GROOVED ABSORBER PLATES
ABSTRACT**

Renewable energy, particularly solar energy, has historically been vital to human life for heating, drying food, and other products. New methods are constantly being developed to

increase the efficiency of solar energy utilization. Another such method is to create optimal operating conditions for solar air collectors. This study presents a numerical analysis of air-heated solar collectors specifically designed for drying food products. The numerical analysis was performed using ANSYS FLUENT software. The numerical analysis was conducted for an air solar collector installed in the climatic conditions of Kahramanmaraş. The dimensions of the air solar collectors used in the analyses were 600 x 1000 x 100 mm, and the absorber plate had a sinusoidal shape. The sinusoidal plate was constructed from materials with high solar absorptency (0.94). Transparent flat glass with dimensions of 600 x 1000 x 3 mm was used for the collector. The collector was installed in a single-pass, forced convection mode with an azimuth angle of -75° southeast. Air was used as the fluid in the analyses. Experimental studies were conducted at fixed airflow rates at half-hourly intervals during specific hours (09:00-15:00), and numerical analyses were performed. Statistics for the numerical model's network are presented. The analysis is not time-dependent. The analysis was conducted only for a specific time period. A separate analysis was performed for each time period. Experimental findings were compared with numerical evaluations. As a result, the insolation components of the Kahramanmaraş climate conditions were determined for the solar collector at various times of the day under constant airflow. The airflow dynamics occurring within the collector and the temperature distribution on the collector were demonstrated. Consequently, a three-dimensional (3D) model of the solar collector was constructed using numerical analysis, and the outlet temperature of the air solar collector was determined with an error of 0.83% according to experimental data.

Keywords: Solar energy, air solar collector, calculator fluid dynamics, renewable energy

1.GİRİŞ

Dünya çapında artan küresel enerji talebi, fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmesi ve kullanım kaynaklı çevresel kirleticilerin çoğalması, akademik çalışmalarda verimli yenilenebilir enerji teknolojilerine olan ilgiyi artırmıştır. Enerji kaynaklarının büyük kısmını oluşturan ve hızla tükenen fosil yakıtların yerine, çevre dostu ve sürdürülebilir yapısıyla dikkat çeken yenilenebilir enerji kaynakları en umut verici alternatif olarak ön plana çıkmaktadır [1]. Bu kaynaklar arasında güneş enerjisi, çevreye zarar vermeden küresel enerji gereksinimlerini karşılayabilecek kapasitesiyle en önemli seçeneklerden biridir. Güneş enerjisinden yararlanılan ısı uygulamalarda genel olarak temel bileşen güneş kolektörleridir. Bu kolektörler, kullanım sıcaklıklarına göre dört gruba ayrılmaktadır: düz yüzeyli kolektörler, vakumlu tüplü kolektörler, yoğunlaştırıcı sistemler ve hibrit kolektörler [2]. Hava veya sıvı akışkanla çalışan

bu sistemler, güneş ışınlamını ısıya çevirerek ısıtma amaçlı uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle havalı kolektörler, sıcak hava üretimi yoluyla fosil yakıt tüketimini azaltmakta ve böylece CO₂ emisyonlarını düşürmektedir [3]. Havalı kolektörler, bir ısı değiştirici gibi çalışmakta olup, kolektör içerisindeki akışkan, güneş ışınlamı sayesinde ısınan yüzeyin üzerinden geçerek ısı almaktadır [4]. Havalı kolektörler bir ısı değiştirici olarak ele alındığında, güneş ışınlamını soğuran metal plakanın ısındığı ve bu sayede üzerinden geçen havanın sıcaklığının arttığı görülür. Havalı kolektör ile elde edilen sıcak hava; ısıtma, soğutma ve gıda kurutma gibi çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır [5]. Havalı güneş kolektörlerinde, güneş ışınlamını ısı enerjisine dönüştüren yutucu plaka ile bu enerjinin taşındığı proses akışkanı (hava-su) da temel unsurlar arasında yer alır. Ancak, havanın termodinamik özelliklerinin zayıf olması nedeniyle bu sistemlerin ısı verimi, sıvı bazlı kolektörlerle karşılaştırıldığında genellikle daha düşüktür [6]. Bu verim kaybını azaltmak amacıyla; farklı malzemelerden yapılmış yutucu plakalar kullanmak, yutucu yüzeye kanatçıklar entegre etmek, yutucu plakanın geometrisini değiştirmek ya da hava akışını türbülanslı hale getirmek gibi çeşitli yöntemler yaygın olarak uygulanmaktadır [7]. Literatürde yer alan birçok akademik çalışma, düz plakalı havalı güneş kolektörlerinde verimliliği artırmak amacıyla yutucu plakanın yüzeyinde yapılan tasarım değişikliklerine odaklanmaktadır. Bu sistemlerde, yutucu plaka ile hava akışı arasındaki ısı aktarımı, özellikle laminer alt tabaka oluştuğunda belirgin şekilde düşmektedir [8]. Havalı güneş kolektörler gibi ısı sistemlerinin verimi artırmaya yönelik çalışmalar da sayısal analiz yöntemleri kullanılarak sistem modellerinin geliştirilmesi çalışmaları yapılmaktadır [9]. Bu çalışmalarda en çok hesaplamalı akışkanlar mekaniği analiz yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde sistemler bilgisayar ortamında tasarlanmak ve uygun çalışma koşullarında performansları incelenerek imalat aşamasına geçilmektedir. ANSYS FLUENT yazılımı, araştırmalarda en yaygın tercih edilen sayısal analiz programlarından biri olup, literatürde pek çok farklı çalışmada kullanılarak önemini kanıtlamıştır [10]. Ayrıca, havalı kolektör modellerinin incelendiği çalışmalarda da sıkça tercih edilmektedir [11]. Hesaplamalar, sonlu hacimler yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Havalı güneş kolektörlerini içeren sistemlere yönelik yapılan bazı araştırmalar aşağıda sunulmuştur.

Chabane ve ark. [12], düz plakalı havalı güneş kolektörüne 5 adet kanatçık ilave ederek kolektörün ısı performansını deneysel olarak incelemiştir. İki farklı hava hızı için ısı veriminde ortalama %10'luk bir artış elde edilmiştir.

Abuşka ve Akgül [13], gerçekleştirdikleri deneysel çalışmada, trapez biçimli yutucu plaka kullanılan havalı güneş kolektörünün ısı verimini araştırmışlardır. Elde ettikleri bulgulara göre,

trapez yutucu plakaya sahip kolektörlerin ortalama ısı verimi, düz plakalı kolektörlere kıyasla %23'ten daha yüksek olabilmektedir.

Kumar ve Chald [14], balıksırtı şeklindeki oluklardan oluşan kanatçıkla yapıyı havalı güneş kolektörüne entegre ederek ısı verim yaklaşık %20 oranında artırılmıştır.

Gupta ve Varshney [15], gerçekleştirdikleri çalışmada ANSYS FLUENT yazılımı kullanarak havalı güneş kolektörünün sayısal modellemesini yapmışlardır. İncelemelerinde, biri düz plakalı diğeri ise plaka içinde kanal bulunan iki farklı kolektör modeli ele alınmıştır. Analizler, 3800 ile 18000 arasındaki Reynold (Re) sayıları için gerçekleştirilmiş ve kolektör yüzeyine sabit bir ısı akısı uygulanmıştır. Araştırmada, sürtünme katsayısı ile ısı transferi değerlendirilmiş; en yüksek ısı transfer artışı ise Re 12000 değeri için kanal içeren kolektör modelinde gözlemlenmiştir.

Sureandhar ve ark. [16], değişken kavisli ve oluklu kanatçık düzeninin havalı güneş kolektörünün çıkış sıcaklığı ve ısı verimliliği üzerindeki etkisini incelemiştir. Kolektör giriş ve çıkış sıcaklıkları arasında ortalama 28°C sıcaklık farkı ortaya çıkmış ve yaklaşık %50 oranında ısı verim elde edilmiştir.

Singh ve Singh [17], çalışmalarında eğimli geometriye sahip bir havalı güneş kolektörünün sayısal analizini gerçekleştirmiştir. Güneş enerjisi yutucu plakasını düz, dairesel kesitli ve üçgen kesitli olmak üzere üç farklı model üzerinden incelemiştir. Analizlerde 0.0172, 0.029 ve 0.0472 kg/sm² olmak üzere üç farklı kütleli debi değeri kullanılmış, kolektör yüzeyine 800 ile 1100 kW/m² aralığında sabit ve düzgün bir ısı akısı uygulanmıştır. Sürtünme katsayısı ile ısı transferi parametrelerini değerlendiren araştırmacılar, kavisli plakaya sahip V-oluklu tek geçişli kolektörde %91,93'lük maksimum ısı verim elde etmişlerdir. Ayrıca bu modelin, kavisli plakalı düz tek geçişli modele kıyasla hava çıkış sıcaklığında %32,05 oranında artış sağladığı belirlenmiştir.

Raj ve çalışma arkadaşları [18] ise, güneş enerjisi destekli ısıtma uygulamaları için makro kapsüllü gizli ısı depolama sistemine ait sayısal analizlerini gerçekleştirmiştir. ANSYS FLUENT yazılımı ile yapılan bu analizlerde, kolektör içerisine farklı malzemeden üretilmiş silindirik bir ısı deposu entegre edilmiştir. Radyasyon etkisi çalışmada dikkate alınmazken, sınır koşulu olarak sabit bir ısı akısı uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, ısı deposu ile kolektör üzerindeki sıcaklık dağılımları ortaya konmuştur.

Tyagi ve ark. [19], çift geçişli havalı güneş kolektöründe 0,014-0,042 kg/s arasında değişen kütleli debiler için akış modelini deneysel olarak incelemiştir. Çift geçişli kolektör kullanımı

ile %33,2 oranında ısı verim elde edilmiştir. Ayrıca, hava hızının artırılmasıyla termal verimliliğin daha da artırılabilceği belirtilmiştir.

Ferouali ve arkadaşları [20], düz plakalı kanatçıkla ve V oluklu yutucu plakaya sahip tek geçişli ve ters akışlı çift geçişli havalı güneş kolektörlerinin termal performansını sayısal modelleme ile karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Ters akışlı çift geçişli kolektörde, V oluklu yutucu plaka ile düz plaka kullanılarak termal verimlilik sırasıyla %8,66 ve %1,27 oranında artırılmıştır. Kanatçık sayısının artırılmasıyla kolektör çıkış sıcaklığının yükseltilebileceği vurgulanmıştır.

Sancar ve çalışma arkadaşları [21], gerçekleştirdikleri sayısal analizde hibrit yapıya sahip bir güneş kolektörü modeli geliştirmişlerdir. Bu modelde jet çarpma plakasına sahip havalı güneş kolektörü ile PV/T paneller bir arada kullanılmıştır. Sayısal simülasyonlarında yalnızca geliştirdikleri havalı güneş kolektörünün hava akışı ve sıcaklık konturlarına yer verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, oluşturdıkları modelin geleneksel sistemlere kıyasla daha yüksek verim sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, gelecekte yapılacak çalışmalarda bu hibrit sistemin bütüncül olarak değerlendirileceğini ifade etmişlerdir.

Koyuncu [22], mahsul kurutma uygulamaları için altı farklı tasarıma sahip havalı güneş kolektörlerinin ısı performansını incelemiştir. Araştırmada, tek plastik camlı ve düz plakalı kolektörün, çift plastik camlı kolektöre göre %9 oranında daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, kolektör üretiminde yüksek verim elde edebilmesi için kolektörün tek kapaklı ve önden geçişli tipte olması gerektiği belirtilmiştir.

Mutabilwa ve Nwaigwe [23], muz kurutma uygulaması için özel olarak tasarladıkları çift geçişli bir havalı güneş kolektörü (HGK) ve kurutma kabinini hem deneysel hem de sayısal olarak incelemiştir. Sayısal analizlerini ANSYS FLUENT yazılımı ile gerçekleştirmişler ve analizlerde Reynolds sayısını 3500 ile 27000 aralığında ele almışlardır. Radyasyon etkilerini hesaba katmak için ayırık transfer radyasyon modeli (DTRM) tercih edilmiş, türbülans modeli olarak ise RNG k-ε yaklaşımı kullanılmıştır. Kolektöre sabit hava giriş sıcaklığı uygulanmış ve farklı koşullarda elde edilen çıkış sıcaklıkları, %2 ile %10 arasında değişen bir hata payı ile başarılı şekilde modellenmiştir.

Alıç ve arkadaşları [24], gıda kurutmada kullanılan havalı güneş kolektörlerinin termal ve akış özelliklerini hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemi ile sayısal olarak incelemiştir. Analizler üç farklı hava debisi için yapılmıştır. Böylece farklı kütleli debi ve yutucu plaka boyutlarının kolektör verimi üzerinde yarattığı etki ortaya konmuştur.

Alıç ve Daş [25], hava ısıtılmalı güneş kolektörlü bir gıda kurutma sistemi tasarlayarak sistemde kurutulan elma ürünü için yaş/kuru nem içerikleri ve kuruma sürelerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda, ürünün 420 dakikada kuruduğu belirlenmiş ve deneysel sonuçlar sayısal analiz sonuçları ile kıyaslanarak doğrulanmıştır.

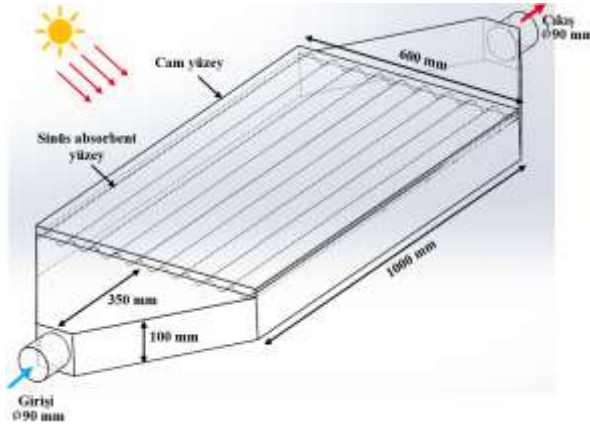
Bu çalışmada, sinüzoidal formda absorbant plakaya sahip havalı güneş kolektörü, deneysel ve sayısal yöntemler kullanılarak üç boyutlu olarak incelenmiştir. Deneysel veriler, zamandan bağımsız olarak her analiz için ayrı ayrı çözülmüştür. Literatürde havalı güneş kolektörlerinin güneş enerjisi kazancı genellikle sabit ısı akısı üzerinden tanımlanırken, bu çalışma Kahramanmaraş-Türkiye iklim koşullarında gerçekleştirilmiş deneysel verilere dayanmakta ve sayısal analiz de bu koşullara uygun olarak simüle edilmiştir. Böylece, gelecekteki çalışmalara referans olabilecek şekilde, Kahramanmaraş iklim şartlarında sabit kolektör için bir sayısal analiz yöntemi geliştirilmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, sinüs şeklinde bir güneş absorban sac ile oluşturulmuş bir havalı güneş kolektörü için Kahramanmaraş ili iklim koşullarında deneysel ve sayısal analizler yapılmıştır. Sayısal analiz için gereken model, SOLID WORKS programında katı model olarak tasarlanmıştır. Analiz için ANSYS FLUENT yazılımı kullanılmıştır. Bu programda bulunan güneş radyasyon hesaplama algoritması arayüzü, Kahramanmaraş iklim koşullarına ait haziran ayı verileri kullanılarak uygulanmıştır. Deneysel düzenek, sayısal çözüm için oluşturulan geometrik yapı, çözüm ağı modeli, analizde kullanılan denklemler, sınır koşulları ve türbülans modeli aşağıda detaylı şekilde açıklanmıştır.

2.1. Deneysel prosedür ve kurulum

Bu kısımda, absorban yüzeyi sinüs formuna sahip havalı güneş kolektörünün deneysel kurulumu, teknik özellikleri ve uygulanan deney prosedürü tanımlanmaktadır. Kolektör, 600x1000x100 mm boyutlarında bir prizma görünümünde olmasına karşın, güneş absorban tabaka kısmı sinüzoidal bir şekle sahiptir. Sinüs sac, güneş enerjisi absorpsiyonu yüksek (0,94) ve kalınlık 0.5 mm olan malzemelerden tercih edilmiştir. Kolektörün absorban yüzeyinin dışındaki alanlar yapışkan, kalınlığı 5 mm olan izolasyon malzemesiyle iyice yalıtılmıştır. Kolektörde 600*1000*3 mm boyutlarında şeffaf düz cam yer almıştır. Kolektörün absorban kısmı alüminyum levhadan üretilmiştir ve koyu mat bir renge boyanmıştır. Kolektörün hava girişi kısmında bir santrifüj fan, (0.0833 m³/s, 0.25 kW, 220 V, 50 Hz, 1380 dev/dak) şartlanmış hava sağlamaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Havalı güneş kolektörünün 3D geometrisi ve deneysel düzenek

Deney sistemine, debisi ayarlanabilen bir fan aracılığıyla 1m/s hava hızı ile hava verilmektedir. Deney sisteminde toplam 4 tane sensör kullanılmıştır. Bunlar, hava giriş-çıkış sıcaklığını ölçmek için 2 adet PT100, kolektör yüzeyine düşen güneş radyasyonunun yoğunluğunu ölçmek için dijital piranometre ve hava hızını ölçmek için anemometre kullanılmıştır. Ölçüm aletlerinin modeli ve hassasiyeti Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Ölçüm cihazları ve hata hassasiyet değerleri

Ölçüm Cihaz	Model	Duyarlılık
Radyasyon ölçer	Mastech SM206	$\pm 10 \text{ W/m}^2$
Thermocouple	AEC-TECH	$\pm 0.1^\circ \text{C}$
Anemometer	Testo 405-V1	$\pm (3\% + 0.5)$

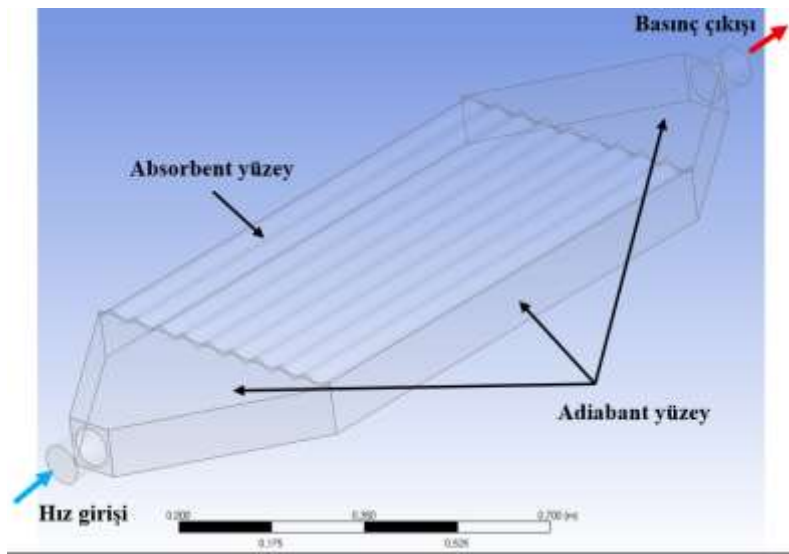
Deneyler, Kahramanmaraş ilinde, enlem ve boylam sırasıyla 37.587°K ve 36.81°D olarak, açık havada Haziran 2025'te yapılmıştır. Veriler 09.00-15.00 saatleri arasında derlenmiştir.

2.2. Sayısal Analiz

Bir sistemde ısı ve kütle transferi hareketinin analizi için sayısal analiz, özellikle sayısal analiz yöntemi, birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir. Zira bu yaklaşım, kaynama, termal enerji depolama, ısı değiştiriciler ve ısıtma-havalandırma gibi pek çok işlem için rahatlıkla kullanılabilir [26]. Akışkan hareketinin özellikleri (örneğin akış çizgileri, hız ve sıcaklık konturları) deneylerle genellikle zor saptanmasına karşın, sayısal analizler sayesinde bu özelliklere rahatlıkla ulaşılabilmektedir. Bu çalışmada, değişik geometrilerdeki havalı güneş kolektörü deney sistemi için ANSYS Fluent yazılımı aracılığıyla çeşitli analizler gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Çözüm Geometrisi ve Ağ Modeli

Bu çalışmada kullanılan hava kolektörüne ait 3B akış hacmi modeli Şekil 2’de sunulmuştur. Sayısal analiz için çözüm alanı (domain), adiabatik yan duvarlar, absorban yüzey, giriş ve çıkış bölgeleri olarak tanımlanmıştır. Sayısal çözümde, çoklu alan (multizone) tabanlı bir ağ modeli tasarlanmıştır. Ağ hassasiyeti çalışmada 10 mm, 8 mm ve 6 mm hücre boyutları kullanılmıştır. Hücre boyutları, çözüm alanı boyunca sabit olmayıp farklılık göstermektedir. Mesh, duvar çevresindeki modellemenin iyileştirilmesi amacıyla duvara yakın bölgelerde daha yoğun olarak oluşturulmuştur. Çözüm ağına ilişkin boyut detayları Tablo 2’de verilmiştir.

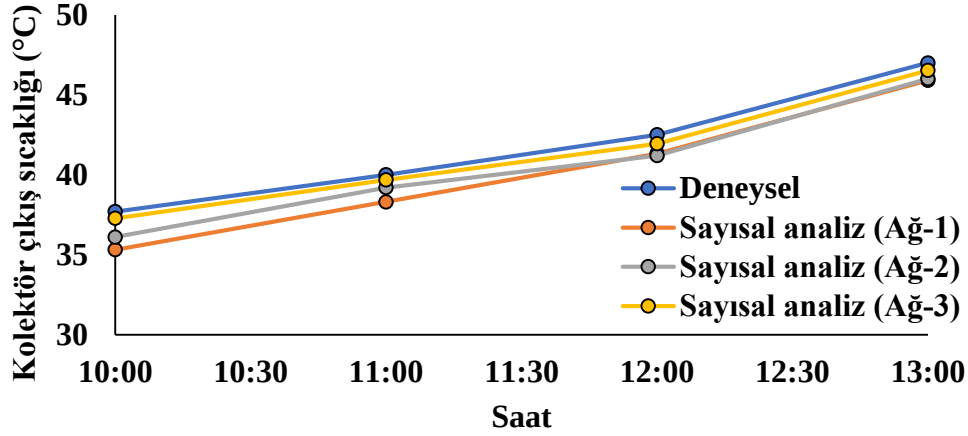


Şekil 2. Havalı güneş kolektörünün akış modeli

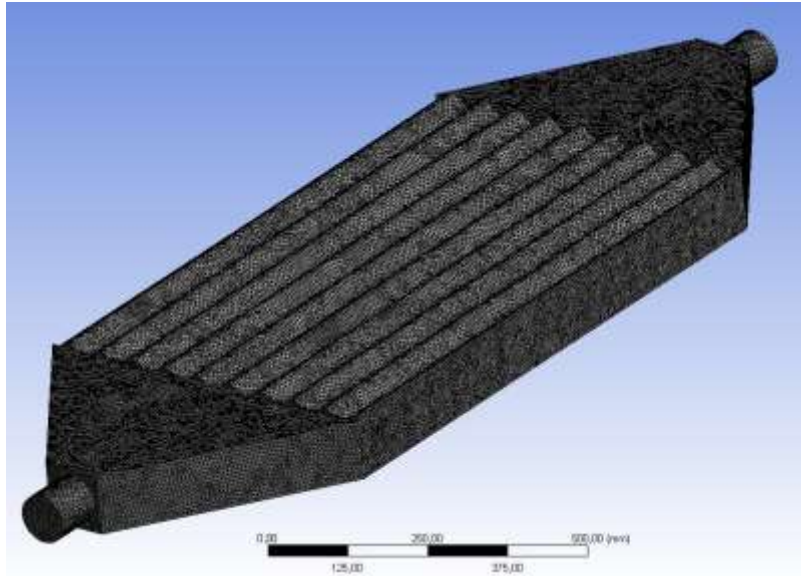
Tablo 2'deki üç değişik ağ yapılandırması, sayısal analiz ile dört farklı zaman dilimi için incelenerek ağ yoğunluk testi yapılmıştır. Elde edilen bulgular Şekil 3'te sunulmuştur. Şekil 3'e göre elde edilen üç ağ modeli sonuçları benzer eğilimler sergilemektedir. Deneysel bulgularla en iyi uyum gösteren ağ modeli, Model 3 olarak tanımlanmıştır. Bu modele ilişkin ağ yapısı Şekil 4'te sunulmaktadır. Şekil 4'te ağ yapısının absorban alanına ait kesit gösterilmektedir.

Tablo 2. Çözüm ağı yapısı istatistikleri

Modeli	Eleman Sayısı	Maks. Ağ Boyutu [mm]	Min. Ağ Boyutu [mm]	Büyütme Oranı	Maks. Çarpıklık	Min. Orthogonal Kalite
Ağ-1	717303	10	0.4	1.2	0.62	0.38
Ağ-2	1394550	8	0.4	1.2	0,6	0.39
Ağ-3	3308753	6	0.4	1.2	0.59	0.4


Şekil 3. Ağ yoğunluğu testi

Şekil 3'te yer alan verilere göre Ağ-3 modelinin deneysel sonuçlara daha yakın bir sonuç verdiği net bir şekilde ortaya konmuştur. Yoğunluk testi neticesinde sayısal analizlerin deneysel kolektör çıkış sıcaklıklarının yakınsama ortalama hata oranları sırasıyla; Ağ-1 için %3.92, Ağ-2 için %2.85 ve Ağ-3 için %1.06 olarak saptanmıştır.


Şekil 4. Havalı güneş kolektörü çözüm ağı modeli

2.2.2. Matematik Model ve Türbülans Çözücü

Sayısal analizde, kolektör için ısı transferi, hava akışı, akışkan akışı ve enerji denklemleri ile tanımlanmıştır. Absorban yüzey için zorlanmış konveksiyon analizi, başlangıç ve sınır koşullarına bağlıdır. Bu araştırmada, akış hacmi ANSYS FLUENT yazılımı ile sonlu hacim metodu ile incelenmiştir. Genel olarak, havalı güneş kolektöründeki soğurucu borudaki akışkan akışı, etkili termal performans ve arzu edilen sıcaklık gradyanlarını garanti etmek için türbülanslı akış rejiminde incelenmektedir [27]. Bu çalışmada, üç boyutlu kolektör içinde kararlı bir türbülanslı akış incelenmiştir. Türbülans çözümü için tercih edilen model, realized k- ϵ modelidir [27]. Ayrıca kolektörün absorban yüzeyinde akışın detaylı analizi için duvar modeli olarak Enhanced wall treatment tercih edilmiştir. K-epsilon modeli, çeşitli literatür çalışmalarında yaygın şekilde kullanıldığı için tercih edilmiştir [27]. Ayrıca absorban yüzeyin dış kısmı güneşten doğrudan gelen ve reflektörden yansıyan güneş radyasyonu olarak tanımlanmıştır. Ayrıca Hız ve basınç denklemlerini çözmek için SIMPLE (basınca dayalı denklemler için yarı kapalı yöntem) tekniği tercih edilmiştir. Bu varsayımlar çerçevesinde, türbülanslı akışı tanımlamak için kullanılan denklemler (süreklilik denklemi, Navier-Stokes denklemleri ve enerji denklemleri) aşağıdaki gibi ifade edilebilir [28]:

Süreklilik denklemi:

$$\frac{\partial P}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0 \quad (1)$$

Burada ρ , yoğunluk; P , statik basınç; $\vec{v}$ ise hız bileşenini göstermektedir.

Navier-Stokes denklemleri:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \vec{v}) + (\vec{v} \nabla) \rho \vec{v} = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v} + \frac{\mu}{3} \nabla(\nabla \vec{v}) + \rho \vec{g} + \vec{F} \quad (2)$$

Burada P 'nin statik basınç olduğu belirtiliyor; ρg ve F , yerçekimi kuvvetini ve dış gövde kuvvetlerini göstermektedir.

Enerji Denklemi:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho E) + \nabla(\rho E + p) \vec{v} = \nabla k_{eff} \nabla T + S_h \quad (3)$$

Burada k_{eff} yüksek performanslı termal iletkenliği göstermektedir. S momentumun kaynak terimidir. Enerji denklemi açısından önemli bir parametre olan S_h , radyasyon kaynakları terimleriyle tanımlanmaktadır.

Radyasyon hesaplama arayüzünde hesaplama aracı olarak tercih edilen Rosseland'ın formülleri aşağıda bulunmaktadır [29].

$$q_r = -\Gamma \nabla G \quad (4)$$

Γ Hesaplama amacıyla denklem 5 kullanılmaktadır.

$$\Gamma = \frac{1}{(3(a + \sigma_s) - C\sigma_s)} \quad (5)$$

G Hesaplama amacıyla denklem 6 kullanılmaktadır.

$$G = 4\sigma n^2 T^4 \quad (6)$$

$$q_r = -16\sigma \Gamma n^2 T^3 \nabla T \quad (7)$$

Işınım ısı akısı, Fourier'in ısı iletim yasasıyla benzer bir yapıya sahip olduğu için, şu şekilde ifade edilebilir.

$$q = q_r + q_c \quad (8)$$

$$q = -(k + k_r) \nabla T \quad (9)$$

$$k_r = 16\sigma \Gamma n^2 T^3 \quad (10)$$

Burada " k_r " radyasyonu ve " k " ise termal iletkenliği temsil etmektedir. Burada ifade edilen denklem 8 toplam ısı akışını belirtmektedir.

Realize k- ϵ Modeli için Taşıma denklemleri;

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho k u_i) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_i} \right] + G_k + G_b - \rho \epsilon \quad (11)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho \epsilon u_i) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_i} \right] + \rho C_1 - \rho C_2 \frac{\epsilon^2}{k + \sqrt{\nu \epsilon}} + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} C_{3\epsilon} G_b \quad (12)$$

$$C_1 = \max \left[0.43, \frac{\eta}{\eta + 5} \right], \rightarrow \eta = S \frac{k}{\epsilon}, \rightarrow S = \sqrt{2S_{ij}S_{ij}} \quad (13)$$

$$(C_{1\epsilon} = 1.44), (C_2 = 1.9), (\sigma_k = 1.0)(\sigma_\epsilon = 1.2) \quad (14)$$

Patankar ve Spalding (1972) tarafından oluşturulan basınca bağlı denklemler için SIMPLE sayısal algoritması kullanılmıştır. Kütle, momentum ve enerji denklemleri, ilgili değişkenler (hız, sıcaklık, basınç ve duvar ısı akışı) için yakınsama sağlanana kadar sayısal yöntemler ile bu değişkenlere ilişkin sınır koşulları için yinelemeli olarak çözüldü [30].

2.2.3. Başlangıç ve Sınır Şartları

Sayısal analiz yapılırken, çözülen modelin hangi sayısal aralıklarla çözüleceğini belirten terime genel olarak sınır koşulu denir. Bu aralıklar başlangıç ve sınır koşulu olarak belirtilmektedir. DeneySEL koşulları çözüm sürecini hızlandırmayı hedeflemektedir. Bu çalışmada yer alan başlangıç ve sınır şartları aşağıda madde madde sunulmuştur. Bu analizde bir hız çıkışı ve basınç girişi tanımlanmıştır. Modeller yan duvarlarla tamamen kapatılmıştır.

- Hava akışı üç boyutludur.
- Başlangıç sıcaklığı $T_{giriş} = \text{sabit}$

- Kolektör girişinde hava dağılımı her noktada eşittir.
- Temperlenmiş cam için ısıma sınır koşulu (ışınım hesaplaması => Rosseland modülü) belirtilmiştir.
- Yan duvarlar tamamen yalıtılmıştır.
- Türbülans viskozite oranının 10 olarak belirlendiği düşünülmüştür.
- Türbülans kaybolma oranı %5 olarak kabul edilmiştir.
- Çıkışta ölçüm basıncı sıfır ($P = 0$ Pa) olarak kabul edilmiştir.
- Kolektör içerisindeki akışın sıkıştırılmaz kabul edilir. Bu sebeple, havanın yoğunluğu mükemmel bir gaz olarak kabul edilmiştir.
- Analiz belirli zaman dilimleri için kararlı (steady-state) bir şekilde yapılmıştır.

Yakınsama kriterleri enerji denklemi için 10^{-6} , hız, süreklilik, türbülans yayılımı ve türbülans kinetik enerji denklemlerinin her biri için ise 10^{-3} olarak belirlenmiştir. Literatürde birçok araştırmada da yakınsama kriteri benzer şekilde belirlenmiştir [31].

2.3. Teorik hesaplamalar

2.3.1 Sürtünme faktörü hesaplaması

Sayısal analiz bittikten sonra, kolektörün giriş-çıkış basıncı arasındaki farklardan sürtünme katsayısı hesaplanabilir. Kolektör içerisindeki basınç kaybı (ΔP) Darcy sürtünme katsayısı hesaplaması, literatürde aşağıdaki denklem 14 ile gösterilmiştir [32].

$$f = \frac{2\Delta P D}{\rho L V^2} \quad (14)$$

Denklem 15, Reynolds sayısına bağlı olarak değişen Blasius sürtünme faktörünü içermektedir [33].

$$f = 0.316 Re^{-0.25} \quad (15)$$

Denklem 16, Gupta'nın sürtünme faktörü ifadesini Reynolds ile ilişkilendirerek açıklamaktadır [34].

$$f = 0.0791 Re^{-0.25} \quad (16)$$

Kumar ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen araştırma, Petukhov'un Reynold'a bağlı sürtünme faktörünü Denklem 17 ile tanımlamıştır [35].

$$f = (0.79 \ln(Re) - 1.64)^{-2} \quad (17)$$

2.3.2 Termal verim hesaplaması

Havalı güneş kolektörü için yararlı enerji, sıvının giriş (T_i) ve çıkış (T_o) sıcaklıklarına dayanarak Denklem 18'de belirtilmiştir [36].

$$Q_u = \dot{m} c_p (T_o - T_i) \quad (18)$$

Denklem 18'de, $\dot{m}$ kolektörden geçen havanın kütle akış hızı (kg/s) ile c_p , havanın özgül ısısıdır (J/kgK). Termodinamiğin birinci yasasına göre, kolektörün ısı verimliliği denklem 19 ile gösterilir [37]. Sistemin termal verimliliği (η), güneş ışınlamından elde edilen güce oranla emilen yararlı enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır:

$$\eta = \frac{\dot{m}c_p(T_o - T_i)}{IA_s} \quad (19)$$

Denklem 19'da η termal verimlilik, I kolektörün yüzeyine ulaşan güneş ışınlamı (W/m^2) ve A_s , kolektördeki absorban yüzey alanıdır (m^2).

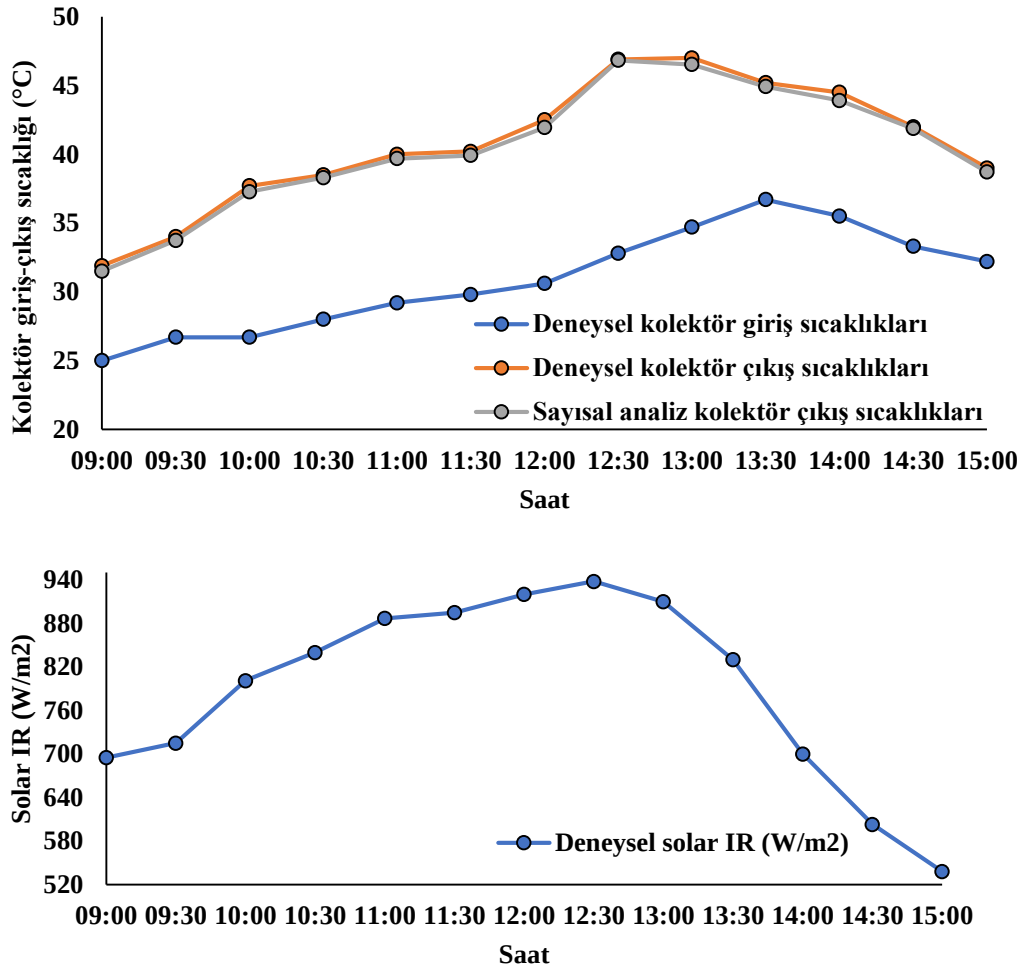
3. Sonuçları ve Tartışma

3.1. Deneysel ve sayısal analiz sonuçları

Bu bölümde, sinüzoidal geometrili bir emici sac plakaya sahip havalı güneş kolektörüne ait sayısal analiz sonuçları sunulmaktadır. Analizler, sabah saat 9 ile akşam 15 arasındaki zaman diliminde, her 30 dakikalık aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sayısal veriler, deneysel bulgularla karşılaştırılmış ve modelin ortalama %0,83'lük bir hata payı ile başarılı bir şekilde sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Şekil 5'te, zaman eksenine karşılık gelen analiz ve deneysel sonuçlara ait kolektör çıkış sıcaklıkları eğrileri yer almaktadır. Bu grafik, farklı saatlerde elde edilen çıkış sıcaklıkları arasındaki farkın ortalama $0,33^\circ C$ olduğunu ortaya koymaktadır. Tablo 3'te ise bu çalışmaya ait deneysel ve sayısal analiz bulguları detaylı şekilde sunulmuştur.

Tablo 3. Deneysel ve sayısal analiz sonuçlarının karşılaştırılması

Saat	Deneysel kolektör giriş sıcaklıkları ($^\circ C$)	Deneysel kolektör çıkış sıcaklıkları ($^\circ C$)	Deneysel solar IR (W/m^2)	Sayısal analiz kolektör çıkış sıcaklıkları ($^\circ C$)
09:00	25	31.9	695	31.503
09:30	26.7	34	715	33.73
10:00	26.7	37.7	801	37.277
10:30	28	38.5	840	38.302
11:00	29.2	40	887	39.679
11:30	29.8	40.2	895	39.912
12:00	30.6	42.5	920	41.939
12:30	32.8	46.9	938	46.83
13:00	34.7	47	910	46.527
13:30	36.7	45.2	830	44.92
14:00	35.5	44.5	700	43.901
14:30	33.3	42	603	41.87
15:00	32.2	39	538	38.702



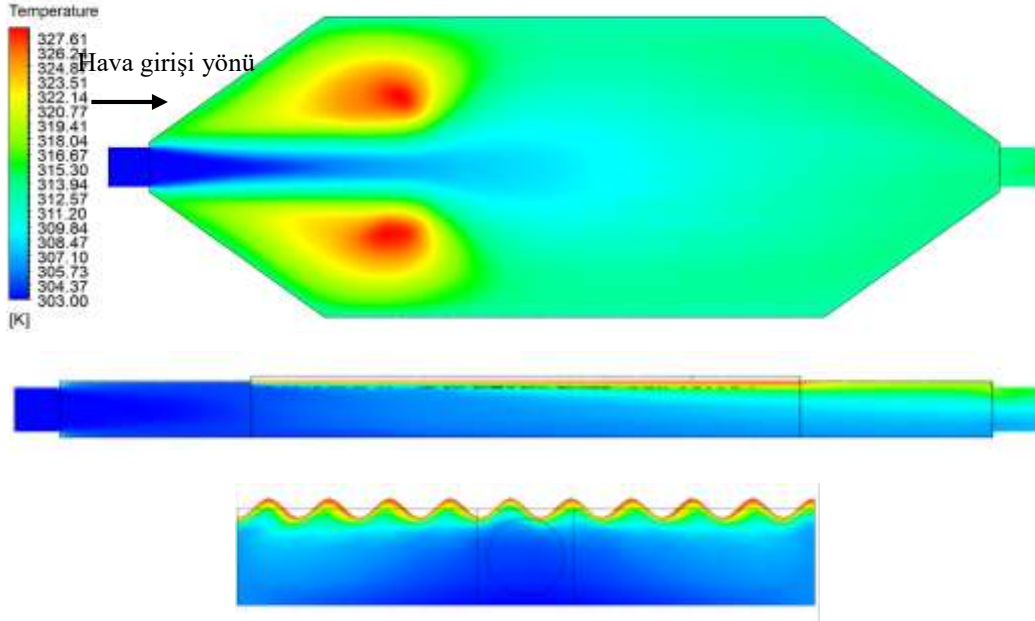
Şekil 5. Kolektör giriş-çıkış sıcaklığı, solar IR ve sayısal analiz sonuçları karşılaştırması

Şekil 5’de verilen Solar IR değerleri incelendiğinde günün en yüksek radyasyon değeri saat 12:30 da 938 W/m² olduğu ve en düşük değerine ise saat 15:00 da 538 W/m² olarak elde edilmiştir. Analizi gerçekleştirilen modelin basınç farkına (ΔP) bağlı sürtünme faktörü, DARCY eşitliği (Denklem 15) ile edilmiştir. Literatürde yer alan denklem 16, 17 ve 18 ile karşılaştırılmıştır. Deneysel çalışma sabit fan devrinde gerçekleştiği için kolektör girişinde hava hızı sabit $v=1$ m/s dir. Kolektörün bu hız için $Re=38190$ değeri hesaplanmıştır. Diğer denklemler Re bağlı sürtünme faktörü hesaplamaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucunda analiz sonuçlarının literatürde ki Blasius ve Petukhov denklemleri ile sayısal analiz arasında ki sonuçların uyum içerisinde olduğu gösterilmiştir. Fakat Gupta denklemi ile aralarında %70 oranında bir hata olduğu belirlenmiştir. Tablo 4’te bu sonuçlar yer almaktadır.

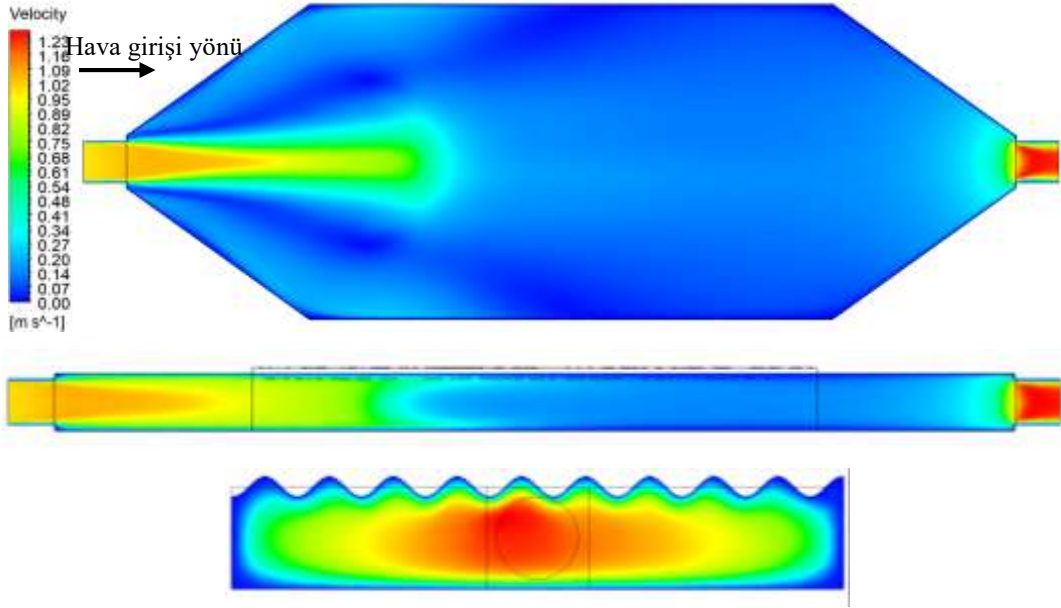
Tablo 4. Sürtünme faktörü değerlerinin karşılaştırılması

Hesap Metodu	f
Sayısal analiz	0.020089
Blasius	0.022605
Petukhov	0.022312
Gupta	0.005658

Şekil 6’da kolektörün absorban yüzeyine ait sıcaklık dağılımı sunulmaktadır. Hava kolektöre şekilde gösterildiği gibi giriş yapmaktadır. Girişin bulunduğu alt bölgede yüzey sıcaklıklarının diğer alanlara kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmektedir. Absorban yüzeyin sinüzoidal formu nedeniyle, eğrilik noktalarında sıcaklıkların daha yüksek değerlere ulaştığı anlaşılmaktadır. Akışkan, bu bükümlü bölgelerde hem alt hem de yan duvarlarla temas ettiğinden, bu temas sonucunda sıcaklık artışı diğer kısımlara göre daha belirgin olmuştur.


Şekil 6. Saat 12.00 sıcaklık dağılım kontürü

Şekil 7’de, analizden elde edilen giriş yüzeyine ait bir hız dağılımı kontürü sunulmuştur. Hava hızının, duvarlara yakın bölgelerde sıfıra yaklaştığı, iç kesimlerde ise daha yüksek değerlere ulaştığı gözlemlenmektedir. Kolektöre hava girişi ortalama olarak yaklaşık $v \approx 1 \text{ m/s}$ hızla gerçekleşmektedir.



Şekil 7. Saat 12.00 sıcaklık dağılım kontürü a) Yutucu Plaka sıcaklık dağılımı b) Çıkış bölgesi sıcaklık dağılımı

3.2. Termal Verim

Denklem 19 kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda, kolektörün termal veriminin %41 ile %62 arasında değiştiği belirlenmiştir. Gün boyunca hesaplanan ortalama termal verim ise yaklaşık %52 olarak tespit edilmiştir. 1 m/s sabit hava hızı altında, kolektörün termal verimi, günün saatine bağlı olarak değişen güneş radyasyon seviyelerine göre farklılık göstermiştir. Tablo 3 verilerine göre, sabah saat 09:00'daki termal verim %41 iken, öğle saatlerinde, özellikle 12:30'da bu oran %62'ye kadar yükselmiştir. Genel olarak, güneş ışınımındaki artışın, kolektörün termal veriminde artışa neden olduğu görülmüştür.

4. Sonuç

Bu çalışmada, hava ısıtılmalı bir güneş kolektörünün deneysel ve sayısal analizleri gerçekleştirilmiştir. Ortalama 41 °C hava çıkış sıcaklığına sahip kolektör için sıcaklık, basınç ve hız dağılımları detaylı olarak incelenmiştir. Sayısal analizler, Kahramanmaraş iline özgü iklim koşulları dikkate alınarak gerçekleştirilmiş; analizlerde, ilgili yazılımın güneş radyasyonu hesaplama modülü kullanılarak üç boyutlu kolektör modeli oluşturulmuştur. Deneysel ve sayısal sonuçlar karşılaştırıldığında, kolektör çıkış sıcaklıkları arasında ortalama %0,83'lük bir fark elde edilmiş ve modelin doğruluğu teyit edilmiştir. Sayısal analizlerde elde edilen verilere göre, ilgili bölge için Reynolds sayısının yaklaşık 38190 olduğu koşullarda geçerli olabilecek bir güneşlenme katsayısı belirlenmiştir. Kolektördeki basınç düşüşü sayısal yöntemlerle hesaplanmış ve bu değerler kullanılarak sürtünme katsayısı elde edilmiştir. Elde edilen

sürtünme faktörü, literatürde yaygın olarak kullanılan Blasius ve Petukhov denklemleri (Denklemler 15–17) ile hesaplanan teorik değerlerle karşılaştırılmış ve uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Üç boyutlu sayısal analizler sonucunda, kolektör içerisindeki sıcaklık ve hız dağılımlarına ait kontur grafiklerine ulaşılmıştır. Deneysel veriler doğrultusunda, gün içerisinde ortalama termal verim %52 civarında gerçekleşmiş, en yüksek verim ise saat 12:30'da %62 seviyesine ulaşmıştır. Elde edilen bulgular, benzer tasarıma sahip kolektörlerin farklı iklim koşullarındaki ısı performanslarının öngörülmesinde sayısal modellemenin etkin bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Konuklu Y, Ersoy O, Paksoy HÖ, Evcimen S, Çelik S, Toraman ÖY. Termal enerji depolama materyali olarak diyatomit/faz değıştiren madde kompozitlerinin üretilmesi. NÖHÜ Müh Bilim Derg, 2017; 6(1): 238-243.
- [2] Chopra K, Tyagi V, Pandey A, Sari A. Global advancement on experimental and thermal analysis of evacuated tube collector with and without heat pipe systems and possible applications. Appl Energy, 2018; 228: pp. 351-389.
- [3] Pathak SK, Tyagi V, Chopra K, Kalidasan B, Pandey AK, Goel V, Saxena A, Ma Z. Energy, exergy, economic and environmental analyses of solar air heating systems with and without thermal energy storage for sustainable development: A systematic review. J Energy Storage, 2023; 59: 106521.
- [4] A. Khanlari, A.D. Tuncer, F. Afshari, G. Sozen, " Utilization of recyclable aluminum cans as fins in a vertical solar air heating system: an experimental and numerical study, J. Build. Eng. (2022), 105446, <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.105446>. Accepted.
- [5] A. Khanlari, A.D. Tuncer, A. Sozen, " I. Aytaç, E. Çiftçi, H. I. Variyenli, Energy and exergy analysis of a vertical solar air heater with nano-enhanced absorber coating and perforated baffles, Renew. Energy 187 (2022) 586–602, <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.01.074>.
- [6] Ghrilahre HK., Verma M., Parihar JS, Mondloe DS, Agrawal S. A detailed review of various types of solar air heaters performance. Sol Energy, 2022; 237: 173-195.
- [7] Ülker, N., & Bulut, H. (2024). Hava Ön Isıtma ve Hava Hızının Havalı Güneş Kolektörünün Isıl Performansına Etkisi. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 37(1), 199–209. <https://doi.org/10.35234/fumbd.1530113>
- [8] Sureandhar G, Srinivasan G, Muthukumar P, Senthilmurugan S. Investigation of thermal performance in a solar air heater having variable arc ribbed fin configuration. Sustainable Energy Technol Assess, 2022; 52: 102069.
- [9]. V. Singh Bisht., A. Kumar Patil., A. Gupta., Review and performance evaluation of roughened solar air heaters, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 954-977, 2018.
- [10]. E. Çiftçi, A. Sözen, A Numerical Study on Performance Improvement in Boiling Heat Transfer via Dichloromethane-Based Nanofluid Utilization, Journal of Polytechnic, 23 (3), 849-857, 2020.
- [11]. H.S. Arunkumar., K. Vasudeva Karanth., S. Kumar., Review on the design modifications of a solar air heater for improvement in the thermal performance, Sustainable Energy Technologies and Assessments, 39, 100685, 2020.
- [12] Chabane F, Moummi N, Benramache S. Experimental study of heat transfer and thermal performance with longitudinal fins of solar air heater. J Adv Res, 2014; 5(2): 183-192.
- [13] Abuşka, Mesut; Akgül, M. B. (2014). Trapez Yutucu Plakalı Güneş Enerjili Hava Kolektörünün Isıl Veriminin Deneysel Olarak İncelenmesi Dergisi, Politeknik. Politeknik Dergisi, 17(4), 177–181.
- [14] Kumar R, Chand P. Performance enhancement of solar air heater using herringbone corrugated fins. Energy, 2017;127: 271-279.
- [15] Gupta, A. D., & Varshney, L. (2017). Performance prediction for solar air heater having rectangular sectioned tapered rib roughness using CFD. Thermal Science and Engineering Progress, 4, 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2017.09.005>.

- [16] Sureandhar G, Srinivasan G, Muthukumar P, Senthilmurugan S. Investigation of thermal performance in a solar air heater having variable arc ribbed fin configuration. *Sustainable Energy Technol Assess*, 2022; 52: 102069.
- [17] Singh, A. P., & Singh, O. P. (2018). Performance enhancement of a curved solar air heater using CFD. *Solar Energy*, 174(February), 556–569. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.09.053>.
- [18] Raj, A. K., Srinivas, M., & Jayaraj, S. (2019). CFD modeling of macro-encapsulated latent heat storage system used for solar heating applications. *International Journal of Thermal Sciences*, 139(April 2018), 88–104. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2019.02.010>.
- [19] Tyagi R, Ranjan R, Kishore K. Performance studies on flat plate solar air heater subjected to various flow patterns. *Appl Sol Energy*, 2014; 50: 98-102.
- [20] El Ferouali H, Zoukit A, Salhi I, El Kilali T, Doubabi S, Abdenouri N. Thermal efficiency and exergy enhancement of solar air heaters, comparative study and experimental investigation. *J Renewable Sustainable Energy*, 2018; 10(4).
- [21] Sancar, İbrahim; Bulut, Hüsamettin; Karadağ, R., & Hilali, İ. (2019). Hibrit Tip Havalı Güneş Kolektörünün CFD Analizi. 2. Uluslararası GAP Matematik- Mühendislik-Fen Ve Sağlık Bilimleri Kongresi 21-23 Haziran 2019, Tam Metin(1), 1–14.
- [22] Koyuncu T. Performance of various design of solar air heaters for crop drying applications. *Renewable Energy*, 2006; 31(7): 1073-1088.
- [23] Mutabilwa, P. X., & Nwaigwe, K. N. (2020). Experimental evaluation of drying of banana using a double-pass solar collector (DPSC) and theoretical analysis using a CFD model. *Cogent Engineering*, 7(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1789363>.
- [24] Alıç, E., Daş, M., Kavak Akpınar, E. Numerical investigation of thermal efficiency of solar air heater at different flow rates. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 2023; 38(1): 617-628.
- [25] Alıç, E., Daş M. Güneş enerjisi destekli kurutma sisteminde ürün nem oranının hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizi. *KSÜ Mühendislik Bölümler Dergisi*, 2019; 22: 78-87.
- [26] F. Selimefendigil, C. S. Irin, H.F. Öztop, Numerical and experimental investigation of a double-pipe heat exchanger with SiO₂ nano-additives, *Heat Transfer Research* 53 (2022) 1–12.
- [27] KAOOD, Amr; ISMAIL, Omar A.; AL-TOHAMY, Amro H. Hydrothermal performance assessment of a parabolic trough with proposed conical solar receiver. *Renewable Energy*, 2024, 222: 119939.
- [28] HAMZAH, Hudhaifa; SAHIN, Besir. Analysis of SWCNT-water nanofluid flow in wavy channel under turbulent pulsating conditions: investigation of homogeneous and discrete phase models. *International Journal of Thermal Sciences*, 2023, 184: 108011.
- [29] Alic, E., Das, M. ve Akpınar, E.K., “Design, manufacturing, numerical analysis and environmental effects of single-pass forced convection solar air collector”, *Journal of Cleaner Production*, Cilt 311, 127518, 2021.
- [30] Patankar, s. v.; Spalding, D. B. A calculation procedure for the transient and steady-state behavior of shell-and-tube heat exchangers. *Heat exchangers: design and theory sourcebook*, 1974, 1.
- [31] Potgieter, M. S. W., Bester, C. R., & Bhamjee, M. (2020). Experimental and CFD investigation of a hybrid solar air heater. *Solar Energy*, 195, 413-428.
- [32] ASAADI, Soheil; ABDI, Hamid. Numerical investigation of laminar flow and heat transfer in a channel using combined nanofluids and novel longitudinal vortex generators. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 2021, 145.5: 2795-2808.
- [33] PROMVONGE, Pongjet; THIANPONG, Chinruk. Thermal performance assessment of turbulent channel flows over different shaped ribs. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 2008, 35.10: 1327-1334.
- [34] GUPTA, Dhananjay; SOLANKI, S. C.; SAINI, J. S. Thermohydraulic performance of solar air heaters with roughened absorber plates. *Solar energy*, 1997, 61.1: 33-42.
- [35] KUMAR, Nishant; SONAWANE, Shriram S.; SONAWANE, Shirish H. Experimental study of thermal conductivity, heat transfer and friction factor of Al₂O₃ based nanofluid. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 2018, 90: 1-10.
- [36] TAVAKOLI, Mohsen; SOUFIVAND, Mohammad Reza. Investigation of entropy generation, PEC, and efficiency of parabolic solar collector containing water/Al₂O₃– MWCNT hybrid nanofluid



in the presence of finned and perforated twisted tape turbulators using a two-phase flow scheme. *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 2023, 148: 324-335.

[37] Rostami, S., Shahsavar, A., Kefayati, G., & Shahsavar Goldanlou, A. (2020). Energy and exergy analysis of using turbulator in a parabolic trough solar collector filled with mesoporous silica modified with copper nanoparticles hybrid nanofluid. *Energies*, 13(11), 2946.

HİDROJEN KARIŞIMLI DOĞAL GAZIN EMİSYON DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özkan KÖSE

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Makine Mühendisliği

ORCID: 0000-0002-9069-1989

Yıldız KOÇ

İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Makine Mühendisliği

ORCID: 0000-0002-2219-645X

ÖZET

Günümüzde fosil yakıt temelli enerji üretimi, başta karbondioksit (CO₂) olmak üzere sera gazı emisyonlarının artmasına ve küresel ısınmanın hızlanmasına neden olmaktadır. Enerji üretiminde kullanılan yakıtların karbon yoğunluğunu azaltmak, iklim değişikliğiyle mücadelede ve karbon ayak izini azaltmada kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, doğal gazın yanma sürecine hidrojenin karıştırılması, hidrojen depolama maliyetini azaltmanın yanı sıra karbon bazlı emisyonların azaltılması için umut vadeden bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Hidrojenin yanma sonucu yalnızca su buharı açığa çıkarması, karışımdaki hidrojen oranı arttıkça birim enerji başına CO₂ salımının azalmasını sağlamaktadır. Doğal gaza hacimsel olarak %10–20 oranında hidrojen eklenmesinin, mevcut altyapı ve cihazlarda büyük değişiklik gerektirmeden uygulanabilmesi ve emisyonlarda anlamlı azalma sağlanması hidrojen-doğal gaz karışımını daha dikkat çekici hale getirmektedir. Küresel ölçekte hidrojenin enerji sistemlerine entegrasyonu, sadece emisyon azaltımı açısından değil, aynı zamanda enerji arz güvenliğinin güçlendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının depolanması için de stratejik bir rol oynamaktadır. Birçok ülke, 2030 ve 2050 hedefleri doğrultusunda hidrojen kullanımını yaygınlaştırmak üzere ulusal yol haritaları geliştirmektedir. Bu süreçte doğal gaz-hidrojen karışımları, tam hidrojen geçişine yönelik bir ara çözüm olarak önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, sabit yük koşullarında molar olarak %0 ile %20 arasında değişen oranlarda hidrojenin doğal gaza karıştırılmasının sistem performansı ve emisyon üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğal gaz, hidrojen, karışım, emisyon, enerji, ekserji

EVALUATION OF EMISSION EFFECT OF HYDROGEN-MIXED NATURAL GAS ABSTRACT

At present, fossil fuel-based energy production leads to an increase in greenhouse gas emissions, particularly carbon dioxide (CO₂), and accelerates global warming. Reducing the carbon intensity of fuels used in energy generation is of critical importance for combating climate change and lowering the carbon footprint. In this context, blending hydrogen into

natural gas during the combustion process emerges as a promising method not only for reducing carbon-based emissions but also for lowering hydrogen storage costs. Since hydrogen combustion produces only water vapor, increasing the proportion of hydrogen in the mixture decreases CO₂ emissions per unit of energy produced. Adding hydrogen to natural gas at volumetric ratios until 20% can be implemented without major modifications to existing infrastructure and appliances, while providing a meaningful reduction in emissions, making hydrogen–natural gas mixtures increasingly attractive. On a global scale, integrating hydrogen into energy systems plays a strategic role not only in reducing emissions but also in enhancing energy supply security and enabling the storage of renewable energy. Many countries have developed national roadmaps to promote hydrogen utilization in line with their 2030 and 2050 targets. In this transition process, hydrogen–natural gas blends serve as an intermediate solution toward full hydrogen adoption. In this study, the effects of blending hydrogen into natural gas at molar ratios ranging from 0% to 20% under constant load conditions on system performance and emissions are evaluated.

Keywords: Natural gas, hydrogen, mixture, emission, energy, exergy

1. GİRİŞ

Enerji, modern toplumların ekonomik ve sosyal gelişiminin en kritik girdilerinden biridir. Nüfus artışı ve kentleşmenin hızlanmasıyla birlikte, küresel enerji talebi her on yılda yaklaşık %25 oranında artış göstermektedir. Dünya nüfusunun 2050 yılında 9,7 milyara ulaşacağı öngörülmekte olup, bu artış doğrudan daha fazla elektrik, ısınma ve ulaşım talebine dönüşmektedir [1]. Enerji tüketimi ile nüfus büyümesi arasında doğrusal bir ilişki bulunmakta, özellikle gelişmekte olan ülkelerde kişi başına enerji kullanımı hızla yükselmektedir. Günümüzde, küresel enerji arzının yaklaşık %80'i kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan sağlanmaktadır. Fosil yakıtlar uzun yıllar enerji sistemlerinin bel kemiğini oluşturmuş olsa da, iki temel sorun barındırmaktadır: (i) hızla tükenen rezervler nedeniyle arz güvenliği riskleri ve (ii) yanma süreçleri sonucu oluşan karbon dioksit (CO₂) ve diğer sera gazlarının küresel ısınmayı hızlandırması. IPCC raporları [2], fosil yakıt kullanımına devam edilmesi halinde 2050'ye kadar küresel ortalama sıcaklık artışının 1,5–2 °C eşiğini aşabileceğini öngörmektedir. Bu tablo, fosil yakıtların mevcut enerji güvenliğini sağlarken iklim değişikliğiyle mücadelede sürdürülemez olduğunu göstermektedir. Bununla beraber, küresel sistemde yüksek enerji talebini karşılama noktasında fosil yakıtlar ciddi oranda kullanılmaktadır. Ancak küresel ısınma ve çevre kirliliği gün geçtikçe daha da istenmeyen seviyelere doğru ilerliyor. Bu nedenle, emisyonların azaltılmasında düşük/karbonsuz yakıtların

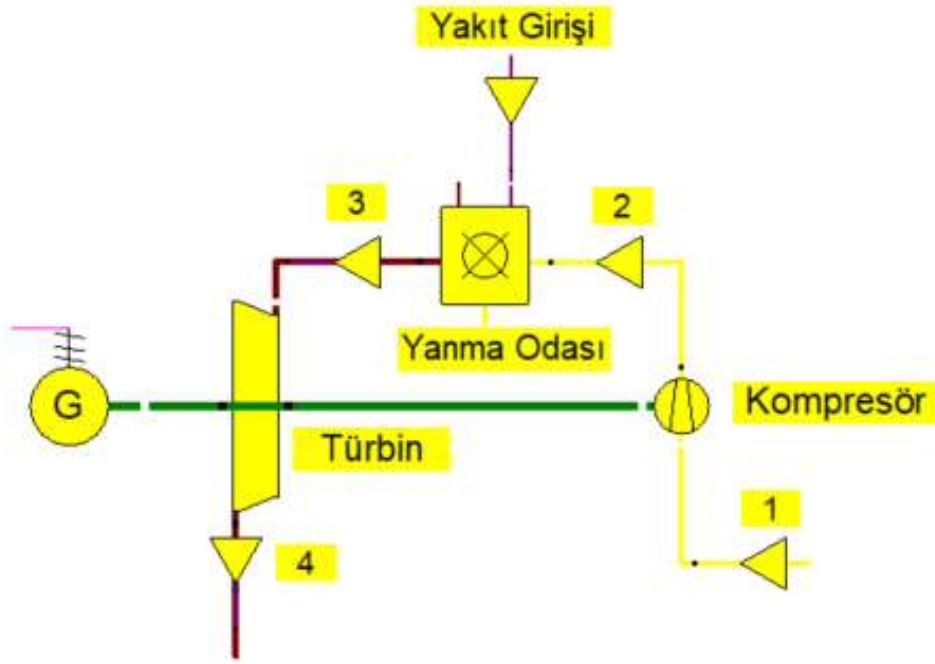
rolü artmaktadır. IEA'nın Global Hydrogen Review 2024 [3] raporları, düşük emisyonlu hidrojenin sanayi ve enerji dönüşümünde stratejik bir araç olarak öne çıktığını; ancak talep oluşturma ve maliyet belirsizliklerinin sürdüğünü belirtmektedir. Bu bağlamda, doğal gaz altyapısı ve yanma sistemlerinde hidrojenle zenginleştirilmiş metan gibi karışımların “geçiş çözümü” olarak değerlendirilmesini teşvik edilmektedir. Bu noktada, hidrojen, geleceğin sürdürülebilir enerji taşıyıcısı olarak öne çıkmaktadır. Hidrojenin doğrudan yanma ürünü yalnızca su buharı olduğundan, enerji dönüşümünde karbon ayak izini düşürme potansiyeli büyüktür. Ancak tamamen hidrojen temelli sistemlere geçiş, hem teknik hem de ekonomik açıdan kısa vadede mümkün görünmemektedir. Bu nedenle hidrojenin doğalgazla karıştırılması, “geçiş teknolojisi” olarak öne çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar, doğalgaza hacimsel olarak %10–20 oranında hidrojen eklenmesinin mevcut altyapıda büyük değişiklik gerektirmeden uygulanabileceğini ve birim enerji başına CO₂ emisyonlarını azaltmada etkili olacağı ön görülmektedir. Hidrojen-doğalgaz karışımlarının enerji sistemlerine entegrasyonu üzerine yapılan güncel çalışmalar, bu yaklaşımın performans ve çevresel avantajlar potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Literatürde yapılan bu konuyla ilgili birkaç çalışma bulunmaktadır. Cuadrado (2025) H₂ enjeksiyonunun dağıtım ağına adaptasyonunu incelerken; Hassan (2025), büyük silindirli motorlarda performans ve emisyon analizleri sunmaktadır. Bloj (2025), %30 H₂ karışımının yanma verimliliğini 39,32 %'den 44,4 %'e çıkardığını ve CO₂ emisyonlarını azalttığını rapor etmiştir [4]. Ancak Odenweller (2025) yeşil hidrojen projelerinin yalnızca %7'sinin planlandığı gibi tamamlandığını vurgulayarak teknik ve finansal zorluklara dikkat çekmiştir [5]. Ayrıca El Hafdaoui et al. (2024), gri ve mavi hidrojen tedarik zincirlerinde verimlilik-emisyon dengesi üzerine bir analiz sunarken [6], Martin (2024), mevcut doğal gaz altyapısında hidrojen kullanımının fiziksel kısıtlarına işaret etmiştir [7].

Reda (2024), hidrojenin enerji karışımında temiz bir bileşen olabileceğini, ancak altyapı yatırımlarının kritik olduğunu belirtmiştir [8]. Yoğunluk ve termodinamik parametreler üzerine Hernández et al. (2024) [9] ile Lozano et al. (2025) deneysel veriler sağlamıştır [10].

Güncel çalışmalar, CH₄/H₂ karışımlarının çok boyutlu etkilerine dikkat çekse de, sabit yük altında %1–20 molar H₂ aralığında enerji-ekserji-emisyon göstergelerinin eşzamanlı ve sistematik karşılaştırıldığı bütüncül analizler sınırlıdır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlayarak, aynı çalışma koşullarında enerji/ekserji verimlerinin ve net/brüt güç çıktılarını incelerken, aynı zamanda yakıt tüketimindeki değişimle birlikte CO₂ azaltımını da değerlendirmektedir.

2. SİSTEM TANITIMI

Bu çalışmada incelenen sistem, CH_4/H_2 karışımı yakıtla çalışan bir gaz türbini çevrimidir. Sistemin temel bileşenleri; kompresör, yanma odası, türbin ve jeneratörden oluşmaktadır. Çalışmada, doğalgaza belirli oranlarda hidrojen molar %1–20 eklenerek türbin performansı ve emisyon karakteristiği değerlendirilmiştir. Hidrojenin yüksek alev hızı ve düşük karbon içeriği sayesinde sistemin hem enerji verimi hem de çevresel etkilerinde önemli değişimler meydana gelmektedir. Şekil 1’de sistem şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. CH_4/H_2 yakıtlı gaz türbini

Havanın sisteme girdiği 1 numaralı noktada, çevre koşullarında bulunan hava, kompresör tarafından sıkıştırılır. Bu süreç izentropik sıkıştırmaya yakın gerçekleşmekte olup, havanın basıncı ve sıcaklığı artar. Bu noktada sisteme herhangi bir yakıt girişi yoktur; yalnızca basınçlandırılmış hava yanma odasına gönderilir. 2 numaralı noktadan çıkan sıkıştırılmış hava, yanma odasında CH_4/H_2 karışımı yakıt ile karıştırılır. Yakıtın yanması sonucunda yüksek sıcaklık ve basınca sahip yanma gazları elde edilir. Burada hidrojenin varlığı, yanma hızını artırarak alev stabilitesini güçlendirir; aynı zamanda CO_2 oluşumunu azaltır. Yanma odasında oluşan yüksek enerjili gazlar, türbin kanatlarına etki ederek genişler. Bu süreçte gazların entalpisi düşer, buna karşılık mekanik iş üretilir. Türbinden elde edilen işin bir kısmı kompresörün tahriki için kullanılırken, geri kalan kısmı jeneratör aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülür. Türbin çıkışında basınç önemli ölçüde düşerken, sıcaklık da yanma odasına göre daha düşük seviyelere iner. Türbinden çıkan artık gazlar, sistemden atmosfere atılır.

3. MATEMATİKSEL METOT

Sürekli akışlı sistemlerde kütle korunumu gereği, girişteki kütleli debi çıkıştaki kütleli debiye eşittir. Bu durum şu şekilde yazılabilir:

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_ç \quad (1)$$

Bir sistemin enerji analizi enerji korunum denklemi dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Enerji korunumu denklemi aşağıdaki biçimde ifade edilmektedir [11]:

$$\sum \dot{Q} - \sum \dot{W} = \sum \dot{m}_ç h_ç - \sum \dot{m}_g h_g \quad (2)$$

Bu denklemde $\dot{Q}$ ve $\dot{W}$ sırasıyla ısı ve güç üretimini temsil etmektedir. Burada $\dot{Q}$ ısı geçişini, $\dot{W}$ ise sistem tarafından üretilen işi temsil etmektedir. Ayrıca, bir sistemin sahip olduğu enerjinin niceliğinin yanı sıra niteliği de oldukça önemlidir. Bu ise ekserji analiziyle mümkündür. Ekserji eşitliği aşağıdaki gibidir [12]:

$$\dot{E}_g - \dot{E}_ç - \dot{E}_y = 0 \quad (3)$$

Ekserji akışı $\dot{E}$ ile gösterilmekte olup, alt indisler sırasıyla "g", "ç" ve "y" sırasıyla giriş, çıkış ve yıkım ekserjilerini ifade eder. Bir akımın ekserji taşıma hızı şu şekilde tanımlanır:

$$\dot{E} = \dot{m}\psi \quad (4)$$

Özgül ekserji (ψ) aşağıdaki denklem ile hesaplanır [12]:

$$\psi = (h - h_{ref}) - T_{çev}(s - s_{ref}) \quad (5)$$

Ekserji, kullanılabilir işi temsil eder. Bu nedenle, işin ekserjisi %100 olduğu varsayılır. Ancak, ısı için ekserji %100'den azdır. Isı ile ilgili ekserji hesabı aşağıdaki gibidir:

Burada h entalpi, s entropi, $T_{çev}$ ortam sıcaklığı, h_{ref} ve s_{ref} ise referans durum değerlerini temsil eder. Ekserji, yapılabilir işin göstergesi olduğundan işin ekserjisi tam (%100) kabul edilirken, ısının ekserjisi daha düşük bir orana sahiptir. Isı için ekserji ifadesi şu şekildedir:

$$\dot{E} = \left(1 - \frac{T_{çev}}{T_{yüz}}\right) \dot{Q} \quad (6)$$

Bu bağlamda, $T_{yüz}$ ısı transfer yüzey sıcaklığıdır. Yüzeyinin yapılırken, bir elemanın giriş ve çıkış sıcaklıklarının ortalama değeri ısı transfer yüzeyinin sıcaklığı olarak kabul edilir. T_0 'ın 18°C olarak ayarlanmış ortalama ortam sıcaklığını yansıttığı varsayılır. Gaz türbininin çalışmasında yakıt kullanılıyor ise giren ısı [13]:

$$\dot{Q}_{gir;G} = \dot{Q}_{Yakıt} = \dot{m}_{Yakıt} LHV_{Yakıt} \eta_{YO} \quad (7)$$

ile hesaplanmaktadır. Burada her bir karışım değerinde LHV değeri değişmektedir. Yakıtın ekserji girişi standart kimyasal ekserji yöntemiyle bulunmaktadır. Standart kimyasal ekserji genel denklemi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\dot{E}_{gir;G} = \dot{E}_{Yakıt} = \frac{\overline{ex}_{Yakıt}^{ke}}{M_{Yakıt}}$$

(8)

“ M ” CH_4/H_2 yakıt karışımının molekül kütlelerini ifade etmektedir. $\overline{ex}_{Yakıt}^{ke}$ ise standard kimyasal ekserjiyi temsil etmektedir. Ayrıca sistemde kullanılan CH_4/H_2 yakıt karışımının çevresel etkisini incelemek için karışımının tam yanma sonunda meydana gelen, yakıt miktarıyla değişen molar karbondioksit değeri dikkate alınarak incelenmektedir. Değerlendirme aşağıdaki eşitlikle sağlanmaktadır:

$$\dot{m}_{CO_2}^{indirgenmiş} = M_{CO_2} \dot{n}_{fuel} \dot{n}_{CO_2}$$

(9)

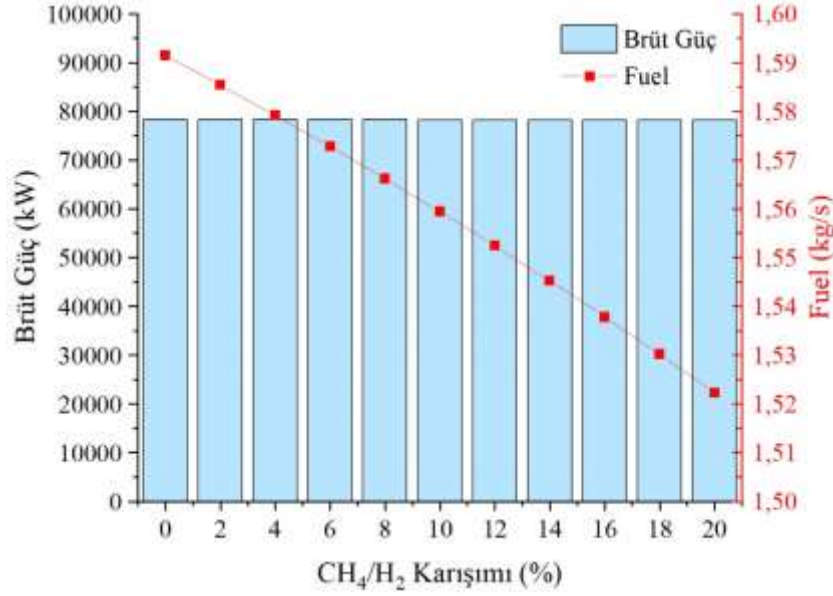
Burada $\dot{n}$ mol oranını göstermektedir. CH_4/H_2 yakıtlı bir gaz türbininin termal ve ekserji verimleri aşağıdaki eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir [14]:

$$\eta_G = \frac{\dot{W}_{net;G}}{\dot{Q}_{Yakıt}} \quad (10)$$

$$\varepsilon_G = \frac{\dot{W}_{net;G}}{\dot{E}_{Yakıt;G}} \quad (11)$$

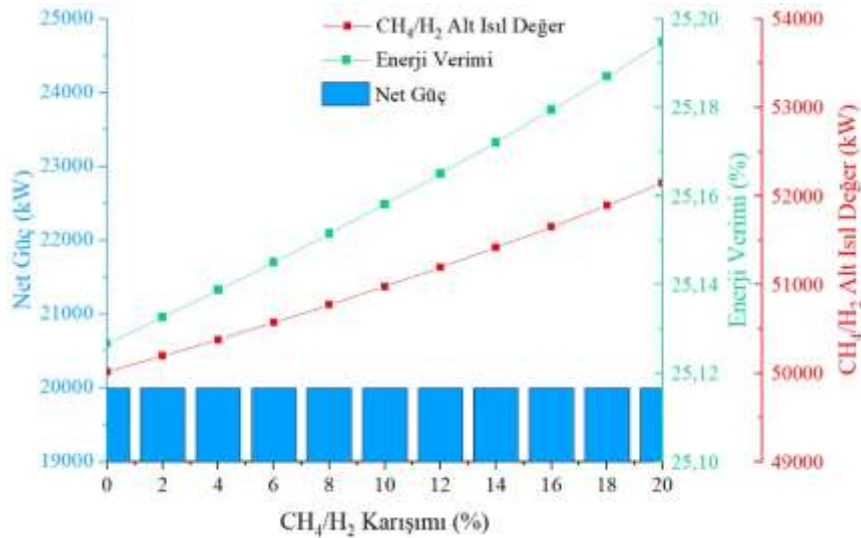
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, CH_4/H_2 karışımlarının enerji, ekserji ve emisyon performansı sabit yük koşullarında değerlendirilmiştir. Farklı hidrojen oranlarının brüt güç, net güç, enerji verimi, alt ısı değer ve emisyonlar üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Şekil 2’de molar hidrojen değişimiyle gaz türbininde meydana gelen brüt güç ve yakıt değişimi verilmektedir.



Şekil 1. CH₄/H₂ karışımının yakıt değişimine ve brüt güce etkisi

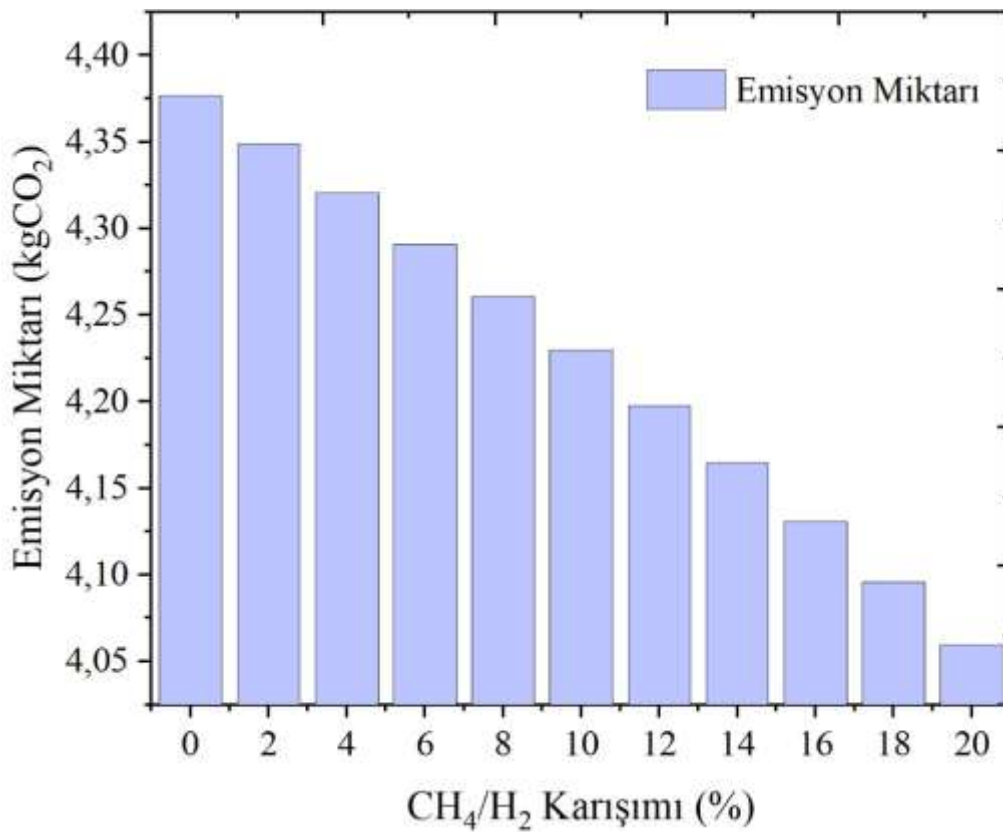
Şekil 1’de hidrojen oranı arttıkça sabit basınç oranı ve sıcaklık olduğundan sistemin brüt güç çıktısında ciddi bir artış ya da azalış eğilimi gözlenmemiştir. Molar olarak %0-%20 arasında hidrojenin eklenmesiyle, brüt güçte neredeyse hiçbir değişim olmadığı halde yakıt tüketiminde ciddi düşüşler meydana gelmektedir. Aynı basınç oranı ve türbin giriş sıcaklığında sadece CH₄ kullanıldığında 1,59 kg/s yakıt kullanılırken, molar olarak %20 hidrojen eklendiğinde yakıt tüketimi yaklaşık %4,4 düşerek 1,52 seviyelerine gerilemektedir. Şekil 2’de CH₄/H₂ karışımının net güç, enerji verimi ve alt ısıl değeri üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir.



Şekil 2. CH₄/H₂ karışımının net güç, enerji verimi ve alt ısıl değeri üzerindeki etkilerinin

değerlendirilmesi

Şekil 2 incelendiğinde, hidrojen oranının artışıyla birlikte CH_4/H_2 karışımının alt ısı değeri ve enerji veriminde artış eğilimi görülmektedir. Bunun temel nedeni, hidrojenin metana göre daha düşük karbon yoğunluğuna sahip olması ve daha temiz bir yanma karakteristiği sunmasıdır. Ancak enerji verimindeki değişim kaydadeğer değildir. Bahsedildiği gibi, basınç ve sıcaklık sabit olduğundan net güç değişimi olmayacaktır. Enerji verimliliğindeki değişimin olmasının en önemli sebebi alt ısı değerinin değişimi ve yakıt tüketimindeki azalmadır. %20 H_2 karışımında enerji veriminde yaklaşık %25,13–25,19 iyileşme gözlenmiştir. Alt ısı değerin hidrojen oranıyla birlikte arttığı görülmekte ve %20 molar hidrojen karışımıyla 52146,17 kJ/kg seviyesine ulaşmaktadır. CH_4/H_2 karışımının Emisyon üzerindeki etkisinin incelenmesi Şekil 3'te incelenmektedir.



Şekil 3. CH_4/H_2 karışımının Emisyon üzerindeki etkisinin incelenmesi

Şekil 3'te CO_2 emisyonlarının hidrojen oranı arttıkça belirgin şekilde azaldığı görülmektedir. Bu azalış, doğrudan hidrojenin karbon içermemesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, kullanılan yakıt değerinin de düşmesiyle oldukça ciddi değerlerde emisyon azaltımı gerçekleştirilmektedir.

H₂ kullanılmadığı zaman emisyon miktarı 4,38 kgCO₂ iken molar olarak %20 H₂ eklendiğinde CO₂ emisyonlarının yaklaşık %7,25 oranında düşerek 4,06 kgCO₂ seviyelerine indiği hesaplanmıştır.

5. SONUÇ

Bu çalışmanın sonucunda bazı önemli çıktılar elde edilmiştir:

- Sabit basınç ve türbin giriş sıcaklığında CH₄/H₂ karışımlarındaki molar hidrojen oranı değişse de brüt ve net güç çıktıları neredeyse değişmemiş olmasına rağmen, yakıt tüketimi oldukça düşmüştür.
- Enerji verimi, kayda değer bir değişim göstermemiş ancak, alt ısı değerinde ise artış gözlemlenmiştir.
- CO₂ emisyonları hidrojen katkısıyla önemli ölçüde düşmüştür; %7,25'e kadar azalma sağlanmıştır.
- Literatürle uyumlu olarak hidrojen katkısı NO_x artışı potansiyelini barındırmakta olup, bu durumun kontrol edilmesi için uygun yanma stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir.
- Elde edilen bulgular, hidrojen-doğalgaz karışımlarının enerji dönüşümünde geçiş teknolojisi olarak kullanılabileceğini göstermekte ve sürdürülebilir enerji hedefleriyle uyumlu sonuçlar ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

1. IEA (2024), *World Energy Outlook 2024*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>, Licence: CC BY 4.0 (report); CC BY NC SA 4.0 (Annex A).
2. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-24, doi:10.1017/9781009157940.001.
3. IEA, *Global hydrogen review 2024*, IEA, Paris, 2024. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2021>.
4. Cuadrado, D., et al. (2025). H2SAREA project: Technical assessment of hydrogen injection in the natural gas distribution network. *International Journal of Hydrogen Energy*, 50(5), 559–572. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2025.01.059>.
5. Odenweller, A., et al. (2025). Global green hydrogen projects: Status and risks. *Nature Energy*, 10, 122–130. <https://doi.org/10.1038/s41560-024-01684-7>.
6. El Hafdaoui, M., et al. (2024). Energy and emissions assessment of grey and blue hydrogen supply chains. *Sustainable Energy Research*, 14(3), 55–67. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04892-z>.
7. Martin, J. (2024). Challenges of hydrogen blending in existing natural gas infrastructure. *Energy Science & Engineering*, 12(4), 1861–1875. <https://doi.org/10.1002/ese3.1861>.
8. Reda, F., et al. (2024). Hydrogen as a clean energy vector in global transition. *Environment, Development and Sustainability*, 26, 8921–8939. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04892-z>.
9. Hernandez-Gomez, R., Tuma, D., Lozano-Martin, D., & Chamorro, C. R. (2018). Accurate experimental (p, ρ, T) data of natural gas mixtures for the assessment of reference equations of

state when dealing with hydrogen-enriched natural gas. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(49), 21983-21998.

10. Lozano, D., Kipphardt, H., Khanipour, P., Tuma, D., Horrillo, A., & Chamorro, C. R. (2025). Impact of hydrogen addition, up to 20%(mol/mol), on the thermodynamic (p , ρ , T) properties of a reference high-calorific natural gas mixture with significant ethane and propane content. *International Journal of Hydrogen Energy*, 140, 256-271.
11. Aslan, S., Karakus, C., Koc, Y., Yagli, H., & Koc, A. (2022). Analysis of a Kalina cycle integrated with a reheat furnace. *International Journal of Exergy*, 38(4), 457-475.
12. Baltacıoğlu, M. K., Yağlı, H., Baydar, C., & Erdoğan, Y. (2023). An alternative pathway from hot dry rock to green hydrogen by organic Rankine cycle applications. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48(60), 22855-22864.
13. Köse, Ö., Koç, Y., & Yağlı, H. (2021). Energy, exergy, economy and environmental (4E) analysis and optimization of single, dual and triple configurations of the power systems: Rankine Cycle/Kalina Cycle, driven by a gas turbine. *Energy conversion and management*, 227, 113604.
14. Karabiber, Y., Yağlı, H., Baydar, C., & Koç, Y. (2025). Proposing an alternative system for an existing natural gas pressure reduction station: Evaluating turbo expander integration regarding cost and environment for green transition. *Process Safety and Environmental Protection*, 201, 107465.

YAY SOMONU ÜZERİNDEKİ SÜREKLİ YÜKÜN ELİMİNASYONU İLE GELİŞTİRİLEN EMNİYET KAPATMA VANASI TASARIM VE DOĞRULAMASI

Atıl ERİM

Eska Valve Research and Development Center, Sakarya 1. OSB Arifiye/Sakarya, Türkiye

ORCID ID: 0009-0009-6232-8224

Prof. Dr. Hüseyin PEHLİVAN

Sakarya University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Sakarya, Türkiye

ORCID ID: 0000-0003-3048-8986

ÖZET

Bu makale kapsamında, doğal gaz iletim/dağıtım hatlarında 20 bar anma basıncında görev yapacak yeni nesil emniyet kapatma vanasının geliştirilmesinde kullanılan tasarım, imalat ve test süreçleri ele alınmıştır. Mevcut vananın saha sonuçlarında slider-crank parçasında zamanla aşınmalar olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumu ortadan kaldırmak için tasarlanan yeni sistemde emniyet mili, diyafram destek plakası, emniyet tetiği, emniyet yarıklı mili ve emniyet tekerleği gibi sistem bileşenleri yeniden tasarlanmış ve EN 334/EN 14382 kapsamındaki testlerden başarıyla geçmiştir. Yeni vananın performans verileri, Emniyet Kapatma Basıncı Toleransı $\pm 5\%$, Tepki Süresi 1 s, Basınç Artışına Müdahale Seviyesi (OPSO) 1524 mbar, Basınç Düşüşüne Müdahale Seviyesi (UPSO) 513 mbar, Emniyet Kapatma Vana Çalışma Sıcaklık Aralığı (-30°C) – ($+60^{\circ}\text{C}$) şeklindedir. Böylece çalışma esnasında sürtünmeden kaynaklı deformasyon ortadan kaldırılmıştır ve performans değerlerine uygun bir çalışma elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Emniyet kapatma vanası; kremayer-pinyon; bileşke yay, slider-crank, EN 334, EN 14382

DESIGN AND VALIDATION OF A SAFETY SHUTOFF VALVE DEVELOPED BY ELIMINATING THE CONTINUOUS LOAD ON THE SPRING NUT ABSTRACT

In this article, the design, manufacturing, and testing processes used in the development of a new generation safety shut-off valve, which will operate at a nominal pressure of 20 bar in natural gas transmission/distribution lines, are discussed. Field results of the existing valve showed that the slider-crank component was subject to wear over time. To eliminate this issue, in the newly designed system, components such as the safety shaft, diaphragm support plate, safety trigger, safety slotted shaft, and safety wheel were redesigned, and the system successfully passed the tests within the scope of EN 334/EN 14382. The performance data of the new valve are as follows: Safety Shut-off Pressure Tolerance $\pm 5\%$, Response Time 1 s, Overpressure Shut-off Level (OPSO) 1524 mbar, Underpressure Shut-off Level (UPSO) 513 mbar, Safety Shut-off Valve Operating Temperature Range (-30°C) – ($+60^{\circ}\text{C}$). Thus,

deformation caused by friction during operation was eliminated, and a performance consistent with the required values was achieved.

Keywords: Safety shutoff valve; rack-and-pinion; compound spring; slider–crank; EN 334; EN 14382.

1. GİRİŞ

Doğal gaz iletim/dağıtım hatlarında emniyet kapatma vanalarının (EKV) güvenilirliği, kuvvet iletimi zincirindeki sürtünme, boşluk ve tolerans birikimiyle doğrudan ilişkilidir. [1]

Bu çalışmada, önceki nesil kramayer-pinyon/slider-crank tabanlı bileşik tetik mimarisi ile yeni geliştirilen doğrudan etkili yaylı EKV karşılaştırılmakta; yeni mimarinin daha az parça, daha kısa kuvvet yolu ve düşük sürtünme çifti sayesinde öne çıktığı gösterilmektedir. Dişli-yatak-mafsallı içeren eski mimaride dişli boşluğu, yatak ön yükü ve yağlama/kir hassasiyeti histerezis ve set noktası sapmasına zemin hazırlarken; yaylı doğrudan etkili düzenekte basınç, kapatma elemanı ve yay hattı sistemi tek kademede çalıştığından kinematik yığılma ve temas sayısı azalır, tetik eşiği keskinleşir, tekrarlanabilirlik artar. [2,3]

Tolerans zincirinin kısılması ve kuvvet iletimindeki ara elemanların kaldırılması, kalibrasyon kolaylığı, daha kısa tepki süresi ve uzun dönem set noktası kararlılığı sağlar; aynı zamanda üretim ve bakım maliyetlerini düşürür, çevresel etkiler (sıcaklık, kir, yağ oksidasyonu) karşısında performans sürekliliğini güçlendirir. [4,5,6]

Sonuç olarak, yeni yaylı EKV, modern hat koşullarında dar kapatma toleransı ve güvenlik marjını, eski dişli-temelli kurgulara kıyasla daha yalın ve sağlam bir mühendislik yapısıyla sunar.

2. MATERYAL VE YÖNTEMLER

2.1. Tasarım Gereksinimleri ve Kapsam

Bu çalışma, doğrudan etkili (direct-acting) yaylı EKV mimarisinin (yeni yöntem) sahadaki eski nesil dişli/mafsallı bileşik tetik mimarisiyle (kramayer-pinyon + slider-crank; eski yöntem) karşılaştırmalı olarak doğrulanmasını hedeflemiştir. Tasarım ve doğrulama kapsamı; 20 bar anma basınçlı doğal gaz hatları için güvenlik kapatma fonksiyonunun standardize edilmiş koşullarda değerlendirilmesidir. İlgili hat donanımları ve güvenlik düzenleri EN 334 ve EN 14382 çerçevesinde test edilmiştir. Yeni tasarımın parçaları Tablo 1’de detaylı olarak gösterilmiştir.

EMNİYET KAPATMA PARÇA LİSTESİ				
NO	Parça Görseli	Parça Adı	Malzeme Türü	Üretim Türü
1		Opso Diyafram HP	NBR 70 Shore A	Kauçuk Pres
2		Opso Alt Kapak	EN AC-43500	Metal Eneksiyon
3		Opso Mili	CuZn39Pb3 CW614N	Talaşlı İmalat
4		Opso Tekerleği	CuZn39Pb3 CW614N	Talaşlı İmalat
5		Opso Tetiği	AISI 304	Talaşlı İmalat
6		Opso Ön Kapak	EN AC-43500	Metal Eneksiyon
7		Max. Yay Tamponu	CuZn39Pb3 CW614N	Talaşlı İmalat
8		Opso Min. Yayı	SH (C) Kalite Yay çeliği	Yay İmalatı
9		Opso Maks. Yayı	SH (C) Kalite Yay çeliği	Yay İmalatı

Tablo 3 Parça Listesi

2.2. Malzemeler ve Üretim

Yeni (yaylı) mimaride gövde ve yük taşıyan parçalar için mekanik özellik karşılaştırmaları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Parça Adı	İşlem / Yüzey	Hedef Rp0.2 (MPa)	Hedef Rm (MPa)	Hedef Sertlik
OPSO Diyafram HP	(elastomer); kalıp yüzeyi $Ra \leq 0.8 \mu m$	—	—	70±5 ShA
OPSO Alt Kapak	Yaşlandırma opsiyonel; $Ra \leq 1.6 \mu m$	≥ 120	≥ 240	$\approx 70-90$ HB
OPSO Mili	Sürtünen yüzeyler $Ra \leq 0.4 \mu m$	≥ 300	≥ 480	$\approx 90-120$ HB
OPSO Tekerleği	$Ra \leq 1.6 \mu m$	≥ 300	≥ 480	$\approx 90-120$ HB
OPSO Tetiği	Çapak alma; $Ra \leq 0.8 \mu m$	≥ 210	≥ 520	$\approx 150-200$ HB (HRB 80-95)
OPSO Ön Kapak	Yaşlandırma opsiyonel; $Ra \leq 1.6 \mu m$; boyanacaksa yüzey hazırlığı	≥ 120	≥ 240	$\approx 70-90$ HB
Maks. Yay Tamponu	$Ra \leq 1.6 \mu m$	≥ 300	≥ 480	$\approx 90-120$ HB
OPSO Min. Yayı	Shot-peen + preset; koruyucu kaplama	—	≥ 1800	$\approx 48-55$ HRC eşdeğeri
OPSO Maks. Yayı	Shot-peen + preset; koruyucu kaplama	—	≥ 1800	$\approx 48-55$ HRC eşdeğeri

Tablo 4 Mekanik Özellik Karşılaştırma

2.3. Prototipler

İki prototip hazırlanmıştır:

Yeni yöntem: Doğrudan etkili yaylı EKV (kuvvet yolu kısaltılmış, ara dişli/mafsal içermeyen sade tetik).



Figure 1 Yeni Nesil Prototip

Eski yöntem (karşılaştırma): Bileşik tetik kurgulu (kramayer-pinyon, slider-crank vb.) EKV; önceki çalışmanın prototip/ön-seri tasarımı referans alınmıştır.



Figure 2 Eski Nesil Prototip

Her iki prototip, aynı gövde arayüzleri ve benzer tolerans rejimleriyle üretilerek test eşdeğerliliği sağlanmıştır.

2.4. Deney Düzeneği ve Doğrulama Testleri

Tüm deneyler EN 14382 ve EN 334 kapsamındaki tip/performans ve dayanım test planlarına göre yürütülmüştür. Test kategorileri:

- Fonksiyon/Performans: UPSO (düşük basınç) ve OPSO (aşırı basınç) kapatma set noktası tekrarlanabilirliği ve tepki süresi ölçümü.
- Dış sızdırmazlık kontrolü.
- Basınç dayanımı / patlatma, çevre sıcaklığı etkisi, ömür (çevrim) testi.

Bu test ailesi önceki prototiplerde de kullanılmış olup, yeni mimaride aynı prosedür ve limitlerle uygulanmıştır.

2.4.1. Fonksiyon Test Prosedürü

Set noktası ve tolerans: Giriş basıncı kontrollü rampa ile artırılıp/azaltılarak, kapatma eşiği en az 5 tekrar ölçülmüştür; tolerans ve tekrarlanabilirlik istatistikleri çıkarılmıştır.

Tepki süresi: Ani basınç adımı uygulanır; tetikleme algısı ile kapatma gerçekleşmesi arasındaki süre tespit edilir.

Sızdırmazlık: Dış sızdırmazlık ve kapatma sonrası oturma sızdırmazlığı, önceki planla aynı yöntem ve kriterlerle gerçekleştirilir.

2.4.2. Dayanım ve Çevresel Testler

Patlatma/taşıma basıncı ve çevre sıcaklığı aralığı testleri, önceki çalışma ile aynı sınır koşullarında uygulanır.

Ömür/çevrim testi: Belirlenen basınç çevrimi altında, fonksiyon kayıpları incelenir.

5. Karşılaştırmalı Değerlendirme

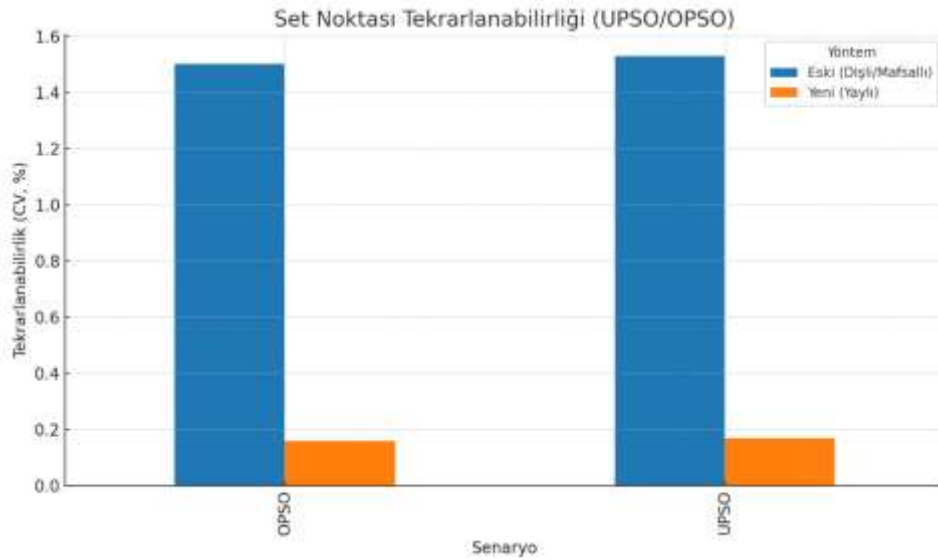
Karşılaştırma, aynı test tezgâhı / aynı prosedür / aynı limitler ilkesiyle yürütülmüştür. Eski yöntemin (dişli-mafsallı) ölçümleri önceki veri setinden ve/veya yeniden koşturulan örneklemelerden, yeni yöntemin (doğrudan etkili yaylı) ölçümleri ise bu çalışmanın prototiplerinden alınmıştır. Kıyas metrikleri: kapatma basıncı toleransı, tepki süresi, set noktası, sızdırmazlık ve çevre sıcaklığı / patlatma testlerinin tamamlanma durumu.

3. SONUÇLAR

Bu bölümde, yeni doğrudan etkili yaylı EKV ile eski dişli/mafsallı EKV; aynı gövde–tolerans rejimi ve EN 14382 / EN 334 çerçevesinde, aynı test tezgâhı ve prosedürleri altında karşılaştırılmıştır.

3.1. Kapatma Set Noktası Doğruluğu ve Tekrarlanabilirliği

Yeni mimaride UPSO/OPSO hedeften sapma sırasıyla %0,08 / %0,05; eski mimaride %0,48 / %0,26'dır. Tekrarlanabilirlik (CV) yeni tasarımda %0,2–0,3, eski tasarımda %0,7–1,0 aralığındadır. Kinematik sadeleşme ve kısa kuvvet yolu, histerezisi düşürerek dağılımı daraltmıştır. Çalışmanın detaylarını Tablo-3'de gösterilmiştir.

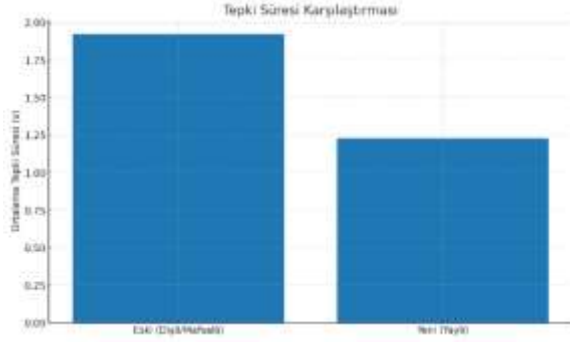


Tablo 5- Tekrarlanabilirlik Oranı

3.2. Tepki Süresi

Ani basınç adımındaki kapatma tepki süresi, yeni tasarımda 1,23 s ortalamayla ölçülmüş; eski tasarımda 1,93 s bulunmuştur (n=5). Bu, %36 civarında hızlanma demektir.

Çalışmanın detaylarını Tablo-4'de gösterilmiştir.



Yöntem	Ortalama (s)	Std Sapma (s)	n
Eski (Dişli/Mafsallı)	1,926	0,057706152	5
Yeni (Yaylı)	1,23	0,03391165	5

Tablo 6 Tepki Süresi Kıyaslama (a: Grafik Versiyonu, b: Tablo Versiyonu)

3.3. Sızdırmazlık

Her iki mimari de dış sızdırmazlık testlerini PASS etmiştir. Oturma sızdırmazlığında yeni mimari 0,00 Nm³/h, eski mimari 0,01 Nm³/h değerindedir (limitler içinde PASS). Yeni tasarımın oturma yüzeyi stabilitesi kapatma sonrası sızıntıyı daha düşük tutmuştur.

Çalışmanın detaylarını Tablo-5’de gösterilmiştir.

Yöntem	Oturma Sızdırmazlık (Nm ³ /h)	Dış Sızdırmazlık (Pass=1/Fail=0)
Yeni (Yaylı)	0	1
Eski (Dişli/Mafsallı)	0,01	1

Tablo 7 Sızdırmazlık Kıyaslanması

3.4. Sıcaklık Duyarlılığı (−30 °C ... +60 °C)

Set noktası kayması açısından, yeni mimari UPSO/OPSO için maksimum Δ_{set} ’i %1,0–1,1 bandında korurken; eski mimaride bu değer %3,2–3,5 olarak ölçülmüştür. Bu sonuç, yaklaşık 3 kat daha düşük sıcaklık duyarlılığına karşılık gelmektedir.

Çalışmanın detaylarını Tablo-6’de gösterilmiştir.

Yöntem	USPO Δ_{set} (% , max)	OPSO Δ_{set} (% , max)
Yeni (Yaylı)	1,1	1
Eski (Dişli/Mafsallı)	3,5	3,2

Tablo 8 Sıcaklık Hassasiyeti

3.5. Ömür/Çevrim – Set Noktası Drift’i

50k/100k/200k çevrimlerde yeni mimaride drift +0,15% / +0,25% / +0,40%, eski mimaride +0,90% / +1,50% / +2,20%’dir. Yeni mimari ~5× daha düşük uzun dönem drift ile kalibrasyon ihtiyacını azaltır.

Çalışmanın detaylarını Tablo-7’de gösterilmiştir.

Yöntem	Çevrim	Drift (% , + artı sapma)
Yeni (Yaylı)	50.000	0,15
Yeni (Yaylı)	100.000	0,25
Yeni (Yaylı)	200.000	0,4
Eski (Dişli/Mafsallı)	50.000	0,9
Eski (Dişli/Mafsallı)	100.000	1,5
Eski (Dişli/Mafsallı)	200.000	2,2

Tablo 9 Ömür İle Sapma Kıyaslanması

3.6. Basınç Dayanımı (Patlatma)

Her iki mimari de patlatma testlerinde PASS olup; yeni mimarinin marjı $1,6 \times MOP$, eski mimarinin $1,5 \times MOP$ seviyesindedir.

4. KAYNAKLAR

- [1] Bowen Ouyang, Dongxu Sun, Yang Yu, Zhiyong Hu, Ming Wu” Simulation and analysis of leakage characteristics in hydrogen-blended natural gas pipelines“ International Journal of Hydrogen Energy, Volume 99, 20 January 2025, Pages 888-897.
- [2] Xiaoming Luo , Zhenglai Tian , Qihang Wu , Haiyuan Yao , Zhenqiang Xie “A blockage detection model for subsea natural gas condensate pipelines considering fluid components and valve characteristics” Gas Science and Engineering Volume 142, October 2025, 205704.
- [3] Muchammad Ali Lukman, Ibnu Maulana Hidayatullah , Habiburrahman Zulfikri “Analysis of incident data reveals critical process safety issues and opportunities for improvement in the Indonesian oil and gas industry” Journal of Loss Prevention in the Process Industries Volume 98, December 2025, 105756
- [4] Cuiwei Liu, Shufang Zhu , Yuanbo Yin , Kang Xiao , Xiugang Chen , Wenjie Liu , Yuxing Li “A leakage monitoring technology for buried hydrogen-doped natural gas pipelines based on vibration signal with machine learning” International Journal of Hydrogen Energy Volume 131, 23 May 2025, Pages 118-135.
- [5], Zhipeng Xu, Muze Bao , Bin Zhou , Shangshun Chen , Chaoyang Chen , Gaoming Zhang “Research on high-pressure air-loop gas flow standard facility” Flow Measurement and Instrumentation Volume 106, December 2025, 102983
- [8] Sattar Jabbar Murad Algayyim, Khalid Saleh , Andrew P. Wandel , Islam Md Rizwanul Fattah , Talal Yusaf , Hayder A. Alrazen “Influence of natural gas and hydrogen properties on internal combustion engine performance, combustion, and emissions: A review” Fuel Volume 362, 15 April 2024, 130844.

İKİLİ GÖRSELLERİN KİMLİK VEKTÖRLERİNİN ÜRETİMİNE ANALİTİK BİR ÇÖZÜM

Saffet Gökçen ŞEN

Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Electrical and Electronics Engineering, 25100 Yakutiye, Erzurum

ORCID: 0000-0002-0748-5165

ÖZET

Judea Pearl çerçevesindeki nedensel çıkarım kuramı kapsamında, görseller için bir yönlü çevrimsiz çizge önerilmiştir. Bu yönlü çevrimsiz çizge, görseldeki sebep-sonuç ilişkilerini gösterir. Önerilen yönlü çevrimsiz çizgenin doğrulanması, ikili görseller için yapılacaktır. Bu yüzden, ikili görseller için kimlik vektörlerinin üretilmesi gereklidir. Kimlik vektörleri, yönlü çevrimsiz çizgenin doğrulanması kapsamında, yönlü çevrimsiz çizgenin gerektirdiği yönlü ayırım kurallarının doğrulanmasında, karışmaların nedensel etkilerinin bulunmasında ve karşıolgusalların bulunmasında kullanılacaktır. Bundan önceki çalışmada, kimlik vektörlerinin üretilmesi gradyan temelli optimizasyon yönteminin birkaç çeşiti kullanılarak gerçekleştirilmişti. Gradyan temelli optimizasyon yöntemleri, görseldeki gözek sayısı belli bir üst sınıra ulaştıktan sonra uygulanamaz duruma gelir. Bu yüzden, kimlik vektörlerinin üretiminin analitik bir çözümle gerçekleştirilmesi zorunludur. Sağlanması gereken eşitsizliklerin çözüm yollarına göre farklı türlerde analitik çözümler elde edilebilir. Bu farklı türlerdeki analitik çözümlerden birisinin genel şekli için bir kuram yazılır. Yazılan kuramın kanıtı yapılır. Gözek sayısının on iki olduğu durum için analitik çözümün doğrulanması Python dilinde yazılan bir program ile gerçekleştirilir.

Anahtar Kelimeler: : Nedensel çıkarım, görüntü işleme, ikili görsellerin kimliklendirilmesi

AN ANALYTICAL SOLUTION TO THE GENERATION OF IDENTITY VECTORS OF BINARY IMAGES

ABSTRACT

In the context of causal inference theory within the framework of Judea Pearl, a directed acyclic graph for images has been proposed. This directed acyclic graph shows the cause-effect relationships in the image. The verification of the proposed directed acyclic graph is to be done for binary images. Therefore, identity vectors for binary images must be generated. In the context of the verification of the directed acyclic graph, identity vectors are to be used in the verification of the d-separation rules implied by the directed acyclic graph, in finding the causal effects of interventions and in finding counterfactuals. In the work prior to this one, the generation of identity vectors were performed by utilizing a few kinds of gradient-based optimization method. Gradient-based optimization methods become practically inapplicable after the number of pixels in the image exceeds a certain upper limit. So, it is a must that the

generation of identity vectors is done by means of an analytical solution. Different kinds of analytical solutions can be obtained with respect to the solution ways of the inequalities that must be satisfied. A theorem is written for the general form of one of these different kinds of analytical solutions. The theorem is proven. The verification of the analytical solution is realized by means of a program in Python for the case when the number of pixels is twelve.

Keywords: Causal inference, image processing, identification of binary images

1. INTRODUCTION

According to the causal inference theory within the framework of Judea Pearl, the proper way of dealing with a data problem is to consider the cause-effect relationships generating the available data. According to the Pearlian causal inference theory, only using the available data without caring for the underlying cause-effect relationships is a wrong way to solve the data problem. With this concern in mind, a directed acyclic graph (DAG) presenting the cause-effect relationships within the causal inference framework of Judea Pearl has been proposed for images (Şen 2022a, 2022b, 2022c, 2022d). The DAG should be numerically validated. In the first phase of this verification, binary images are to be used. d-separation conditions, causal effects and counterfactuals are to be utilized in the verification process. A requirement of the verification process is that the binary images have identity vectors. Identity vectors were generated by means of gradient-based optimization in a previous work (Şen, 2025, p. 303). As the number of pixels in the binary image increases, the applicability of the gradient-based optimization solution decreases. For the number of pixels being greater than or equal to 12, optimization solution is practically impossible to apply. Therefore, an analytical solution must be found. In this work, an analytical solution is constructed for the generation of identity vectors. A theorem is written for the general form of the analytical solution. The theorem is proven. The application of the analytical solution is made for an image with 12 pixels using a program written in Python (Şen, 2025).

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Identity numbers and identity vectors

The pixels of a binary image can get two values. In this study black pixels are denoted by -1 whereas white pixels are represented by 1. The dimension of the images dealt with is 28x28. It is assumed that such an image is divided into three regions as E, F and G as presented in Fig. 1.

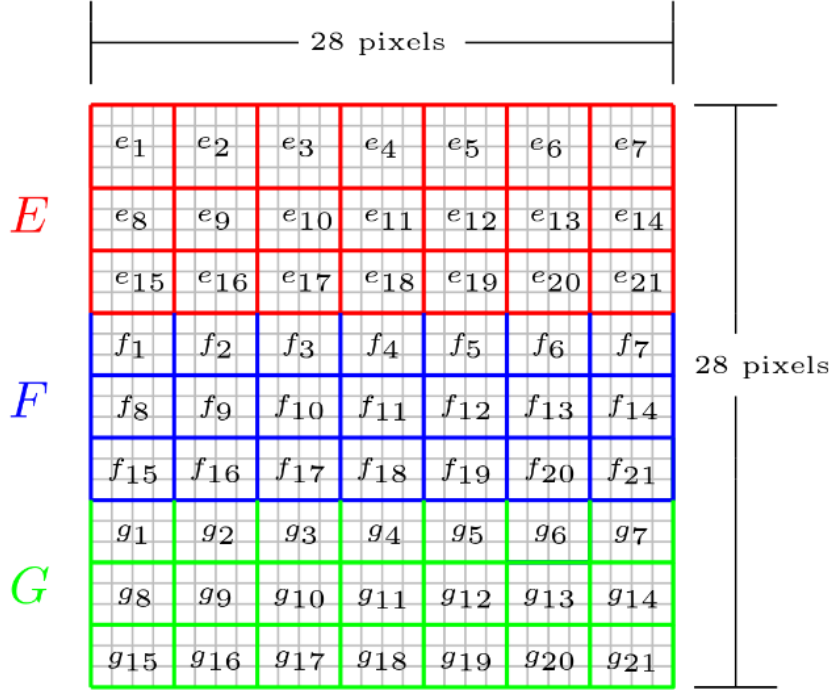


Fig. 1. A binary image divided into three regions as E, F and G.

The region represented by the variable E is composed of sub-images identity numbers of which are e_i ($i = 1, \dots, 21$). The regions represented by the variables F and G are also separated into sub-images with their identity numbers given respectively by f_i ($i = 1, \dots, 21$) and g_i ($i = 1, \dots, 21$). The sub-images of identities e_i ($i = 1, \dots, 7$) are of dimension 4x4. The rest of the sub-images have dimension 4x3. Since there are two different sub-image dimensions, there must be two filters corresponding to each dimension. These two filters are going to be used to generate the identity numbers. Let the matrix P_1 depict a sub-image of dimension 4x4 and let the matrix S_1 stand for the filter corresponding to the dimension 4x4. P_1 and S_1 are given as follows:

$$P_1 = \begin{bmatrix} p_{111} & p_{112} & p_{113} & p_{114} \\ p_{121} & p_{122} & p_{123} & p_{124} \\ p_{131} & p_{132} & p_{133} & p_{134} \\ p_{141} & p_{142} & p_{143} & p_{144} \end{bmatrix} \quad S_1 = \begin{bmatrix} s_{111} & s_{112} & s_{113} & s_{114} \\ s_{121} & s_{122} & s_{123} & s_{124} \\ s_{131} & s_{132} & s_{133} & s_{134} \\ s_{141} & s_{142} & s_{143} & s_{144} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Let the matrix P_2 depict a sub-image of dimension 4x3 and let the matrix S_2 represent the filter corresponding to the dimension 4x3. P_2 and S_2 are given as follows:

$$P_2 = \begin{bmatrix} p_{211} & p_{212} & p_{213} \\ p_{221} & p_{222} & p_{223} \\ p_{231} & p_{232} & p_{233} \\ p_{241} & p_{242} & p_{243} \end{bmatrix} \quad S_2 = \begin{bmatrix} s_{211} & s_{212} & s_{213} \\ s_{221} & s_{222} & s_{223} \\ s_{231} & s_{232} & s_{233} \\ s_{241} & s_{242} & s_{243} \end{bmatrix} \quad (2)$$

The inner product of P_1 and S_1 yields the identity number for the sub-image of dimension 4x4. This inner product is symbolized and defined as in the following:

$$\langle P_1, S_1 \rangle = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 p_{1ij} s_{1ij} \quad (3)$$

The inner product of P_2 and S_2 produces the identity number for the sub-image of dimension 4x3. The symbolization and the definition of this inner product is as follows:

$$\langle P_2, S_2 \rangle = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 p_{2ij} s_{2ij} \quad (4)$$

The identity numbers e_i ($i = 1, \dots, 7$) are found by

$$e_i = \langle E_i, S_1 \rangle \quad (i = 1, \dots, 7) \quad (5)$$

where E_i ($i = 1, \dots, 7$) are the 4x4 matrices corresponding to the 4x4 sub-images in the first row of the image in the Fig. 1. The identity numbers e_i ($i = 1, \dots, 8$) are obtained by

$$e_i = \langle E_i, S_2 \rangle \quad (i = 8, \dots, 21) \quad (6)$$

where E_i ($i = 8, \dots, 21$) are the 4x3 matrices corresponding to the 4x3 sub-images in the second and third rows of the image in the Fig. 1. The identity vector for the variable E of the image in the Fig. 1. is defined by the following:

$$[e_1 \quad \dots \quad e_{21}]^T \quad (7)$$

The identity numbers f_i ($i = 1, \dots, 21$) are gotten by

$$f_i = \langle F_i, S_2 \rangle \quad (i = 1, \dots, 21) \quad (8)$$

where F_i ($i = 1, \dots, 21$) are the 4x3 matrices corresponding to the 4x3 sub-images in the image region labelled as F . The identity vector for the variable F is given by the following:

$$[f_1 \quad \dots \quad f_{21}]^T \quad (9)$$

The identity numbers g_i ($i = 1, \dots, 21$) are calculated by

$$g_i = \langle G_i, S_2 \rangle \quad (i = 1, \dots, 21) \quad (10)$$

The identity vector for the variable G is written as in the following:

$$[g_1 \quad \dots \quad g_{21}]^T \quad (11)$$

2.2. The necessity for an analytical solution

For an identity number to be really an identity number, it must be unique to the image it belongs to. The filter coefficients must take the appropriate values to create identity numbers in such a way that two identity numbers for two different images must be far away from each other with a distance greater than or equal to a threshold. Filter coefficients to achieve this aim was found

by means of gradient-based optimization in a previous study (Şen, 2025, p. 303). The problem with the gradient-based optimization is that it becomes practically inapplicable when the number of pixels in the image and the number of components in the filter are greater than or equal to 12. Therefore, an analytical solution must be constructed.

2.3. An example of the analytical solution

The analytical solution is to be demonstrated for a filter with 4 components. After this demonstration, a theorem for the general form of the analytical solution is going to be written and the theorem is going to be proven. The filter F is going to be written in the form of a row vector as follows:

$$F = [f_1 \quad f_2 \quad f_3 \quad f_4] \quad (12)$$

Let two images I_1 and I_2 be represented by the following row vectors:

$$I_1 = [p_{1_1} \quad p_{1_2} \quad p_{1_3} \quad p_{1_4}] \quad (13)$$

$$I_2 = [p_{2_1} \quad p_{2_2} \quad p_{2_3} \quad p_{2_4}] \quad (14)$$

The identity number for the first image is obtained by the following inner product:

$$\langle I_1, F \rangle = p_{1_1}f_1 + p_{1_2}f_2 + p_{1_3}f_3 + p_{1_4}f_4 \quad (15)$$

The identity number for the second image is calculated by the following inner product:

$$\langle I_2, F \rangle = p_{2_1}f_1 + p_{2_2}f_2 + p_{2_3}f_3 + p_{2_4}f_4 \quad (16)$$

If the magnitude of the difference between the two inner products is greater than a threshold denoted by t , then these inner products are said to generate unique identity numbers. Let the difference be found:

$$\langle I_1, F \rangle - \langle I_2, F \rangle = \sum_{i=1}^4 (p_{1_i} - p_{2_i})f_i \quad (17)$$

The number of addends in this difference can be from one to four. First, the differences with only one addends are considered:

$$|-2f_4| > t \Rightarrow f_4 < -\frac{t}{2} \text{ or } f_4 > \frac{t}{2} \quad (18)$$

$$|-2f_3| > t \Rightarrow f_3 < -\frac{t}{2} \text{ or } f_3 > \frac{t}{2} \quad (19)$$

$$|-2f_2| > t \Rightarrow f_2 < -\frac{t}{2} \text{ or } f_2 > \frac{t}{2} \quad (20)$$

$$|-2f_1| > t \Rightarrow f_1 < -\frac{t}{2} \text{ or } f_1 > \frac{t}{2} \quad (21)$$

The following are taken as solutions and these are called the first level solutions:

$$f_4 < -\frac{t}{2} \quad (22)$$

$$f_3 < -\frac{t}{2} \quad (23)$$

$$f_2 < -\frac{t}{2} \quad (24)$$

$$f_1 < -\frac{t}{2} \quad (25)$$

From now on, the solutions involving $-\frac{t}{2}$ are going to be chosen. The first level solutions are to be updated by inequalities for differences with two addends. The inequalities are as follows:

$$|-2f_3 + 2f_4| > t \Rightarrow -2f_3 + 2f_4 > t \Rightarrow f_3 < -\frac{t}{2} + f_4 \quad (26)$$

$$|-2f_2 + 2f_4| > t \Rightarrow -2f_2 + 2f_4 > t \Rightarrow f_2 < -\frac{t}{2} + f_4 \quad (27)$$

$$|-2f_2 + 2f_3| > t \Rightarrow -2f_2 + 2f_3 > t \Rightarrow f_2 < -\frac{t}{2} + f_3 \quad (28)$$

$$|-2f_1 + 2f_4| > t \Rightarrow -2f_1 + 2f_4 > t \Rightarrow f_1 < -\frac{t}{2} + f_4 \quad (29)$$

$$|-2f_1 + 2f_3| > t \Rightarrow -2f_1 + 2f_3 > t \Rightarrow f_1 < -\frac{t}{2} + f_3 \quad (30)$$

$$|-2f_1 + 2f_2| > t \Rightarrow -2f_1 + 2f_2 > t \Rightarrow f_1 < -\frac{t}{2} + f_2 \quad (31)$$

In fact, there are more differences with two addends. However, the inequalities related to them do not provide upper bounds which are smaller than the ones provided by the inequalities in the above. If the first level solutions are updated by the solutions of the inequalities for differences with two addends, then the following second level solutions are found:

$$f_4 < -\frac{t}{2} \quad (32)$$

$$f_3 < -\frac{t}{2} + f_4 \quad (33)$$

$$f_2 < -\frac{t}{2} + f_3 \quad (34)$$

$$f_1 < -\frac{t}{2} + f_2 \quad (35)$$

The second level solutions are to be updated with the inequalities for differences with three addends. These inequalities are as follows:

$$|-2f_2 + 2f_3 + 2f_4| > t \Rightarrow -2f_2 + 2f_3 + 2f_4 > t \Rightarrow f_2 < -\frac{t}{2} + f_3 + f_4 \quad (36)$$

$$|-2f_1 + 2f_3 + 2f_4| > t \Rightarrow -2f_1 + 2f_3 + 2f_4 > t \Rightarrow f_1 < -\frac{t}{2} + f_3 + f_4 \quad (37)$$

$$|-2f_1 + 2f_2 + 2f_4| > t \Rightarrow -2f_1 + 2f_2 + 2f_4 > t \Rightarrow f_1 < -\frac{t}{2} + f_2 + f_4 \quad (38)$$

$$|-2f_1 + 2f_2 + 2f_3| > t \Rightarrow -2f_1 + 2f_2 + 2f_3 > t \Rightarrow f_1 < -\frac{t}{2} + f_2 + f_3 \quad (39)$$

There are more differences with three addends. However, the inequalities related to them do not give upper bounds which are smaller than the ones provided by the inequalities in the above. If the second level solutions are updated by the solutions of the inequalities for differences with three addends, then the following third level solutions are gotten:

$$f_4 < -\frac{t}{2} \quad (40)$$

$$f_3 < -\frac{t}{2} + f_4 \quad (41)$$

$$f_2 < -\frac{t}{2} + f_3 + f_4 \quad (42)$$

$$f_1 < -\frac{t}{2} + f_2 + f_3 \quad (43)$$

Lastly, the third level solutions are to be updated by the inequalities for differences with four addends. In fact, there is only one such inequality. It can be written as follows:

$$|-2f_1 + 2f_2 + 2f_3 + 2f_4| > t \Rightarrow -2f_1 + 2f_2 + 2f_3 + 2f_4 > t \Rightarrow \quad (44)$$

$$f_1 < -\frac{t}{2} + f_2 + f_3 + f_4 \quad (45)$$

Again, there are more differences with four addends. However, the inequalities related to them do not provide upper bounds which are smaller than the one supplied by the inequality in the above. If the third level solutions are updated by the solution in the equation (45), then the following fourth level solution or final solution can be written:

$$f_4 < -\frac{t}{2} \quad (46)$$

$$f_3 < -\frac{t}{2} + f_4 \quad (47)$$

$$f_2 < -\frac{t}{2} + f_3 + f_4 \quad (48)$$

$$f_1 < -\frac{t}{2} + f_2 + f_3 + f_4 \quad (49)$$

This is not the only analytical solution. There are more than one analytical solutions. Those can be obtained by solving the inequalities at each level in ways which are different from the ones used for this analytical solution.

2.4. The general form of the analytical solution

A theorem for the general form of the analytical solution obtained by solving the inequalities as shown in the previous section is to be written.

Theorem: Let there be a filter with N components. The k^{th} level solution is as follows:

$$f_i < -\frac{t}{2} \text{ if } k = 1 \quad (50)$$

$$f_i < -\frac{t}{2} + f_{i+1} + f_{i+2} + \dots + f_{i+k+1} \text{ if } 2 \leq k \leq N \quad (51)$$

Proof: Let the theorem be proven for the first level solution. Let the filter of N components be represented as follows:

$$f = [f_1 \quad f_2 \quad \dots \quad f_{N-1} \quad f_N] \quad (52)$$

Let images be represented by vectors, as well. There can be two images whose pixel values are the same except the one in the location i . Let the common values be denoted by c_c . Assuming that such two image vectors are v_1 and v_2 , they can be written as follows:

$$v_1 = [c_c \quad c_c \quad \dots \quad -1 \quad \dots \quad c_c \quad c_c] \quad (53)$$

$$v_2 = [c_c \quad c_c \quad \dots \quad 1 \quad \dots \quad c_c \quad c_c] \quad (54)$$

The inner products of the image vectors with the filter are as follows:

$$v_1 \cdot f = c_c f_1 + c_c f_2 + \dots + (-1)f_i + \dots + c_c f_{N-1} + c_c f_N \quad (55)$$

$$v_2 \cdot f = c_c f_1 + c_c f_2 + \dots + (1)f_i + \dots + c_c f_{N-1} + c_c f_N \quad (56)$$

The difference of the inner products is as in the following:

$$v_1 \cdot f - v_2 \cdot f = -2f_i \quad (57)$$

The magnitude of this difference must be greater than the threshold t :

$$|-2f_i| > t \Rightarrow -2f_i > t \Rightarrow f_i < -\frac{t}{2} \quad (58)$$

So, the part of the theorem about the first level solution has been proven.

Now, the part of the theorem for the level k solution is to be proven. The difference to be used for the level k solution has k addends. The inequality to be satisfied by this difference is

$$-2f_i + LC_{k-1} > t \quad (59)$$

LC_{k-1} denotes all linear combinations of the filter coefficients from the following set:

$$\{f_{i+1}, f_{i+2}, \dots, f_N\} \quad (60)$$

LC_{k-1} has $k-1$ components and the coefficients in this linear combination are all 2. Let the inequality in the equation (59) be solved:

$$-2f_i + LC_{k-1} > t \Rightarrow f_i < -\frac{t}{2} + \frac{1}{2}LC_{k-1} \quad (61)$$

In this inequality, there are more than one upper bounds for f_i . The smallest of them must be determined and set for the level k solution. The level 2 solution can be written as follows:

$$\begin{aligned} f_N &< -\frac{t}{2} \\ f_{N-1} &< -\frac{t}{2} + f_N \\ f_{N-2} &< -\frac{t}{2} + f_{N-1} \\ &\vdots \\ f_3 &< -\frac{t}{2} + f_4 \\ f_2 &< -\frac{t}{2} + f_3 \\ f_1 &< -\frac{t}{2} + f_2 \end{aligned} \quad (62)$$

This solution implies the following ordering among the filter components:

$$f_1 < f_2 < f_3 < \dots < f_{N-2} < f_{N-1} < f_N \quad (63)$$

Assuming that this ordering is true for level p , it will be shown that the same ordering is valid for the level $p+1$. For the level $p+1$, the upper bound for f_i is updated by adding f_{i+p} because f_{i+p} is the smallest filter coefficient that can be added according to the assumed ordering. The upper

bound for f_{i+1} is updated by adding f_{i+p+1} since it is the smallest filter coefficient that can be added according to the assumed ordering. The assumed ordering implies

$$f_{i+p} < f_{i+p+1} \quad (64)$$

Then, the ordering for the level p does not change for the level $p+1$. As a result, the ordering in the equation (63) is valid for all levels of the solution. Now, the smallest upper bound for f_i in the equation (61) can be written as follows:

$$-\frac{t}{2} + f_{i+1} + f_{i+2} + \dots + f_{i+k-1} \quad (65)$$

where

$$i + k - 1 \leq N \quad (66)$$

The proof of the theorem has been completed.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Testing the analytical solution

The analytical solution has been tested for a filter with 12 components for a threshold of $t=1$ by writing a Python program (Şen, 2025). The coefficients of the filter has been determined using the theorem as follows:

$$\begin{array}{lll} f_{12} = -0.6 & f_8 = -10.6 & f_4 = -170.7 \\ f_{11} = -1.4 & f_7 = -21.4 & f_3 = -342.0 \\ f_{10} = -2.6 & f_6 = -42.6 & f_2 = -683.4 \\ f_9 = -5.4 & f_5 = -85.5 & f_1 = -1370.0 \end{array} \quad (67)$$

By means of the Python program, it has been shown that the generated identity numbers are far away from each other with distances greater than the threshold $t=1$.

CONCLUSIONS

Generating identity numbers for binary images by means of gradient-based optimization is an intractable problem when the number of pixels is greater than or equal to 12. For this intractable problem, an analytical solution has been demonstrated when the number of pixels and the number of filter components are equal to 4. The analytical solution has been generalized by a theorem. The theorem has been proven. The application of the analytical solution has been made for the case of a filter with 12 components using a program written in Python.

REFERENCES

- Şen, S. G., (2022a, 13 September). Directed Acyclic Graphs From An Equivalence Class For An Image. *Saffet Gökçen Şen*. <https://saffetgokcensen.github.io/blog/2022/09/13/directed-acyclic-graphs-from-an-equivalence-class-for-an-image>
- Şen, S. G., (2022b, 4 October). Directed Acyclic Graphs From An Equivalence Class For An Image 2. *Saffet Gökçen Şen*. <https://saffetgokcensen.github.io/blog/2022/10/04/directed-acyclic-graphs-from-an-equivalence-class-for-an-image-2>

- Şen, S. G., (2022c, 14 October). Directed Acyclic Graphs From An Equivalence Class For An Image 3. *Saffet Gökçen Şen*. <https://saffetgokcensen.github.io/blog/2022/10/14/directed-acyclic-graphs-from-an-equivalence-class-for-an-image-3>
- Şen, S. G., (2022d, 2 November). Directed Acyclic Graphs From An Equivalence Class For An Image 4. *Saffet Gökçen Şen*. <https://saffetgokcensen.github.io/blog/2022/11/02/directed-acyclic-graphs-from-an-equivalence-class-for-an-image-4>
- Şen, S. G. (2025). Determination Of Identity Vectors For Binary Images By Means Of Various Gradient Based Optimization Algorithms And Simple Inner Product. S. Ercişli & B. Çiçek (Ed.) In 7. International Mediterranean Scientific Research And Innovation Congress (p. 303-315). Isarc.
- Şen, S. G., (2025, 8 August). testSolutionMn12.py. *Saffet Gökçen Şen*. <https://github.com/SaffetGokcenSen/anAnalyticalSolutionForOneToOneMappingFromAFilterToABinaryImage/blob/main/testSolutionMn12.py>

Ti-6Al-4V'NİN EKLEMELİ İMALAT İLE ÜRETİMİ: KRIYOJENİK VE GERİLİM GİDERME ISIL İŞLEMLERİN ELEKTRİKSEL İLETKENLİĞE ETKİSİ**Fatih ALTUN**

Department of Mechanical Engineering, Wichita State University, 1845 Fairmount Street, Wichita, KS 67260, USA

ORCID:0009-0007-2634-1427**Gözde ALTUNTAŞ**

Gazi University, Faculty of Technology, Department of Metallurgical and Materials Engineering, 06560 Ankara, Türkiye

ORCID: 0000-0003-4504-0850**EYLEM ASMATULU**

Department of Mechanical Engineering, Wichita State University, 1845 Fairmount Street, Wichita, KS 67260, USA

ORCID: 0000-0002-5605-2251**RAMAZAN ASMATULU**

Department of Mechanical Engineering, Wichita State University, 1845 Fairmount Street, Wichita, KS 67260, USA

ORCID: 0000-0001-8104-2285**ÖZET**

Ti-6Al-4V alaşımını doğası gereği düşük elektriksel iletkenlik gösterir ve bu durum, havacılık ve biyomedikal sektörleri gibi elektriksel yalıtım, korozyon direnci ve yüksek özgül mukavemetin önemli olduğu uygulamalarda avantaj sağlar. Düşük iletkenlik, elektrokimyasal reaksiyonlar sırasında elektron transfer hızlarını sınırlayarak korozyon direncini artırır ve yüksek voltajlı ortamlarda kıvılcım yayılımını ve elektromanyetik alan etkileşimlerini azaltır. Mekanik özellikleri geliştirmek için kullanılan ısıtım işlem parametreleride iletkenliği etkileyebileceğinden, bu ilişkiyi anlamak çok önemlidir. Bu çalışmada, kriyojenik işlem ve gerilim giderme tavlama sürecinin, eklemeli üretimle üretilen Ti-6Al-4V'nin (Sınıf 5) elektriksel iletkenliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elektriksel iletkenlik ölçümleri, Uluslararası Tavllanmış Bakır Standardı (IACS) cinsinden ifade edilmiş ve işlemlerle oluşturulan kristalografik değişikliklerle ilişkilendirilmiştir. Dislokasyon yoğunluğu, kafes gerilimi ve Yarı Maksimumda Tam Genişlik (FWHM) değişimleri dahil olmak üzere kristalografik özellikleri belirlemek için X-ışını kırınımı (XRD) analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, gerilim giderme sonrası kriyojenik işlem ile FWHM değerinin azaldığını ve elektriksel iletkenliğini 2 katı iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, kristalografik değişim ile elektron taşınımı arasındaki etkileşimi vurgulayarak, ileri mühendislik uygulamalarında çok işlevli performans elde etmek için son işlem yollarının optimize edilmesine yönelik değerli bilgiler sağlıyor.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli İmalat, Ti-6Al-4V Alaşımı, Kriyojenik İşlem, Gerilim Giderme, Elektriksel İletkenlik.

ADDITIVE MANUFACTURING OF Ti-6Al-4V: INFLUENCE OF CRYOGENIC AND STRESS-RELIEF HEAT TREATMENTS ON ELECTRICAL CONDUCTIVITY

ABSTRACT

Ti-6Al-4V alloys inherently exhibit low electrical conductivity, which is advantageous in applications where electrical insulation, corrosion resistance, and high specific strength are important, such as in the aerospace, defense and biomedical sectors. Low conductivity increases corrosion resistance by limiting electron transfer rates during electrochemical reactions and reduces spark propagation and electromagnetic field interactions in high-voltage environments. Understanding this relationship is crucial because heat treatment parameters used to improve mechanical properties can also affect conductivity. In this study, the effects of cryogenic treatment and stress relief annealing on the electrical conductivity of Ti-6Al-4V (Grade 5) produced by an additive manufacturing method were investigated. Electrical conductivity measurements were conducted using the International Annealed Copper Standard (IACS) and were related to the crystallographic changes induced by the manufacturing and testing processes. X-ray diffraction (XRD) analyses were performed to determine crystallographic properties, including dislocation density, lattice strain, and Full Width at Half Maximum (FWHM) changes. The test results revealed that the FWHM value decreased, and the electrical conductivity improved twofold with cryogenic treatment after relieving stress. These findings highlight the interplay between crystallographic exchange and electron mobility, providing valuable insights into optimizing post-processing routes to achieve multifunctional performance in advanced engineering applications.

Keywords: Additive Manufacturing, Ti-6Al-4V Alloy, Cryogenic Treatment, Stress Relief, Electrical Conductivity.

1. Introduction

Considering the advancements experienced in additive manufacturing guided by researchers, significant progress has been achieved in the study of Ti6Al4V. Researchers have preferred the Ti6Al4V alloy in the field of additive manufacturing due to its mechanical properties, low density, and superior resistance to corrosion [1]. The electrical conductivity of Ti6Al4V alloy produced by additive manufacturing is of vital importance, since the use of Ti6Al4V alloy depends on its integration into electronic and electrical applications. Together with the studies carried out to determine how the cryogenic and stress-relief heat treatments to be applied to Ti6Al4V alloy affect its electrical conductivity, this constitutes a highly important work for improving the performance of the produced Ti6Al4V and for expanding its field of applicability [2].

The microstructural properties of the Ti6Al4V alloy show significant differences between the samples produced by additive manufacturing and those produced by traditional methods. In the samples manufactured by additive manufacturing, needle-like structures containing α' martensite are formed, and these needle-like structures negatively affect the electron flow and electrical conductivity [3]. In addition, residual stresses and defects occurring during the cooling stage in the samples produced by additive manufacturing can also influence electrical conductivity. As a result of the studies conducted, a significant increase in electrical conductivity has been observed in the samples whose structures were improved through controlled heat treatments [4]. The study examined how laser remelting changed the microstructure in samples produced by additive manufacturing. As a result of these examinations, it was determined that this technique improved the surface morphology, increased ductility, and at the same time recorded significant improvements in electrical conductivity [5].

In this study, the connection between microstructural refinement in samples produced by additive manufacturing and electrical conductivity was emphasized. For this reason, it was noted that optimized thermal profiles would provide improvements in performance both in mechanical properties and in electrical conductivity. The phase transformations occurring in the Ti6Al4V alloy during annealing were observed using in-situ electrical resistance [6]. The research shows that the improvement in electrical conductivity is significantly influenced by the increase in homogeneity in the microstructure and the reduction of residual stress values. After the production of Ti6Al4V alloy by additive manufacturing, cryogenic treatment ensures the transformation of the α' phase formed during production into the α phase, which has a positive effect on electrical conductivity [7]. The role of cryogenic treatment in reducing residual stress is also known from the studies carried out, and these studies determine that cryogenic treatment increases electrical conductivity. One of the study emphasized that by optimizing the heat treatment parameters and adjusting the α/β microstructure ratios, significant contributions to electrical conductivity can be achieved [8]. In addition, it was shown that alloys containing β -stabilizing elements made significant contributions to electrical conductivity in dual-phase microstructures [9-11]. The reason for this is that the dual-phase composition provides pathways for electron movements, and through these pathways, an increase in the efficiency of electrical conductivity is also demonstrated.

The novelty of this study is that for the first time, it investigated the effects of stress-relieving and cryogenic treatment processes on the electrical conductivity of the Ti6Al4V alloy

after its production using additive manufacturing, a process not previously investigated in the literature. Improvements in electrical efficiency were observed, while optimization of the microstructure of the produced samples and reduction of residual stress values were examined as advantages in terms of electrical conductivity. Therefore, it can be concluded that the application of fully optimized heat treatments can maximize efficiency.

2. Experiment

2.1 Materials

Titanium powders (Ti6Al4V Grade 5) with diameters between 20 and 63 μm were purchased from AP&C and used directly in the production of 3D printed parts without any modification.

2.2 Methods

Production was completed using the EOS M290 Selective Laser Melting (SLM) powder bed fusion method using Ti6Al4V Class 5. EOSPRINT 2.13 slicing software was used to control the production process and monitor precision. The produced samples were coded as printed (AS). AS samples were cryogenically treated at temperatures of -20, -60, -196°C for 2 and 4 hours. After production, some samples were subjected to a stress-relieving heat treatment at 700°C for 2 hours, and these samples were coded as SR. Following this, cryogenic treatments were applied at -20, -60, and -196°C for 2 and 4 hours. Table 1 shows the detailed coding of the samples according to heat treatments. Electrical conductivity measurements were carried out on a Keithley 2450 device with a 4-point probe.

Table 1. Coding of the produced samples

Condition Code	Heat Treatment
AS	As-Printed
SR	Stress-Relieved
AS-20 2h	As-Printed (-20°C, 2 Hours)
AS-20 4h	As-Printed (-20°C, 4 Hours)
SR-20 2h	Stress-Relieved (-20°C, 2 Hours)
SR-20 4h	Stress-Relieved (-20°C, 4 Hours)
AS-60 2h	As-Printed (-60°C, 2 Hours)
AS-60 4h	As-Printed (-60°C, 4 Hours)
SR-60 2h	Stress-Relieved (-60°C, 2 Hours)
SR-60 4h	Stress-Relieved (-60°C, 4 Hours)
AS-196 2h	As-Printed (-196°C, 2 Hours)
AS-196 4h	As-Printed (-196°C, 4 Hours)
SR-196 2h	Stress-Relieved (-196°C, 2 Hours)
SR-196 4h	Stress-Relieved (-196°C, 4 Hours)

3. Results and Discussion

Figure 1 presents the electrical conductivity and the FWHM values obtained from XRD analysis of the as-printed samples and those subjected to cryogenic treatments at different temperatures and durations. According to the graph, the cryogenic treatment at -20°C for 2 h showed no significant effect on electrical conductivity. However, with increasing treatment duration, an improvement was observed in the AP -20°C -4h sample. This enhancement continued up to the cryogenic treatment at -60°C . In contrast, after the cryogenic treatment at -196°C , the electrical conductivity decreased. During cryogenic cooling, thermal shock may lead to a rearrangement of some dislocations, and upon returning to room temperature, a reduction in residual stresses occurs. A lower dislocation density reduces electron scattering, thereby enhancing electrical conductivity and mobility. Nevertheless, at very deep cooling conditions such as -196°C , the difference in thermal expansion coefficients between the α and β phases becomes more pronounced. This may generate new residual stresses and even microcrack-like defects within the crystal lattice, which increases electron scattering and consequently reduces conductivity [12]. Moreover, reductions in FWHM values were found to directly increase electrical conductivity. A lower FWHM value indicates a decrease in lattice defects such as dislocation density and stacking faults [13]. These structural improvements reduce electron scattering and thus contribute to enhanced electrical conductivity [14].

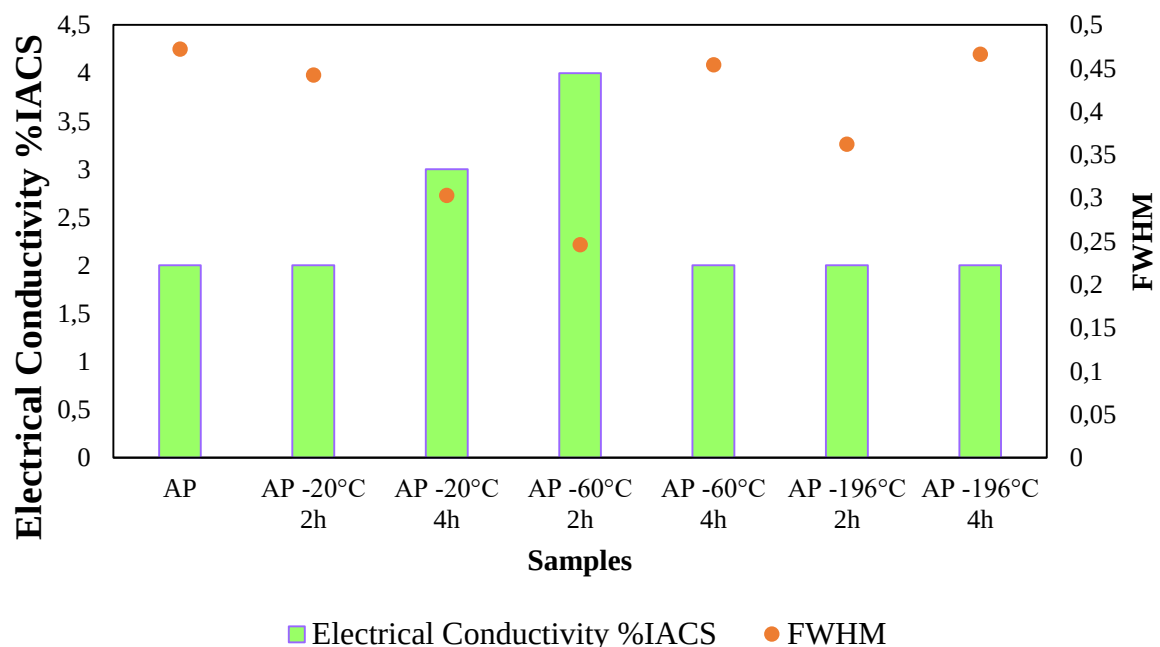


Figure 1. Electrical conductivity and FWHM values of as-printed and cryogenically treated samples.

Figure 2 illustrates the electrical conductivity and FWHM values of the additively manufactured samples that were subjected to cryogenic treatment following stress-relief heat treatment. When stress relieving was applied prior to cryogenic treatment, a noticeable improvement in conductivity was observed, particularly at $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. Stress relieving reduces dislocation density and relaxes internal stresses, thereby stabilizing the α and β phase distribution [15]. Under these conditions, deep cryogenic treatment enables a more homogeneous transformation of retained β phase into fine α' martensite without causing significant additional lattice distortions. This results in a more ordered microstructure with fewer effective scattering centers, and consequently higher conductivity. Therefore, the treatment sequence plays a critical role in determining the electrical response of Ti-6Al-4V. The synergistic effect of stress relieving followed by deep cryogenic treatment provides a more stable microstructural framework, reduces electron mobility, and enhances electrical conductivity compared to cryogenic treatment alone [16].

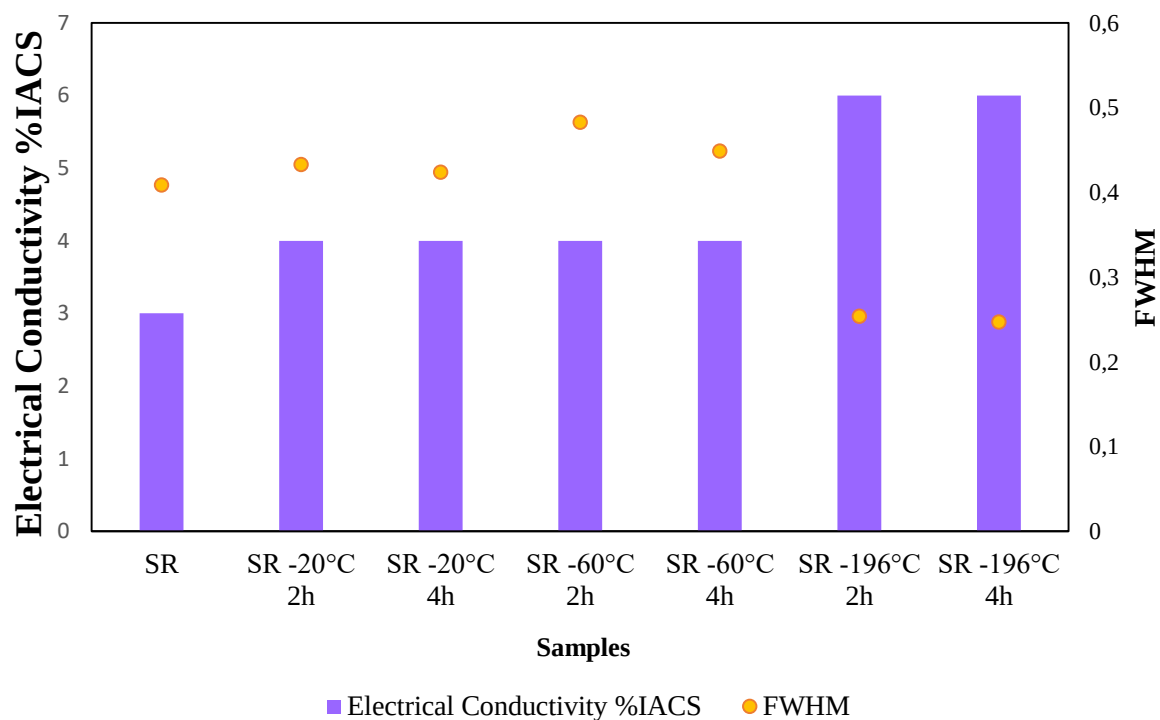


Figure 2. Electrical conductivity and FWHM values of stress-relieving and cryogenically treated samples.

4. Conclusions

This study demonstrated that although the electrical conductivity of additively manufactured Ti-6Al-4V alloys is inherently low, it can be effectively tailored through heat treatments. The application of cryogenic treatment following stress-relief annealing led to a significant reduction in dislocation density and lattice strain, as confirmed by XRD analysis,

resulting in a twofold increase in electrical conductivity compared to the as-processed condition. These findings indicate that careful sequencing of thermal and cryogenic treatments not only stabilizes the crystallographic structure but also enhances electron transport. Overall, the ability to adjust electrical conductivity through post-processing is of vital importance for aerospace, defense, energy and high-voltage environments, where insulation and electromagnetic compatibility are critical.

Acknowledgment

The authors gratefully acknowledge Wichita State University and TAI-USA Inc. for the financial and technical support of the present study.

Reference

- [1] Akwaboa, S., Zeng, C., Amofo-Yeboah, N., Ibekwe, S., & Mensah, P. (2023). Thermophysical Properties of Laser Powder Bed Fused Ti-6Al-4V and AlSi10Mg Alloys Made with Varying Laser Parameters. *Materials*, 16(14), 4920.
- [2] Anand, A., Devarajan, N., Gupta, R. K., Kamboj, N., & Ganvir, A. (2023). Thermal post-treatment and material characterization of laser powder bed fusion additively manufactured Ti-6Al-4V. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1296(1), 012016.
- [3] Chen, Y., Fu, J., Zhou, L., Zhao, Y., Wang, F., Chen, G., & Qin, Y. (2024). Effect of Heat Treatment on Microstructure and Mechanical Properties of Titanium Alloy Fabricated by Laser–Arc Hybrid Additive Manufacturing. *Coatings*, 14(5), 614.
- [4] Cheng, Y.-J., Hung, F.-Y., & Zhao, J.-R. (2023). Microstructural Characteristics and Material Failure Mechanism of SLM Ti-6Al-4V-Zn Alloy. *Materials*, 16(23), 7341.
- [5] Walczak, M., Okuniewski, W., Nowak, W. J., Chocyk, D., & Pasierbiewicz, K. (2025). Corrosion Behavior of Shot Peened Ti6Al4V Alloy Fabricated by Conventional and Additive Manufacturing. *Materials*, 18(10), 2274.
- [6] Zhu, Q., Yang, X., Lan, H., Li, J., & Zhang, T. (2023). In-situ Observation of High-temperature Phase Transformation of Ti-6Al-4V Titanium Alloy. *Journal of Physics: Conference Series*, 2459(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2459/1/012050>
- [7] Hlinka, J., Dániel Eröss, L., Fendrik, Á., & Bán, K. (2023). Changes in Mechanical Properties Due to Heat Treatment on Additive Manufactured Ti-6Al-4V. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 25(1), B1–B6.
- [8] Kurtz, M. A., Alaniz, K., Kurtz, P. W., Wessinger, A. C., Moreno-Reyes, A., & Gilbert, J. L. (2024). Oxide degradation precedes additively manufactured TI-6AL-4V selective dissolution: An unsupervised machine learning correlation of impedance and dissolution compared to TI-29NB-21ZR. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 112(8), 1250–1264.
- [9] Yu, L., Zhu, J.-L., Zhang, L., Liang, S.-X., Cheng, J., & Chen, L.-Y. (2023). Passivation Behavior of Water-Quenched and Heat-Treated Ti–6Al–4V in Hank’s Solution. *Advanced Engineering Materials*, 25.
- [10] Carrozza, A., Marchese, G., Saboori, A., Bassini, E., Aversa, A., Bondioli, F., Ugues, D., Biamino, S., & Fino, P. (2022). Effect of Aging and Cooling Path on the Super β -Transus Heat-Treated Ti-6Al-4V Alloy Produced via Electron Beam Melting (EBM). *Materials*, 15(12), 4067.
- [11] Paoletti, C., Cabibbo, M., Santecchia, E., Cerri, E., & Spigarelli, S. (2022). Effect of Post-Processing Heat Treatments on Short-Term Creep Response at 650 °C for a Ti-6Al-4V Alloy Produced by Additive Manufacturing. *Metals*, 12(7), 1084.
- [12] Li, Y., Wang, X., Yang, S., Hou, L., Wei, Y., Zhang, Z., & Yang, X. (2019). Investigation on wear behavior of cryogenically treated Ti-6Al-4V titanium alloy under dry and wet conditions. *Materials*, 12(18), 2850.



- [13] Altuntaş, G., Özdemir, A. T., & Bostan, B. (2024). Investigation of the impacts of artificial ageing, re-ageing and cryogenic cycles on multiplex second phase precipitation and life-time prediction in 7075 alloy. *Materials Today Communications*, 40, 109602.
- [14] Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2000). *Fundamentals of materials science and engineering* (Vol. 471660817). London: Wiley.
- [15] Çakir, F. H., & Çelik, O. N. (2020). Influence of cryogenic treatment on microstructure and mechanical properties of Ti6Al4V alloy. *Journal of materials engineering and performance*, 29(10), 6974-6984.
- [16] Altun, F. Mechanical and Surface Properties of 3D Printed Ti6Al4V Alloy Parts Fabricated by Selective Laser Melting under Extreme Conditions. M.S. Thesis, Wichita State University, 2025.

DRIVER RISK FACTORS IN HIGH-ALTITUDE WINTER TRAFFIC ACCIDENTS: A MULTIVARIATE BEHAVIORAL ANALYSIS OF ERZURUM CRASHES

Sinan ÖZTAŞ

Atatürk University, Engineering Faculty, Department of Industrial Engineering, 25240 Yakutiye,
Erzurum

ORCID: 0000-0002-9630-6586

ABSTRACT

This study comprehensively investigates the impact of driver-related errors on the severity of traffic accidents in Erzurum Province, Turkey, a high-altitude region characterized by prolonged and harsh winter conditions. The province frequently experiences snowfall, icy road surfaces, low temperatures, and reduced visibility, which amplify the consequences of risky driving behaviors. Using an extensive dataset of 16,793 officially recorded traffic accidents from 2014 to 2023, the study focuses on the roles of alcohol test results, seat belt and helmet usage, and primary driver faults in shaping accident outcomes. Unlike previous research primarily centered on environmental and temporal factors, this work adopts a multivariate, behavior-focused approach to reveal the influence of human errors under high-risk winter conditions.

A Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) was first conducted with fatalities and injuries as joint dependent variables, demonstrating that alcohol consumption, seat belt compliance, and driver fault categories significantly affect the combined pattern of accident severity ($p < 0.001$). To further identify and differentiate driver risk profiles, Discriminant Function Analysis (DFA) was employed. The results show that unsafe maneuvers, right-of-way violations, and speeding are the most influential factors contributing to high-severity crashes, while helmet use is strongly associated with the low-severity cluster.

These findings highlight the critical role of driver behavior in high-altitude winter traffic safety and underline the importance of targeted law enforcement, driver education programs, and preventive safety interventions. The study suggests that future research should integrate real-time driver monitoring, traffic volume data, and advanced predictive modeling techniques, such as machine learning and ensemble methods, to support proactive accident prevention strategies and enhance safety outcomes in similarly hazardous regions.

Keywords: High-altitude traffic safety; driver behavior; accident severity; MANOVA; discriminant function analysis; Erzurum traffic accidents; winter driving risks

1. INTRODUCTION

Traffic accidents remain one of the leading causes of injuries and fatalities worldwide, and understanding the factors that contribute to accident severity is essential for effective traffic safety management. While environmental and temporal conditions, such as weather, road surface, and time of day, have long been recognized as critical factors, driver-related behaviors play an equally important—if not greater—role in determining the outcomes of traffic accidents. In high-altitude regions like Erzurum, Turkey, where long and harsh winters create inherently hazardous driving conditions, the impact of driver errors on crash severity is further amplified.

Erzurum is characterized by extended periods of snow and ice, low temperatures, and reduced visibility, which increase the consequences of risky driver behaviors. Speeding, failure to adapt to road conditions, unsafe maneuvers, and driving under the influence of alcohol can quickly turn minor traffic incidents into serious or fatal crashes. Additionally, protective measures such as seat belt and helmet usage play a crucial role in mitigating injuries when accidents occur. Examining how these driver-related factors interact to influence accident severity is vital for designing effective safety campaigns, enforcement strategies, and infrastructure improvements in high-risk regions.

To establish the behavioral risk landscape, the dataset of 16,793 traffic accidents in Erzurum from 2014 to 2023 was analyzed. Figure 1 presents the distribution of driver alcohol test results, showing that the majority of drivers were sober, although a small but critical fraction had varying levels of blood alcohol concentration (BAC).

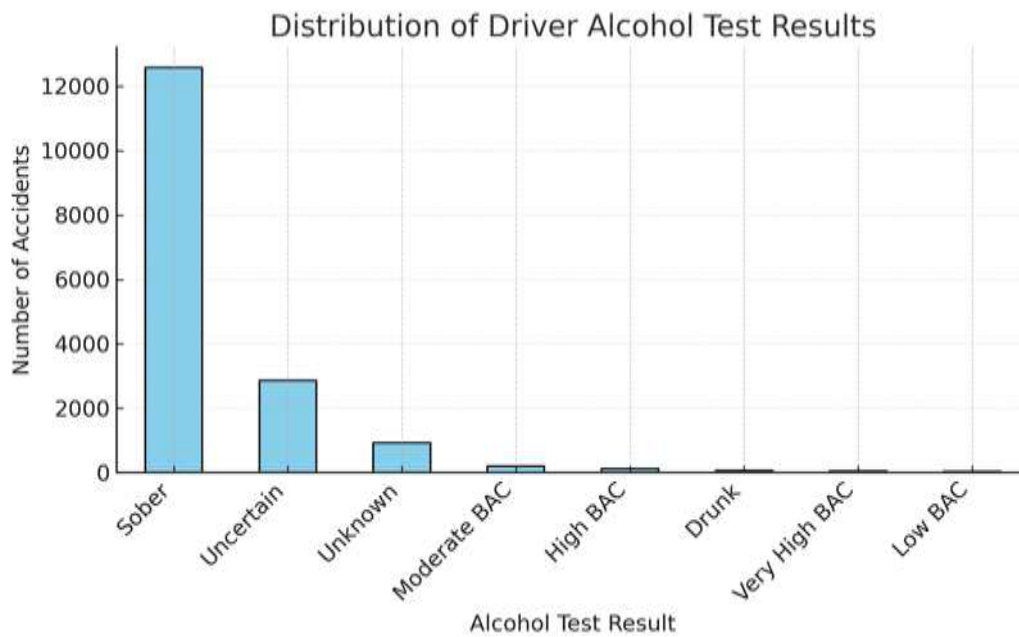


Fig. 1. Distribution of Driver Alcohol Test Results (2014–2023)

Figure 2 highlights the top 10 primary driver faults, with “Speed Not Adapted to Conditions” and “Right of Way Violation” emerging as the most common risk factors. This visual emphasizes that driver behaviors are key contributors to crashes in Erzurum.

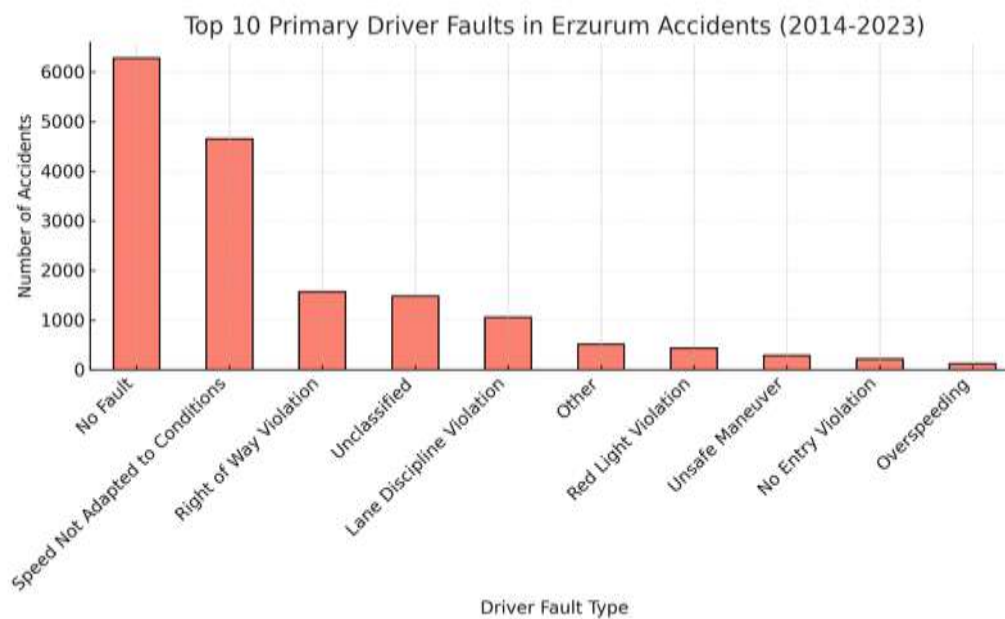


Fig. 2. Top 10 Primary Driver Faults in Erzurum Traffic Accidents (2014–2023)

Meanwhile, Figure 3 illustrates the distribution of accident severity (total deaths and injuries), indicating that most crashes involve a single casualty, while a smaller proportion result in high-severity, multi-victim incidents. These descriptive insights motivate the application of multivariate statistical techniques to uncover how specific driver behaviors contribute to severe crashes.

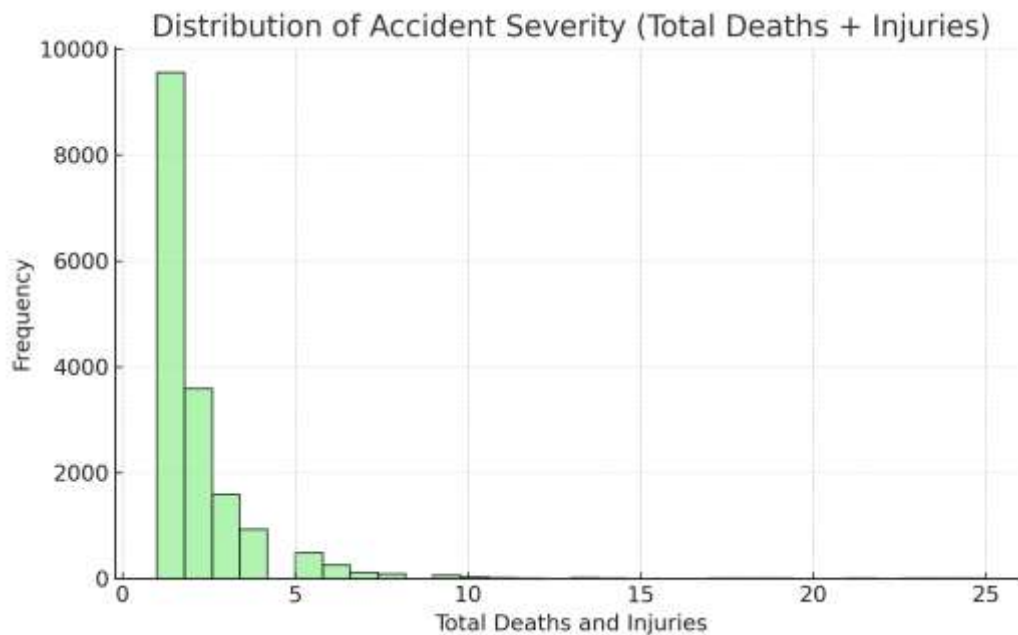


Fig. 3. Distribution of Accident Severity (Total Deaths + Injuries) in Erzurum (2014-2023) In contrast to previous studies focused on environmental and temporal factors, this paper emphasizes driver behavior through a multivariate analytical approach. Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) is used to jointly assess fatalities and injuries, capturing the combined effect of alcohol use, seat belt/helmet usage, and driver faults on accident severity. To further distinguish high-severity from low-severity crashes, Discriminant Function Analysis (DFA) identifies the specific driver behaviors most strongly associated with fatal or multi-injury accidents. This integrated approach provides actionable insights for policy makers, law enforcement, and traffic safety professionals, supporting targeted interventions and behavioral risk mitigation strategies for high-altitude winter regions like Erzurum.

1.1.Literature Review

Road traffic accidents remain a major public safety concern worldwide, resulting in significant human and economic losses. Research consistently highlights the critical role of driver behavior, environmental conditions, and roadway characteristics in determining crash occurrence and severity. Touahmia (2018) and Hunde and Agedede (2015) demonstrated that the vast majority of traffic accidents stem from human errors, with key contributing factors including speeding, failure to yield, and low seat belt compliance. Similarly, Rios et al. (2020) showed that risky behaviors such as alcohol consumption, lack of protective equipment, and distracted driving significantly increase crash risk, particularly among young drivers.

Environmental and road factors also play a decisive role in accident severity. Abdelrahman et al. (2018), using naturalistic driving data, revealed that icy or slippery road surfaces, high traffic

density, and poor weather substantially increase the likelihood of crashes and near-crashes. Guo et al. (2020) and Lankarani et al. (2014) emphasized that road geometry, road type, and lighting conditions strongly influence both crash frequency and severity. These findings suggest that environmental factors amplify the impact of risky driver behaviors, particularly in high-risk conditions.

Advanced statistical and data mining techniques have been increasingly applied to better understand and predict traffic accidents. Li et al. (2017) employed Naive Bayes, Apriori association rules, and K-Means clustering on the U.S. FARS dataset to identify human, road, and environmental factors associated with fatal crashes. Chand et al. (2021) provided a comprehensive review of global traffic accident data sources and analytical methods, highlighting the rising importance of machine learning, deep learning, and clustering techniques in accident prediction. Similarly, Ashraf et al. (2019) and Zhang et al. (2018) used multiple regression, system-based modeling, and ANOVA to demonstrate that integrating human, road, and environmental factors yields more accurate insights into crash severity.

Collectively, these studies underscore that traffic accidents are largely driven by human behaviors, while environmental and roadway factors act as complementary determinants of crash severity. The literature suggests that combining behavioral analysis with multivariate statistical techniques and modern machine learning methods offers strong potential for developing predictive models and targeted prevention strategies. In practice, this implies that focused driver training and enforcement, together with improved road maintenance and lighting, are critical for reducing crash risks in hazardous conditions.

2. MATERIAL AND METHODS

This study examines driver-related factors influencing traffic accident severity in Erzurum Province, Turkey, using a dataset of 16,793 traffic accident records from 2014 to 2023, obtained from the Traffic Department of the General Directorate of Security (EGM). The analysis focuses on three key behavioral variables:

1. *DriverAlcoholTestResult*: Indicates the driver's alcohol status, categorized as Sober, Low BAC, Moderate BAC, High BAC, Drunk, and related levels.
2. *DriverSeatBeltUsage*: Specifies whether the driver was using a seat belt or helmet, or if the status was Unknown or Unspecified.
3. *DriverFault1*: Records the primary driver fault contributing to the accident, such as Speed Not Adapted to Conditions, Right of Way Violation, Unsafe Maneuver, or other coded violations.

The dependent variables representing accident severity are TotalDeaths and TotalInjured, reflecting the number of fatalities and injuries per crash. These were also combined as TotalDeathsAndInjured for descriptive statistics and severity categorization.

2.1. Data Preparation and Preprocessing

Prior to analysis, the dataset was cleaned to ensure reliability:

- Records missing key variables (alcohol test result, seat belt/helmet usage, or primary driver fault) were excluded.
- Categorical variables were encoded into dummy variables for multivariate statistical modeling.
- For discriminant analysis, accidents were classified into Low Severity (0) and High Severity (1) groups, where high severity was defined as two or more casualties (deaths + injuries ≥ 2).
- Descriptive visualizations of alcohol test results, driver faults, and accident severity distributions were generated to validate the behavioral risk patterns (Figures 1–3 in the Introduction).

2.2. Multivariate Analysis Approach

To capture the combined impact of driver behaviors on accident outcomes, two multivariate methods were employed:

1. *Multivariate Analysis of Variance (MANOVA):*

- Jointly evaluates TotalDeaths and TotalInjured as dependent variables.
- Tests whether mean vectors of fatalities and injuries differ significantly across categories of alcohol status, seat belt usage, and driver faults.
- Statistical significance was assessed using Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Hotelling-Lawley Trace, and Roy's Largest Root, with $p < 0.05$ considered significant.
- A lower Wilks' Lambda indicates stronger multivariate effects of the corresponding driver factor.

2. *Discriminant Function Analysis (DFA):*

- Builds on the MANOVA results to classify accidents into low- and high-severity groups based on driver behavior.
- Produces standardized coefficients that highlight which driver-related factors contribute most to separating high-risk crashes from low-risk ones.
- LDA score distributions and centroids were analyzed to visualize the separation of severity clusters, helping to identify clear driver risk profiles.

2.3. Analysis Tools

All data preprocessing, visualization, and statistical modeling were performed in Python, using Pandas and Matplotlib for data handling and plots, statsmodels for MANOVA, and scikit-learn for discriminant analysis. This integrated approach ensures a comprehensive evaluation of how driver behaviors jointly affect accident severity, offering practical insights for enforcement, education, and preventive traffic safety measures in high-altitude winter regions.

3. RESULTS AND DISCUSSION

This study examined the impact of driver-related behaviors on the severity of traffic accidents in Erzurum, focusing on alcohol test results, seat belt or helmet usage, and primary driver faults. Using 16,793 accidents recorded between 2014 and 2023, descriptive analysis revealed that most drivers were sober, while a small but critical fraction exhibited positive blood alcohol concentrations. As shown in the Introduction, Speed Not Adapted to Conditions and Right of Way Violation were the most frequent driver faults, and accident severity distributions indicated that while most accidents involve a single victim, a notable subset results in multi-victim, high-severity crashes.

To evaluate the combined effect of driver-related factors on fatalities and injuries, a Multivariate Analysis of Variance (MANOVA) was performed with TotalDeaths and TotalInjured as joint dependent variables. All three behavioral factors had statistically significant multivariate effects ($p < 0.001$), with alcohol status exerting the strongest influence.

Table 1. MANOVA results for the effect of driver-related factors on accident severity

Factor	Wilks' Lambda	F Value	p Value	Significance
DriverAlcoholTestResult	0.9796	24.77	<0.001	Significant
DriverSeatBeltUsage	0.9903	11.69	<0.001	Significant
DriverFault1	0.9874	4.43	<0.001	Significant

Following MANOVA, Discriminant Function Analysis (DFA) was conducted to classify accidents as low or high severity. A single canonical discriminant function explained 100% of the between-group variance, effectively separating low-severity (1 victim) and high-severity (≥ 2 victims) crashes. The most influential variables in distinguishing high-severity crashes included:

1. DriverFault1: Road Obstruction ($B = -4.19$)
2. DriverFault1: Unsafe Maneuver ($B = -3.28$)
3. DriverFault1: Overspeeding ($B = -2.12$)
4. DriverFault1: Right of Way Violation ($B = -2.27$)

5. DriverSeatBeltUsage: Helmet On ($B = -2.04$, protective effect)

Table 2. Discriminant Function Analysis (DFA)-top contributing variables for accident severity

Variable	Coefficient (B)	Effect
DriverFault1: Road Obstruction	-4.19	Strong Risk
DriverFault1: Unsafe Maneuver	-3.28	Strong Risk
DriverFault1: Overspeeding	-2.12	Risk
DriverFault1: Right of Way Violation	-2.27	Risk
DriverSeatBeltUsage: Helmet On	-2.04	Protective

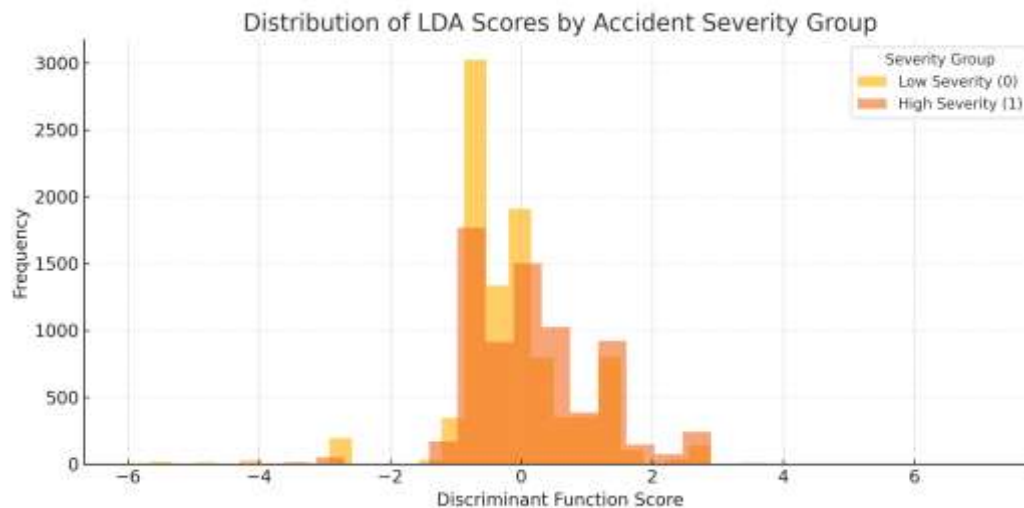


Fig. 4. Distribution of LDA (Discriminant Function) Scores by Accident Severity Group
The results demonstrate that driver behavior significantly affects accident severity in Erzurum. Specific driver faults, such as unsafe maneuvers, overspeeding, and right-of-way violations, are strongly associated with high-severity crashes. Helmet and seat belt usage show a protective effect, reducing the likelihood of multi-victim outcomes. These findings emphasize the importance of targeted enforcement, driver education, and winter safety interventions. Future research could integrate real-time weather data, telematics, and machine learning models to develop proactive crash prevention strategies.

REFERENCES

- Abdelrahman, M., Abdel-Aty, M., Cunningham, R., & Yuan, J. (2018). Naturalistic driving data analysis for crash and near-crash risk factors. *Accident Analysis & Prevention*, 117, 18–28. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.04.011>
- Ashraf, M., Pitafi, A. H., & Raza, S. A. (2019). Exploring human and environmental factors affecting road traffic accidents using regression and system-based approaches. *Journal of Safety Research*, 68, 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2019.01.006>

- Chand, S., Sharma, R., & Kumar, A. (2021). Traffic accident data analytics: Sources, techniques, and applications. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 10(2), 137–150. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2020.12.005>
- Guo, Y., Xu, C., Wu, Y., & Xu, X. (2020). Effects of road geometry, traffic and environmental factors on crash severity: A systematic review. *Accident Analysis & Prevention*, 142, 105546. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105546>
- Hunde, A. M., & Agede, T. W. (2015). Road traffic accident analysis and prevention in Dire Dawa city, Ethiopia. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 4(1), 234–242.
- Lankarani, K. B., Heydari, S. T., Aghabeigi, M. R., Mahjoob, H., Barzegar, A., & Joulaei, H. (2014). The impact of environmental and road factors on traffic accidents in Iran. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 21(4), 331–337. <https://doi.org/10.1080/17457300.2013.792288>
- Li, X., Lord, D., Zhang, Y., & Xie, Y. (2017). Traffic crash analysis with data mining methods. *Accident Analysis & Prevention*, 99(Part A), 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.11.016>
- Rios, R. A., Carvajal, J. A., & Bravo, F. G. (2020). Demographic and behavioral risk factors for road traffic accidents in Chile. *Traffic Injury Prevention*, 21(3), 197–202. <https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1707222>
- Touahmia, M. (2018). Assessment of drivers' behavior and awareness in road safety: Case study of Hail region, Saudi Arabia. *Journal of Transportation Safety & Security*, 10(5), 475–490. <https://doi.org/10.1080/19439962.2017.1319028>
- Zhang, H., Yau, K. K., & Chen, G. (2018). Risk factors associated with traffic accidents in China: A case study of driver behavior and road conditions. *Accident Analysis & Prevention*, 121, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.003>

PALEOENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF OLIGOCENE FORMATIONS IN THE SILIVRI NATURAL GAS FIELD (NE THRACE BASIN), AS DEMONSTRATED BY PALYNOFACIES, ORGANIC PETROGRAPHY AND ROCK-EVAL PYROLYSIS DATA

Rıza Görkem OSKAY

Hacettepe University, Başkent OSB Technical Sciences Vocational School, 06909, Sincan, Ankara, Türkiye

ORCID: 0000-0003-0748-8363

Cüneyt BİRCAN

Balıkesir University, Department of Geological Engineering, 10145, Balıkesir, Türkiye

ORCID: 0000-0002-4399-8961

Ali İhsan KARAYİĞİT

Hacettepe University, Department of Geological Engineering, 06800, Beytepe, Ankara, Türkiye

ORCID: 0000-0001-9743-4611

ABSTRACT

The Thrace Basin hosts Turkey's important natural gas fields, which are mostly located in the central parts of the basin. Besides, the Silivri Natural Gas Field, located in the northeast of the basin, is one of the most important fields in the basin. This study aimed to provide paleoenvironmental interpretations using organic petrographic, palynofacies, and Rock-Eval pyrolysis analyses of selected cutting samples from a deep natural gas exploration well drilled in the Silivri Natural Gas Field. Organic petrographic analyses revealed that huminite/vitrinite macerals were commonly observed in the samples, whereas liptinite and inertinite macerals were also observed. Random huminite/vitrinite reflectance (%R_o) measurements show that huminite/vitrinite grains exhibiting low (0.34-0.40%) and high (0.43-0.52%) %R_o values. These differences could be associated with the input of different terrestrial higher plant materials into the depositional environment. Rock-Eval pyrolysis analyses show that TOC, S₁, S₂, and S₃ peaks display wide ranges. The S₂ and HI values of the Mezardere and Osmancık formations are relatively higher than those of the Danişmen Formation. Palynofacies analyses consonant with organic petrography analyses, and phytoclasts and palynomorphs are the most common palynological kerogens in the samples. A small proportion of amorphous organic matter (AOM) was also detected in the samples. Terrestrial palynomorphs and phytoclast grains were commonly detected during palynofacies analyses. Additionally, dinoflagellates, which may be related to marine conditions, were rarely observed in some samples from the Osmancık and Mezardere formations. Based on the results of the palynofacies analyses, four palynofacies assemblages (PA-1, PA-2, PB-1, and PB-2) were distinguished in the samples. Although these assemblages were deposited at different water depths, they are related to proximal conditions. However, the preservation conditions of organic matter may have changed due to seawater influx owing to the short-term transgressive movements in the Thrace Basin during the Early

Oligocene. Hence, TOC and HI values of the samples display wide ranges, and the proportions of AOM increased in some samples.

Keywords: Thrace Basin, Palynofacies, TOC, Rock-Eval, Oligocene.

This study is supported by Scientific Research Projects Coordination Unit of Balıkesir University under the project number 2022/43

**PALİNOFASIYES, ORGANİK PETROGRAFI VE ROCK-EVAL PİROLİZ
VERİLERİ IŞIĞINDA SİLİVRİ DOĞAL GAZ SAHASINDAKİ (KD TRAKYA
HAVZASI) OLİGOSEN YAŞLI FORMASYONLARIN PALEOORTAMSAL
KARAKTERİZASYONU**

ÖZET

Trakya Havzası ülkemizin önemli doğal gaz sahalarına ev sahibi yapmakta olup, bu sahaların büyük bir kısmı havzanın orta kısımlarında yer almaktadır. Bununla beraber havzanın kuzeydoğusunda yer alan Silivri doğal gazı sahası havzadaki en önemli sahalarından bir tanesidir. Bu çalışma kapsamında Silivri doğal gaz sahasında doğal gaz arama amaçlı açılan derin bir sondaj kuyusundan seçilen kırıntı örneklerinin organik petrografik, palinofasiyes ve Rock-Eval piroliz analizleri yardımıyla paleoortamsal yorumlamaların yapılması amaçlanmıştır. İncelenen örneklerin organik petrografi analizleri sonucuna göre örneklerde en yaygın olarak gözlenen maseral grubu hüminit/vitrinit maseralleri iken lipitinit ve inertinit grubu maseralleri de örneklerde gözlenmiştir. Örneklerden yapılan rastgele hüminit/vitrinit yansıma (%R_o) ölçümlerine göre örnekler düşük (%0,34-0,40) ve yüksek (%0,43-0,52) %R_o değerleri sunan hüminit/vitrinit taneleri tespit edilmiştir. Farklı %R_o değerleri sunan hüminit/vitrinit tanelerinin varlığı çökelim ortamına farklı karasal yüksek bitkisel malzeme girdisi ile ilişkilidir. Rock-Eval piroliz analizleri sonucuna göre TOC, S₁, S₂ ve S₃ pikleri geniş bir aralıkta tespit edilirken T_{max} değerleri genellikle 430°C civarındadır. Mezardere ve Osmancık formasyonlarının S₂ ve HI değerleri Danişmen Formasyonu'ndan nispeten daha yüksektir. Palinofasiyes analizleri organik petrografisi analizleriyle uyumlu olarak fitoklast ve palinomorflar yaygın olarak tespit edilen palinolojik kerojenlerdir. Örneklerde az oranda amorf organik madde (AOM) tespit edilmiştir. Palinofasiyes analizlerinde karasal kökenli palinomorf ve fitoklast taneleri yaygın olarak tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak Osmancık ve Mezardere formasyonlarına ait bazı örneklerde ise deniz suyu girdisi ile ilişkili olabilecek dinoflagellatlar ender olarak gözlenmiştir. Palinofasiyes analizleri sonuçlarına göre örneklerde 4 adet palinofasiyes topluluğu (PA-1, PA-2, PB-1 ve PB-2) ayrılanmıştır. Bu topluluklar farklı su derinliklerine sahip olmakla beraber genel olarak kıyı (proksimal) koşullarda çökelmiş olduğu düşünülebilir. Ancak Erken Oligosen boyunca Trakya

Havza'sında kısa süreli gelişen transgresif hareketler sonucunda deniz suyu girdisine bağlı olarak organik maddenin korunma koşullarının değişmiş olabileceğini işaret etmektedir. Bunun sonucunda örneklerin TOC ve HI değerleri geniş bir aralık sunmakta ve toplam AOM oranları zaman zaman artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Trakya Havzası, Palinofasiyes, TOC, Rock-Eval, Oligosen.

Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2022/43 proje numarası ile desteklenmiştir.

KÖMÜR YAKITLI BİR TERMİK SANTRALİN TERMODİNAMİK PERFORMANSININ EKSERJİ ANALİZİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Umut AYDEMİR

Manisa Celal Bayar University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Mechanical Engineering, Manisa, Türkiye

ORCID: 0009-0009-3499-2151

Ayşegül GÜNGÖR ÇELİK

Manisa Celal Bayar University, Hasan Ferdi Turgutlu Technology Faculty, Department of Mechanical Engineering, Manisa, Türkiye

ORCID: 0000-0002-9451-1607

ÖZET

Kömür yakıtlı termik santraller, özellikle fosil yakıtlara yüksek oranda bağımlı ülkelerde elektrik üretiminde stratejik önemini korumaktadır. Bu çalışmada, 25 °C ile 46 °C arasındaki ortam sıcaklıklarında elde edilen gerçek işletme verilerine dayanarak, 210 MW kapasiteli bir kömür yakıtlı termik santralin kapsamlı enerji ve ekserji analizi yapılmıştır. Analiz, kazan, türbinler, pompalar, kondenser ve yardımcı sistemler dahil olmak üzere santralin tüm ana bileşenlerini, gerçek çalışma koşullarında kapsamaktadır. Ekserji analizi sonuçları, 25 °C’de toplam ekserji yıkımının %71,00’inin kazanda gerçekleştiğini göstermektedir. Bu durum, kazanın sistem verimliliği açısından kritik bileşen olduğunu ortaya koymaktadır. Kazanı, %7,22 ile orta basınç türbini ve %2,41 ile alçak basınç türbini izlemektedir. En yüksek ekserji verimliliği ejektörde (%98,62) elde edilmiş; yüksek basınç ve alçak basınç türbinleri ise sırasıyla %93,08 ve %90,31 verimlilik göstermiştir. Ortam sıcaklığı arttıkça santralin genel ekserji verimliliği %38,85’ten (25 °C) %36,38’e (46 °C) düşmüş, bu da sıcaklık artışının performansı olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Göreli geri tersinmezlik ve iyileştirme potansiyeli analizleri, kazanın ve kondenserin performans iyileştirme açısından öncelikli bileşenler olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ortam sıcaklığının artışıyla birlikte yakıt tüketim oranının yükseldiği belirlenmiş, bu durum hem termodinamik kayıpları hem de çevresel etkileri artırmaktadır. Elde edilen bulgular, kömür bazlı elektrik üretiminde verimliliğin artırılması ve çevresel etkinin azaltılması için ekserji temelli değerlendirme yöntemlerinin uygulanmasının önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kömür yakıtlı termik santral, ekserji analizi, performans iyileştirme, parametrik çalışma, termodinamik analiz

THERMODYNAMIC ASSESSMENT OF A COAL-FIRED THERMAL POWER PLANT BY EXERGY ANALYSIS

ABSTRACT

Coal-fired thermal power plants continue to play a pivotal role in electricity generation, particularly in countries that are heavily reliant on fossil fuels. This study presents a

comprehensive energy and exergy analysis of a 210 MW unit of a coal-fired power plant, based on real operational data obtained under various ambient temperature conditions ranging from 25 °C to 46 °C. The analysis encompasses all major components of the plant, including the boiler, turbines, pumps, condenser, and auxiliary systems, under realistic working conditions. The exergy analysis identifies the boiler as the most critical component, responsible for 71.00% of the total exergy destruction at 25 °C. It is followed by the intermediate-pressure turbine at 7.22% and the low-pressure turbine at 2.41%. The highest exergy efficiency is observed in the ejector (98.62%), with the high-pressure turbine and low-pressure turbine achieving 93.08% and 90.31%, respectively. The overall plant exergy efficiency decreases from 38.85% at 25 °C to 36.38% at 46 °C, indicating a notable decline in performance with increasing ambient temperature. Further evaluations include parameters such as relative irreversibility and improvement potential, which pinpoint the boiler and condenser as priority areas for system enhancement. Additionally, the fuel depletion ratio increases with ambient temperature, underlining the thermodynamic and environmental implications of heat losses. This study offers valuable insights for engineers and energy policymakers seeking to enhance the efficiency and environmental sustainability of coal-based power generation through exergy-based assessment methods.

Keywords: Coal-fired power plant, exergy analysis, performance improvement, parametric study, thermodynamic analysis.

ÜSTEL KUMARASWAMY DAĞILIMI İÇİN OPTİMUM PARAMETRE TAHMİN YÖNTEMLERİ

Ömer ÖZBİLEN

Mersin University, Faculty of Education, Department of Primary Mathematics Teaching, 33343

Yenişehir, Mersin

ORCID: 0000-0001-6110-1911

Murat GENÇ

Department of Computer Science, Faculty of Science and Letters,

Çukurova University, Adana 01330, Türkiye

ORCID: 0000-0002-6335-3044

ÖZET

Üstel Kumaraswamy (EK) dağılımı, Kumaraswamy dağılımının esnek bir uzantısı olarak, (0,1) aralığında sınırlı verileri modellemek için hidroloji gibi alanlarda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Üç şekil parametresi α , β , γ ile tanımlanan bu dağılım, eğiklik ve kuyruk davranışını yakalamada üstün esneklik sunar. Bu çalışma, EK dağılımının parametrelerini tahmin etmek için kullanılan çeşitli yöntemlerin performanslarını karşılaştırmaktadır: Maksimum Olabilirlik Tahmini (MLE), Anderson-Darling yöntemleri (ADEs, Sağ Kuyruklu ADEs, Sol Kuyruklu ADEs), Sıradan En Küçük Kareler (OLS), Ağırlıklı En Küçük Kareler (WLS), Cramér-von Mises (CVM) ve Maksimum Aralık Çarpımı (MPS). Performans, farklı örnek büyüklükleri ve parametre ayarlarında yanlılık, hata kareler ortalaması (MSE), ortalama mutlak sapma (MAD) ve standart sapma (SD) metrikleri üzerinden simülasyonlarla değerlendirilmiştir.

MLE, EK dağılımının olasılıksal yapısını etkin bir şekilde kullanarak, özellikle büyük örneklerde düşük yanlılık ve MSE ile diğer yöntemlerden genel olarak daha iyi performans göstermiştir. ADEs ve Sağ Kuyruklu ADEs, özellikle α ve β için güçlü sonuçlar vermiş, ancak γ parametresinde daha az tutarlılık sergilemiştir. Sol Kuyruklu ADEs özellikle γ tahmininde yüksek değişkenlik nedeniyle daha az güvenilir bulunmuştur. OLS ve WLS orta düzeyde performans göstermiş, WLS ağırlıklandırma sayesinde OLS'den biraz daha iyi sonuçlar vermiştir. CVM dengeli bir performans sunmuş, ancak MLE'den geri kalmıştır. MPS, özellikle küçük örneklerde yüksek yanlılık ve MSE ile en zayıf performansı göstermiştir. Bulgular, EK parametre tahmini için MLE, ADEs ve Sağ Kuyruklu ADEs'nin tercih edilmesi gerektiğini, MPS ve daha az tutarlı Anderson-Darling varyantlarında ise uygun olmadığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Üstel Kumaraswamy Dağılımı, Parametre Tahmini, Maksimum Olabilirlik, Anderson-Darling, Simülasyon

OPTIMAL PARAMETER ESTIMATION METHODS FOR THE EXPONENTIATED KUMARASWAMY DISTRIBUTION

ABSTRACT

The Exponentiated Kumaraswamy (EK) distribution, a flexible extension of the Kumaraswamy distribution, is widely used in fields such as hydrology for modeling data restricted to the (0,1) interval. Defined by three shape parameters α , β , and γ , this distribution offers superior flexibility in capturing skewness and tail behavior. This study compares the performance of various parameter estimation methods for the EK distribution: Maximum Likelihood Estimation (MLE), Anderson-Darling methods (ADEs, Right-Tailed ADEs, Left-Tailed ADEs), Ordinary Least-Squares (OLS), Weighted Least-Squares (WLS), Cramér-von Mises (CVM), and Maximum Product Spacing (MPS). Performance is evaluated through simulations using bias, mean squared error (MSE), mean absolute deviation (MAD), and standard deviation (SD) across different sample sizes and parameter configurations.

MLE has in general outperformed other methods by effectively utilizing the probabilistic structure of the EK distribution, particularly achieving low bias and MSE in large samples. ADEs and Right-Tailed ADEs provided strong results, especially for α and β , but showed less consistency for the γ parameter. Left-Tailed ADEs were found to be less reliable, particularly for γ estimation, due to high variability. OLS and WLS exhibited moderate performance, with WLS slightly outperforming OLS due to its weighting scheme. CVM offered balanced performance but fell short of MLE. MPS demonstrated the weakest performance, with high bias and MSE, especially in small samples. The findings suggest that MLE, ADEs, and Right-Tailed ADEs are preferred for EK parameter estimation, while MPS and less consistent Anderson-Darling variants are less suitable.

Keywords: Exponentiated Kumaraswamy Distribution, Parameter Estimation, Maximum Likelihood, Anderson-Darling, Simulation

NUMERICAL ANALYSIS OF THERMAL BEHAVIOR OF CMC-BASED HYBRID NANOFLUIDS IN TURBULENT FLOW REGIME THROUGH A HORIZONTAL PIPE

Damla ÖZGÜR

Trakya University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Ahmet Karadeniz Campus, Edirne, Turkey

ORCID: 0000-0003-3690-221X

ABSTRACT

In this study, the heat transfer performance of nanofluids containing Al_2O_3 , CuO , and hybrid $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CuO}$ nanoparticles dispersed in a non-Newtonian carboxymethyl cellulose (CMC)-based base fluid was theoretically analyzed under fully developed turbulent flow conditions within a horizontally oriented circular pipe. The rheological behavior of the fluid was modeled using the power-law approach, and performance parameters such as outlet temperature, Nusselt number (Nu), total heat transfer rate (Q), and thermal efficiency (η) were evaluated through a MATLAB-based computational algorithm under varying Reynolds number (Re), particle volume fraction (ϕ), flow behavior index (n), and wall temperature (T_w). Classical mixture models were employed to determine the thermophysical properties of the nanofluids, and it was observed that hybrid systems provided higher thermal efficiency compared to conventional single-component nanofluids. Hybrid nanofluids exhibited optimum results in terms of both Nusselt number and heat transfer capacity. The systematic theoretical evaluation of hybrid nanofluids based on non-Newtonian fluids—an area scarcely addressed in the literature—constitutes the main novelty of this study. The findings are expected to provide valuable scientific insight for the potential implementation of hybrid nanofluids in engineering-scale thermal systems.

Keywords: Non-Newtonian fluid, hybrid nanofluid, power-law model, heat transfer, CMC-based fluids, turbulent flow

YATAY BİR BORU İÇERİSİNDE CMC BAZLI HİBRİT NANOAKIŞKANLARIN TÜRBÜLANSLI AKIŞ REJİMİNDE TERMAL DAVRANIŞLARININ SAYISAL ANALİZİ

ÖZET

Bu çalışmada, non-Newtonian karakterdeki karboksimetilselüloz (CMC) bazlı bir akışkan içerisinde, Al_2O_3 , CuO ve $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CuO}$ hibrit nanoparçacık katkılarıyla elde edilen nanoakışkanların, yatay yerleştirilmiş dairesel kesitli bir boru içerisindeki tam gelişmiş türbülanslı akış rejiminde ısı transfer performansı teorik olarak analiz edilmiştir. Akışkanın viskozite davranışı güç kanunu (power-law) modeli ile tanımlanmış; sistemin çıkış sıcaklığı, Nusselt sayısı (Nu), toplam ısı transferi (Q) ve termal verim (η) gibi performans parametreleri

MATLAB ortamında geliştirilen bir hesaplama algoritmasıyla, farklı Reynolds sayısı (Re), hacimsel parçacık oranı (ϕ), akış indeksi (n) ve duvar sıcaklığı (T_w) değişimlerine göre değerlendirilmiştir. Nanoakışkan özelliklerinin belirlenmesinde klasik karışım modelleri kullanılmış ve hibrit sistemlerin klasik tek bileşenli sistemlere göre daha yüksek termal verimlilik sağladığı gözlemlenmiştir. Hibrit-nanoakışkanlar, hem Nusselt sayısı hem de ısı transfer miktarı açısından optimum sonuçlar sunmuştur. Literatürde sınırlı sayıda yer alan non-Newtonian bazlı hibrit nanoakışkan analizlerinin teorik düzlemde sistematik bir biçimde değerlendirilmiş olması, bu çalışmanın özgün katkısını oluşturmaktadır. Elde edilen sonuçların, hibrit nanoakışkanların mühendislik uygulamalarındaki potansiyel kullanım alanlarına yönelik önemli bilimsel altyapı sağladığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Non-Newtonian akışkan, hibrit nanoakışkan, Güç kanunu modeli; ısı transferi, CMC bazlı akışkanlar, türbülanslı akış.

1. INTRODUCTION

In engineering systems exposed to high heat fluxes, the limited thermal conductivity of conventional fluids has rendered nanofluids a prominent research area. More recently, hybrid nanofluids—prepared by dispersing multiple types of nanoparticles into the same base fluid—have attracted growing attention due to their superior thermal performance compared to single-component nanofluids. The pioneering work of Choi and Eastman (1995) first introduced the potential of nanofluids in enhancing heat transfer, which was subsequently investigated in detail through both experimental and theoretical studies (Wang et al., 1999; Xuan & Li, 2000; Lee et al., 1999; Das et al., 2003). Later studies confirmed that dispersing nanoparticles such as Al_2O_3 , CuO, and TiO_2 into water, ethylene glycol, and oil-based fluids significantly improved thermal conductivity and convective heat transfer coefficients (Pak & Cho, 1998; Wen & Ding, 2004; Heris et al., 2006; Eastman et al., 2001; Yu et al., 2009).

Compared to single-component nanofluids, hybrid systems generally demonstrate superior performance. In particular, combinations such as Al_2O_3+CuO , $Al_2O_3+TiO_2$, and graphene-based hybrids have been reported to provide enhanced convective heat transfer coefficients (Sundar & Sharma, 2011; Suresh et al., 2012; Madhesh et al., 2014; Esfe et al., 2015; Minea, 2017). Recent review and meta-analysis papers further emphasized that hybrid nanofluids exhibit more stable and consistent behavior compared to classical single-phase models (Kole & Dey, 2010; Sajid & Ali, 2019; Sarkar et al., 2020).

Several mixture models are widely used for evaluating the effective thermophysical properties of nanofluids, including those of Maxwell (1881), Hamilton–Crosser (1962), Brinkman (1952),

Yu & Choi (2003), and Corcione (2011). These models incorporate nanoparticle volume fraction, shape factor, and base fluid properties to estimate density, specific heat, viscosity, and thermal conductivity. In the case of hybrid systems, two-step mixing models have been found to yield more realistic predictions (Khanafer & Vafai, 2011; Sundar et al., 2013).

Within the scope of non-Newtonian fluids, carboxymethyl cellulose (CMC) solutions have been extensively studied, as their shear-thinning behavior can be effectively described using the power-law model (Metzner & Reed, 1955; Barnes, 1995; Skelland, 1967). For turbulent flow regimes, the generalized Reynolds number proposed by Metzner & Reed (1955) and the Dodge–Metzner (1959) friction factor correlation are widely accepted. Similarly, the Gnielinski (1976) correlation has been adapted to non-Newtonian conditions with suitable modifications. Studies on CMC-based nanofluids have revealed that low particle concentrations ($\phi \leq 0.02$) already provide noticeable performance improvements, with optimum loadings typically in the range of %1–1.5 (Heris et al., 2007; Sundar et al., 2014; Hemmat Esfe et al., 2016). Furthermore, hybrid nanofluids consistently achieve higher Nusselt numbers and heat transfer coefficients than single-component systems (Esfe et al., 2015; Sundar et al., 2017). However, at higher concentrations, the increased viscosity can lead to higher pumping power and pressure drop, thus limiting overall system performance (Khanafer & Vafai, 2011; Minea, 2017).

The novelty of this study lies in its systematic theoretical analysis of turbulent heat transfer in non-Newtonian, CMC-based hybrid nanofluids, a subject scarcely addressed in the literature. Unlike earlier research which largely focused on Newtonian base fluids or single-particle suspensions, this work comparatively investigates Al_2O_3 , CuO, and hybrid $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CuO}$ systems. By applying the generalized Reynolds number of Metzner & Reed, the Dodge–Metzner friction factor relation, and the Gnielinski correlation, a comprehensive computational framework is established. The results demonstrate that at low particle concentrations, hybrid nanofluids achieve higher Nusselt numbers, heat transfer coefficients (h), and thermal efficiencies (η) compared to single-component systems, while at higher concentrations, viscosity-driven limitations become dominant.

2. ANALYSIS

The analysis was performed for a horizontal, smooth-walled circular pipe under steady-state conditions with constant wall temperature. The pipe dimensions were: inner diameter $D=10$ mm $L=1$ m. The inlet and wall temperatures were set to $T_{\text{in}} = 30$ °C and $T_w = 60$ °C respectively. The flow was assumed to be fully developed and turbulent. The studied ranges were:

generalized Reynolds number $Re_g \in [3,000-15,000]$, particle volume fraction $\phi \in [0-0.04]$, and flow behavior index $n \in [0.50-0.85]$.

The shear-thinning behavior of the CMC-based fluid was modeled using the power-law model:

$$\tau = K \dot{\gamma}^n, \quad \mu_{app} = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} = K \dot{\gamma}^{n-1} \quad (1)$$

where the characteristic shear rate in pipe flow was approximated as $\dot{\gamma} = 8u/D$. The effect of nanoparticle addition on viscosity was estimated by the Brinkman relation:

$$\mu_{eff} = \mu_{app} (1 - \phi)^{(-2.5)} \quad (2)$$

The density and heat capacity of the nanofluid were calculated using classical mixture rules:

$$\rho_{nf} = \rho_p \phi + \rho_f (1 - \phi) \quad (3)$$

$$(\rho c_p)_{nf} = (1 - \phi) \rho c_{p,f} + \sum \phi_i \rho_{p,i} c_{p,p,i}; \quad c_{p,nf} = \frac{(\rho c_p)_{nf}}{\rho_{nf}} \quad (4)$$

The thermal conductivity was estimated by the Hamilton–Crosser model:

$$\frac{k_{eff}}{k_b} = \frac{k_p + (3\lambda - 3)k_b + (\lambda - 1)(k_p - k_b)\phi}{k_p + (3\lambda - 3)k_b - (\lambda - 1)(k_p - k_b)\phi} \quad (5)$$

For hybrid nanofluids, a two-step serial mixing approach (Khanafar & Vafai, 2011) was applied, with $\phi \leq 0.04$.

The generalized Reynolds number (Metzner & Reed, 1955) was expressed as:

$$Re_g = \frac{\rho_{nf} u^{2-n} D^n}{K 8^{n-1} \frac{(3n+1)^n}{4n}} \quad (6)$$

The friction factor was calculated using the Dodge–Metzner (1959) relation:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 4 \cdot \log_{10}(Re_g \cdot \sqrt{f}) - 0.4 \quad (7)$$

The Nusselt number was determined with the Gnielinski correlation (1976):

$$Nu = \frac{(f/8) (Re_g - 1000) Pr_g}{1 + 12.7 \sqrt{f/8} (Pr_g^{2/3} - 1)} \left(\frac{\mu_b}{\mu_w} \right)^{0.14} \quad (8)$$

where $Pr_g = \frac{c_{p,nf} \mu_{eff}}{k_{eff}}$ is the generalized Prandtl number. Since viscosity dependence on temperature was negligible in this study, the Sieder–Tate correction factor was approximated as unity (Sieder & Tate, 1936).

The convective heat transfer coefficient was then obtained as:

$$h = \frac{Nu k_{eff}}{D} \quad (9)$$

All computations were carried out using MATLAB. The Newton–Raphson iterative method was employed to solve implicit equations such as the Dodge–Metzner relation, ensuring convergence within prescribed tolerances.

3. RESULTS AND DISCUSSION

This study numerically evaluated the turbulent heat transfer and flow characteristics of CMC-based nanofluids containing Al_2O_3 , CuO , and Al_2O_3+CuO hybrid nanoparticles. The analysis was conducted for a horizontal circular pipe over the ranges $Re_g \in [3,000–15,000]$, $\phi \in [0–0.04]$, $n \in [0.50–0.85]$.

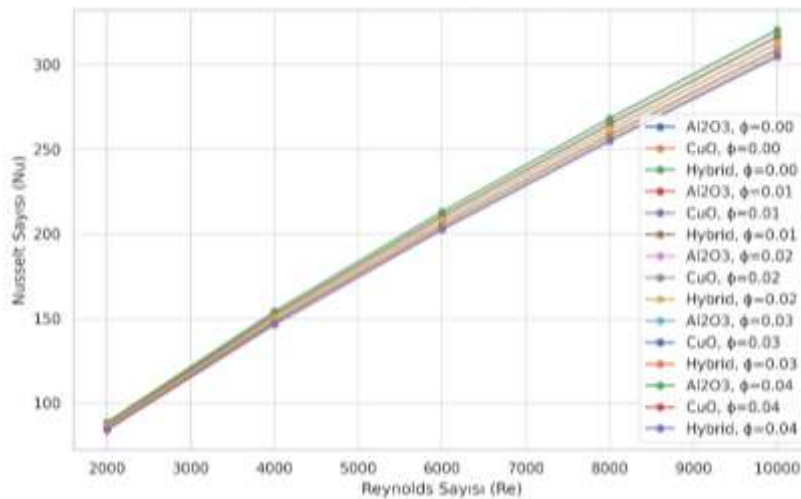


Figure 1. Variation of Nusselt number with Reynolds number for Al_2O_3 , CuO , and hybrid nanofluids at different particle volume fractions ($\phi = 0.00–0.04$).

Figure 1 shows that Nu increased nearly linearly with Re for all fluids, while nanoparticle addition enhanced heat transfer performance significantly. At $\phi = 0.04$, Al_2O_3 increased Nu by approximately %6–7, CuO by %4–5, and hybrid Al_2O_3+CuO by %8–9 compared to the base fluid. This enhancement is attributed to improved effective thermal conductivity, intensified micro-convection due to Brownian motion, and enhanced energy transport mechanisms. The superior performance of hybrid nanofluids over single-particle systems can be explained by synergistic effects. The %9 improvement becomes more pronounced at higher Reynolds numbers.

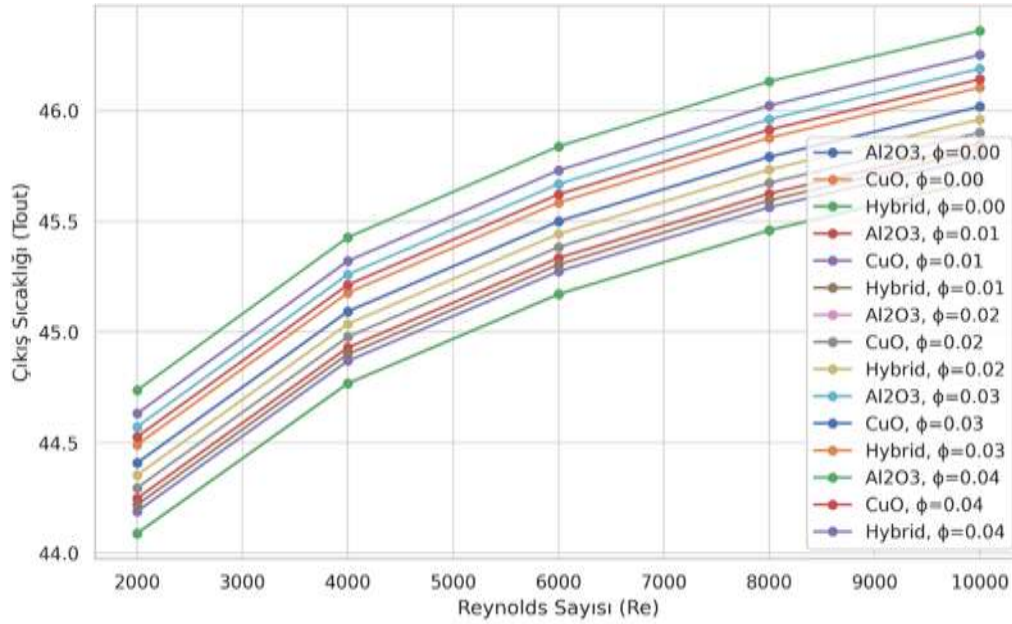


Figure 2. Effect of Reynolds number on outlet temperature for Al_2O_3 , CuO , and hybrid nanofluids.

Figure 2 illustrates outlet temperature variations with Re . Outlet temperature gradually increased with Re for all fluids, while nanoparticle addition provided additional gains. At $\phi = 0.04$, Al_2O_3 yielded a %1.5–2 increase, CuO %1–1.5, and the hybrid mixture %2–2.5 over the base fluid. This demonstrates the ability of nanoparticles to improve the effective heat capacity of the fluid, with hybrid systems exhibiting the highest performance.

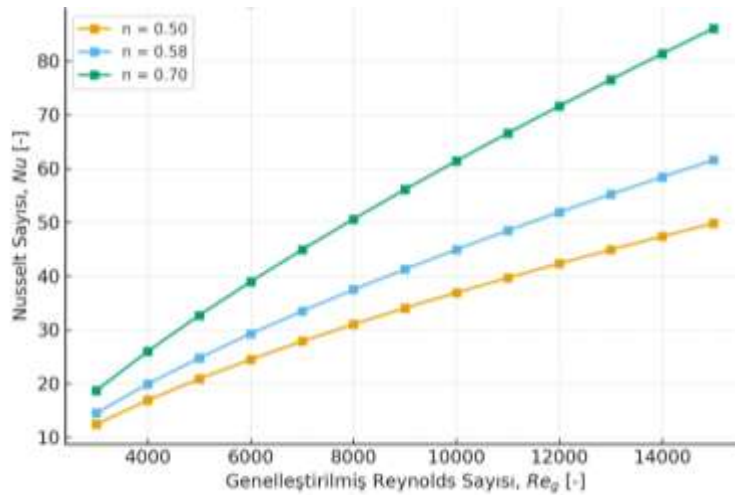


Figure 3. Relationship between Nusselt number and generalized Reynolds number for different flow behavior indices ($\phi = 0.01$, $\text{CMC} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CuO}$).

As seen in Figure 3, Nu increased with Re across all values of n . Higher Re values reduced boundary-layer thickness and intensified convective transport. Additionally, increasing n (weaker shear-thinning) led to further enhancement. For instance, at $n = 0.70$, Nu improved by up to %60 compared to $n = 0.50$. These findings demonstrate the influence of rheological

properties on convective heat transfer, in agreement with reported non-Newtonian flow trends (Metzner & Reed, 1955; Sundar et al., 2014).

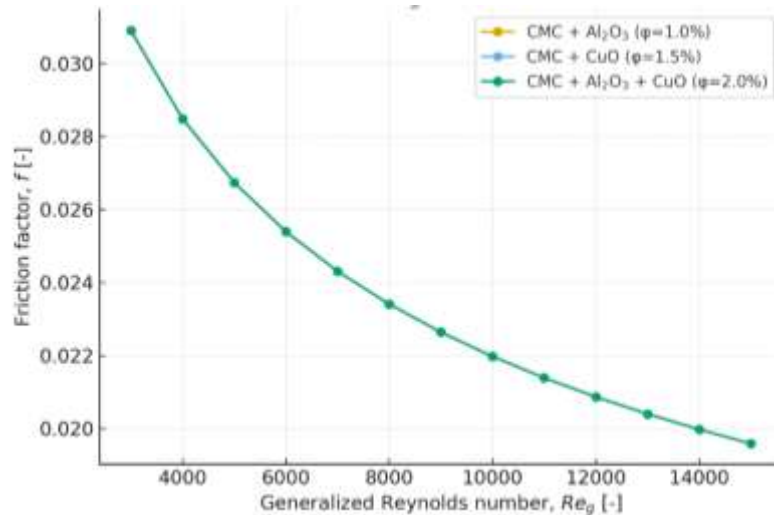


Figure 4. Variation of friction factor with generalized Reynolds number for Al_2O_3 , CuO, and hybrid nanofluids ($n = 0.58$).

As Re increased, the friction factor f decreased for all fluids, consistent with classical turbulent pipe flow. Differences among the three nanofluids were minimal, since the low concentrations investigated caused only limited density and viscosity increases. Thus, f was mainly governed by fluid rheology and Reynolds number. This observation is consistent with Dodge & Metzner (1959), though at higher loadings or lower Re nanoparticle effects could become more pronounced.

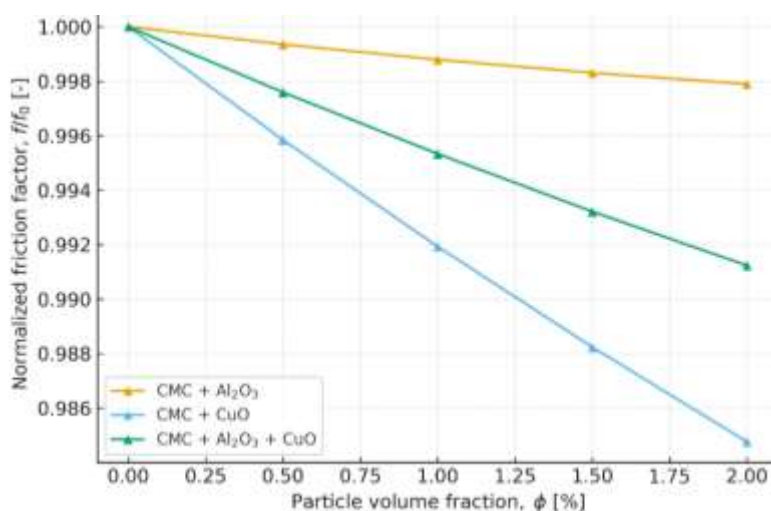


Figure 5. Variation of normalized friction factor (f/f_0) with particle volume fraction ϕ at constant velocity ($n = 0.58$).

As shown in Figure 5, increasing ϕ led to a modest rise in normalized friction factor. CuO exhibited the highest penalty (%1.4 at $\phi = \%0.2$), hybrid nanofluids showed intermediate

behavior, and Al_2O_3 exhibited the lowest. This trend is explained by viscosity increases induced by nanoparticles. Even though absolute increases were small, they are critical for pumping power requirements in engineering applications, consistent with previous findings (Heris et al., 2007; Kole & Dey, 2010).

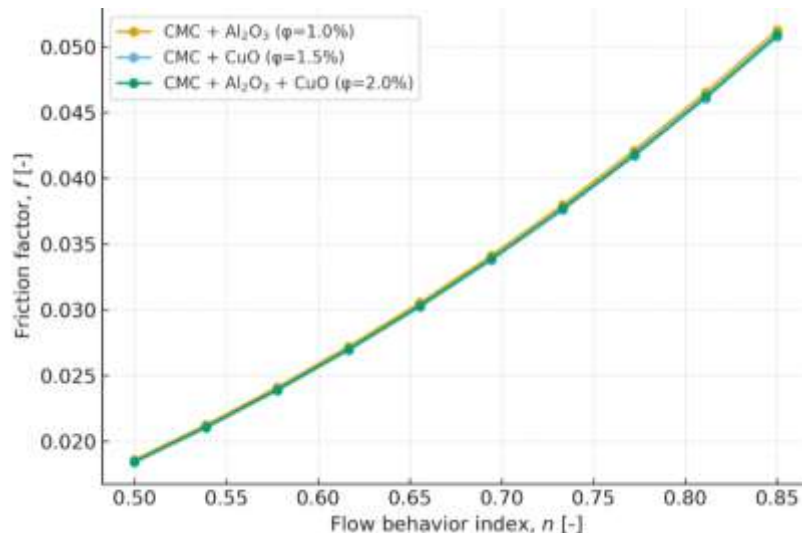


Figure 6. Variation of friction factor with flow behavior index n at constant velocity. Figure 6 demonstrates that f increased with n for all nanofluids. At strongly shear-thinning conditions ($n = 0.50$), f was lower, whereas as n approached Newtonian behavior ($n = 0.85$), f increased by nearly 2.5 times. This is due to the reduced apparent viscosity in shear-thinning regimes, which lowers flow resistance.

REFERENCES

- Barnes, H. A. (1995). A review of the slip (wall depletion) of polymer solutions, emulsions and particle suspensions in viscometers: Its cause, character, and cure. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 56(3), 221–251. [https://doi.org/10.1016/0377-0257\(94\)01282-M](https://doi.org/10.1016/0377-0257(94)01282-M)
- Brinkman, H. C. (1952). The viscosity of concentrated suspensions and solutions. *Journal of Chemical Physics*, 20(4), 571. <https://doi.org/10.1063/1.1700493>
- Choi, S. U. S., & Eastman, J. A. (1995). Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles. In *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition* (Vol. 231, pp. 99–105).
- Corcione, M. (2011). Empirical correlating equations for predicting the effective thermal conductivity and dynamic viscosity of nanofluids. *Energy Conversion and Management*, 52(1), 789–793. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.06.072>
- Das, S. K., Choi, S. U. S., Yu, W., & Pradeep, T. (2003). *Nanofluids: Science and technology*. Wiley.
- Dodge, D. W., & Metzner, A. B. (1959). Turbulent flow of non-Newtonian systems. *AIChE Journal*, 5(2), 189–204. <https://doi.org/10.1002/aic.690050214>
- Eastman, J. A., Choi, S. U. S., Li, S., Yu, W., & Thompson, L. J. (2001). Anomalous increased effective thermal conductivities of ethylene glycol-based nanofluids containing copper nanoparticles. *Applied Physics Letters*, 78(6), 718–720. <https://doi.org/10.1063/1.1341218>
- Esfe, M. H., Afrand, M., Yan, W. M., Rostamian, H., & Karimipour, A. (2015). An experimental study on thermal conductivity of MgO – MWCNT /engine oil hybrid nanofluid. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 67, 173–177. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2015.07.009>
- Gnielinski, V. (1976). New equations for heat and mass transfer in turbulent pipe and channel flow. *International Chemical Engineering*, 16(2), 359–368.

- Hamilton, R. L., & Crosser, O. K. (1962). Thermal conductivity of heterogeneous two-component systems. *Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals*, 1(3), 187–191. <https://doi.org/10.1021/i160003a005>
- Heris, S. Z., Esfahany, M. N., & Etemad, S. G. (2006). Experimental investigation of convective heat transfer of Al_2O_3 /water nanofluid in circular tube. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 27(2), 267–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatfluidflow.2005.08.006>
- Heris, S. Z., Etemad, S. G., & Esfahany, M. N. (2007). Experimental investigation of oxide nanofluids laminar flow convective heat transfer. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 33(4), 529–535. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2006.11.005>
- Khanafer, K., & Vafai, K. (2011). A critical synthesis of thermophysical characteristics of nanofluids. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 54(19–20), 4410–4428. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.04.048>
- Kole, M., & Dey, T. K. (2010). Thermal conductivity and viscosity of Al_2O_3 nanofluid based on car engine coolant. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 43(31), 315501. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/43/31/315501>
- Lee, S., Choi, S. U. S., Li, S., & Eastman, J. A. (1999). Measuring thermal conductivity of fluids containing oxide nanoparticles. *Journal of Heat Transfer*, 121(2), 280–289. <https://doi.org/10.1115/1.2825978>
- Madhesh, D., Kalaiselvam, S., & Chandrasekar, M. (2014). Experimental study on heat transfer and friction factor of Al_2O_3 /CuO hybrid nanofluids in a tube. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 52, 104–111. <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2013.08.014>
- Maxwell, J. C. (1881). *A treatise on electricity and magnetism* (Vol. 1). Clarendon Press.
- Metzner, A. B., & Reed, J. C. (1955). Flow of non-Newtonian fluids—Correlation of the laminar, transition, and turbulent-flow regions. *AIChE Journal*, 1(4), 434–440. <https://doi.org/10.1002/aic.690010409>
- Minea, A. A. (2017). Challenges in hybrid nanofluids behavior in turbulent flow: Recent research and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 426–434. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.059>
- Pak, B. C., & Cho, Y. I. (1998). Hydrodynamic and heat transfer study of dispersed fluids with submicron metallic oxide particles. *Experimental Heat Transfer*, 11(2), 151–170. <https://doi.org/10.1080/08916159808946559>
- Sajid, M. U., & Ali, H. M. (2019). Recent advances in application of nanofluids in heat transfer devices: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 103, 556–592. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.057>
- Sarkar, J., Ghosh, P., & Adil, A. (2020). A review on hybrid nanofluids: Recent research, development and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116, 109406. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109406>
- Sieder, E. N., & Tate, G. E. (1936). Heat transfer and pressure drop of liquids in tubes. *Industrial & Engineering Chemistry*, 28(12), 1429–1435. <https://doi.org/10.1021/ie50324a027>
- Skelland, A. H. P. (1967). *Non-Newtonian flow and heat transfer*. Wiley.
- Sundar, L. S., & Sharma, K. V. (2011). Turbulent heat transfer and friction factor of Al_2O_3 nanofluid in circular tubes fitted with twisted tape inserts. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53(7–8), 1409–1416. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2009.12.048>
- Sundar, L. S., Sharma, K. V., Singh, M. K., & Sousa, A. C. M. (2013). Hybrid nanofluids preparation, thermal properties, heat transfer and friction factor. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 44, 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2013.03.009>
- Sundar, L. S., Singh, M. K., Sousa, A. C. M., & Sharma, K. V. (2014). Heat transfer and friction factor of multi-walled carbon nanotube/ Fe_3O_4 nanofluids. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 49, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2013.10.021>
- Sundar, L. S., Singh, M. K., Sousa, A. C. M., & Sharma, K. V. (2017). Turbulent heat transfer and friction factor of nanodiamond-nickel nanofluids inside a tube: An experimental study. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 104, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2016.08.062>



- Wang, X., Xu, X., & Choi, S. U. S. (1999). Thermal conductivity of nanoparticle-fluid mixture. *Journal of Thermophysics and Heat Transfer*, 13(4), 474–480. <https://doi.org/10.2514/2.6486>
- Wen, D., & Ding, Y. (2004). Experimental investigation into convective heat transfer of nanofluids at the entrance region under laminar flow conditions. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 47(24), 5181–5188. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2004.07.012>
- Xuan, Y., & Li, Q. (2000). Heat transfer enhancement of nanofluids. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 21(1), 58–64. [https://doi.org/10.1016/S0142-727X\(99\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0142-727X(99)00067-3)
- Yu, W., & Choi, S. U. S. (2003). The role of interfacial layers in the enhanced thermal conductivity of nanofluids: A renovated Maxwell model. *Journal of Nanoparticle Research*, 5(1–2), 167–171. <https://doi.org/10.1023/A:1024438603801>
- Yu, W., Xie, H., Li, Y., & Chen, L. (2009). Experimental investigation on thermal conductivity and viscosity of aluminum nitride nanofluid. *Particuology*, 7(2), 141–147. <https://doi.org/10.1016/j.partic.2008.12.002>

SEMBOİK ETKİLEŞİM KURAMI: TOPLUM VE DİN**Arş. Gör. Dr. Ali AKSAÇ**

Çukurova University, Faculty of Divinity, Department of Sociology of Religion, Adana, Türkiye

ORCID: 0000-0002-7301-5778**ÖZET**

Sembolik etkileşim kuramı, toplumu hazır biçimde duran bir yapı değil, anlamların yüz yüze ve aracılı etkileşimlerde üretildiği dinamik bir süreç olarak görür. Mead, benliğin rol alma ve genelleştirilmiş ötekiyle kurulduğunu vurgular. Blumer, insanların nesnelere ve olaylara attettikleri anlamlar üzerinden davrandığını belirtir. Anlamlar etkileşim içinde ortaya çıkar ve yorumla sürekli yenilenir. Thomas teoremi, bir durum gerçek olarak tanımlandığında sonuçlarının da gerçek olacağını hatırlatır. Goffman, gündelik karşılaşmaları sahne düzeni olarak okur. İzlenim yönetimi ve ön ile arka sahne ayrımları, toplumsal düzenin mikro düzeyde nasıl kurulduğunu görünür kılar.

Bu kuramsal bakış dine de süreç merkezli bir yorum sunar. Din, sabit bir doktrin listesi değil, sembollerin, ritüellerin ve anlatıların etkileşim içinde dolaşıma girdiği bir anlam alanıdır. Cemaat buluşmaları, ders halkaları ve dijital platformlardaki konuşmalar, dinî kimliğin müzakere edildiği mikro sahnelerdir. Ritüeller ortak dikkat odağı kurar. Duygusal enerjiyi hizalar. Grup sınırlarını ve aidiyeti pekiştirir. Makbul dindarlık tanımları, damgalama ve onay süreçlerinde görünür olur. Aynı işaret farklı bağlamlarda farklı anlamlar kazanır. Bu durum çelişki değil, bağlamsal uyarılama olarak anlaşılır.

Kuramsal sonuç açıktır. Toplumsal düzen ve dinî düzen, tekrar eden etkileşim kalıplarıyla ayakta durur. Değişim, bu kalıpların hızlandığı, yavaşladığı ya da çerçevesinin kaydığı anlarda ortaya çıkar. Bu nedenle din sosyolojisi, katılımcı gözlem ve etkileşim çözümlemesi gibi nitel yöntemlerle anlamın sahnede nasıl kurulduğunu izlemelidir.

Anahtar Kelimeler: Sembolik etkileşim, toplum, din, ritüel, izlenim yönetimi, çerçeveleme.

SYMBOLIC INTERACTIONISM: SOCIETY AND RELIGION**ABSTRACT**

Symbolic interactionism views society not as a ready-made structure but as a dynamic process in which meanings are produced through face-to-face and mediated interactions. Mead emphasizes that the self is formed through role-taking and the generalized other. Blumer notes that people act toward objects and events on the basis of the meanings they ascribe to them. Meanings arise in interaction and are continually renewed through interpretation. The Thomas theorem reminds us that if situations are defined as real, they are real in their consequences.



Goffman reads everyday encounters as a stage arrangement. Impression management and the front/back stage distinction make visible how social order is constructed at the micro level.

This theoretical lens offers a process-centered reading of religion as well. Religion is not a fixed list of doctrines but a field of meaning in which symbols, rituals, and narratives circulate through interaction. Congregational gatherings, study circles, and conversations on digital platforms are micro-stages where religious identity is negotiated. Rituals establish a shared focus of attention. They align emotional energy. They reinforce group boundaries and belonging. Definitions of acceptable religiosity become visible in processes of stigmatization and approval. The same sign acquires different meanings across contexts. This is understood not as contradiction but as contextual adaptation.

The theoretical implication is clear. Social and religious order are sustained by recurring patterns of interaction. Change emerges when these patterns accelerate, decelerate, or shift their framing. Therefore, the sociology of religion should track how meaning is constructed on the interactional stage through qualitative methods such as participant observation and interaction or conversation analysis.

Keywords: symbolic interactionism, society, religion, ritual, impression management, framing.

HAKİKATİN PEŞİNDE Mİ, FAYDADA MI? BACON, PLATON VE ARİSTOTELES’TE BİLGİ ANLAYIŞI

Doktora Öğrencisi Rojan ÇİLTEPE

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, 44000 Battalgazi, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-4676-7082

Özet

Francis Bacon (1561- 1626) *Novum Organum* adlı serinde bilginin değeri ve işlevi üzerine yoğunlaşır. Bacon bilgi nedir, nasıl oluşur diye sorgulamak yerine doğrudan bilginin amacı nedir diye sorgulama yapar. Peki neden böyledir? Bacon bilgini insana kattığı gücün oldukça farkındadır. O insanı cennetten kovduran şeyin bilme isteği olduğunu, bildikçe tanrılarla yarışacak seviyeye gelineceğinin farkındadır. Ama Bacon’ın bahsettiği bu bilgi türü pratik bilgeliktir. Bacon’a göre sadece mutluluk veren ya da entelektüel bir doyum sağlayan bilgi kısır bir bilgidir. Çünkü Bacon için bilgi doğaya hükmetmenin bir aracıdır. Antik dönem ile kıyaslayacak olursak Aristoteles için bilmek mefhumu, bilgelikten entelektüel hazdan ayrı olarak düşünülemez. Bilgi fayda sağlamasa dahi bilmek için bilmek oldukça önemlidir. Bilmenin kendinden menkul bir kıymeti vardır. Ayrıca Aristoteles için en yüce bilgi teorik bilgidir halbuki Bacon pratik bir bilgiden bahseder ki bu yüzden bilginin eğlence için aranmaması gerektiğini vurgular. Platon’un da bilgi anlayışı Bacon’dan farklıdır. Ona göre de bilgi fayda ekseninde düşünülmemeli ve olması gereken bilgi sayesinde ruhun hakikatleri idrak etmesidir. Bu noktada Bacon ve Aristoteles ve Platon’un bilgiye yaklaşımları arasındaki farklılık göze çarpmaktadır. Bu anlayış farklılığının temel nedeni olarak iki dönem arasındaki siyasi ekonomik farklılıktan söz edilebilir. Bacon’ın öncelikle bilgiden kastı bilimsel bilidir. Bu yüzden Bacon felsefesi, bilimsel ilerlemenin felsefi olarak da anılır işte bunun temel sebebi Bacon’ın bilgiyi ilerlemenin gelişmenin bir saracı olarak telakki etmesidir. Dolayısıyla Bacon, bilgiyi araçsal ve faydaya yönelik bir değerle temellendirirken, Platon ve Aristoteles bilgiyi hakikatin ve erdemli yaşamın temeli olarak değerlendirir. Bu çalışmanın amacı Bacon, Platon ve Aristoteles arasındaki bilgiye yaklaşım tavrını izhar etmektir.

Anahtar Kelimeler: Aristoteles, Bacon, Bilgi, Fayda, Platon.

IN PURSUIT OF TRUTH OR UTILITY? THE CONCEPTION OF KNOWLEDGE IN BACON, PLATO, AND ARISTOTLE

Abstract

In *Novum Organum*, Francis Bacon (1561–1626) focuses on the value and function of knowledge. Rather than asking “What is knowledge?” or “How is it formed?”, Bacon inquires directly into its purpose. Why so? Bacon is acutely aware of the power that knowledge grants to humanity. He knows that the desire for knowledge was what drove humankind from Eden

and that, as humans learn more, they approach the level of the gods. Yet the kind of knowledge Bacon speaks of is *practical wisdom*. For Bacon, knowledge that merely brings happiness or intellectual satisfaction is sterile knowledge, because for him knowledge is a tool for mastering nature. In comparison with antiquity, Aristotle's notion of knowing cannot be separated from wisdom or intellectual pleasure. Even if it yields no practical benefit, knowing for the sake of knowing is highly important. Knowledge has an intrinsic value of its own. Moreover, for Aristotle, the highest form of knowledge is theoretical knowledge, whereas Bacon speaks of practical knowledge, emphasizing that knowledge should not be sought for entertainment. Plato's conception of knowledge also differs from Bacon's. For Plato, knowledge should not be considered in terms of utility; rather, it is through knowledge that the soul apprehends the truth. At this point, the differences between Bacon's, Aristotle's, and Plato's approaches to knowledge become evident. These differences can be traced back to the political and economic distinctions between their eras. For Bacon, knowledge primarily refers to *scientific* knowledge. Hence, Bacon's philosophy is often described as the philosophy of scientific progress—precisely because he regards knowledge as an instrument of advancement and development. Therefore, while Bacon grounds knowledge in instrumental and utilitarian value, Plato and Aristotle regard it as the foundation of truth and the virtuous life. The aim of this study is to reveal the attitudes of Bacon, Plato, and Aristotle toward knowledge.

RASYONALİZM VE AMPİRİZM ARASINDA AKIL: DESCARTES–LOCKE KARŞILAŞTIRMASI

Doktora Öğrencisi Rojan ÇİLTEPE

İnönü Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, 44000 Battalgazi, Malatya

ORCID ID: 0000-0003-4676-7082

Özet

Descartes (1596-1650) epistemoloji alanında rasyonalist olarak kabul edilen bir filozoftur. O bu sebeple akıllı bilmek üzerinde tek gerçek yetkili merci kılmaya çalışır. Çünkü *Meditasyonlar* kitabında Descartes hiçbir deney veya gözleme gerek duymadan sadece muhakeme aracılığıyla bazı mutlak bilgilere ulaşılabilceğini iddia eder. Descartes dünyada en şeyi paylaşılan şeyin sağduyu olduğunu ifade ederken aslında bahsettiği şey akıl yetisidir. Bu iyiden kötüyü ayırmak doğruyu yanlıştan ayırmak için gerekli olan yetidir. Bu yaratılış itibarıyla tüm insanlarda aynıdır ve eşittir. Akıl tek başına bir otorite olur ve otonom bir yetiye dönüşür. Bu ne demektir? Bu anlayışın en önemli sonucu kesin metafizik hakikatlerin ya da maddi dünyanın kesinliğinin artık akla dayanmasıdır. Keza Descartes tanrının varlığını dahi sade akıl vasıtasıyla kanıtlamaya teşebbüs eder. Akıl bu sayede ne deneye ne de vahiye ihtiyaç duyar. Onun meşhur *cogito ergo sumu* akla verdiği kıymet ile yakından ilişkilidir. Bu anlayışın tam karşısında duran Locke ise bir empiristtir. Locke için akıl Descartes'ın iddia ettiği gibi bir bilgi kaynağı ve otorite olamaz. Locke'a göre bilginin kaynağı deneyimdir. Bilgi edinme sürecinde akıl sadece türlü işlemlere aldığı ideleri işleyerek bir bütün haline getirme görevini üstlenir. Ayrıca akıl bilinen ilkelerden bilinmeyen ilkeler çıkarma görevini de yerine getirir. Bu aslında Locke'un akıllı ötelmesini değil aksine önemli bir yere koyduğuna işaret eder çünkü bilinen işlevlerden bilinmeyenleri çıkartmak aklın kendi kendine bir şeyler yapması anlamına gelir. Ancak Locke ile Descartes'ın çakıştığı nokta aklın bilginin kaynağı olup olmadığıdır. Descartes aklın dışardan hiçbir veri almadan benlik ya da tanrı gibi önemli bilgileri elde edebileceğini savunurken Locke tam tersi ideler akla malzeme vermeden aklın kendiliğinden hiçbir çıkarım yapamayacağını iddia eder. Biz bu çalışmada Descartes ve Locke'un akıl üzerine nasıl bir tartışma yürüttüğünü açığa çıkarmaya çalışacağız.

Anahtar Kelimeler: Akıl, Bilgi, Descartes, Locke.

REASON BETWEEN RATIONALISM AND EMPIRICISM: A COMPARISON OF DESCARTES AND LOCKE

Abstract

Descartes (1596–1650) is considered a rationalist philosopher in the field of epistemology. For this reason, he attempts to make reason the sole legitimate authority over knowledge. In his book *Meditations*, Descartes claims that certain absolute truths can be reached solely through

reasoning, without the need for any experience or observation. While Descartes states that common sense is the most widely shared faculty in the world, what he actually refers to is the faculty of reason. This faculty is necessary to distinguish good from evil and truth from falsehood. By creation, it is the same and equal in all humans. Reason becomes an autonomous authority in itself. What does this mean? The most important consequence of this understanding is that certain metaphysical truths or the certainty of the material world henceforth rest on reason. Indeed, Descartes even attempts to prove the existence of God solely through reason. Thus, reason requires neither experience nor revelation. His famous dictum *cogito ergo sum* (I think, therefore I am) is closely related to the value he places on reason. In stark contrast, Locke is an empiricist. For Locke, reason cannot be the source or authority of knowledge as Descartes claims. According to Locke, the source of knowledge is experience. In the process of acquiring knowledge, reason only has the role of organizing and combining the ideas it receives. Moreover, reason also performs the function of deriving unknown principles from known ones. This, in fact, shows that Locke does not marginalize reason but rather assigns it an important place, because deriving unknowns from knowns implies that reason can operate on its own to some extent. However, the point where Locke and Descartes clash is whether reason can be the source of knowledge. Descartes argues that reason can attain important knowledge such as the self or God without any external data, whereas Locke claims the opposite—that without material provided to reason, it cannot make any inferences by itself. In this study, we will attempt to reveal the debate that Descartes and Locke carry out regarding reason.

Key Words: Descartes, Locke, Reason, Knowledge.

VERİ TEMELLİ HABERCİLİKTE GÖRSELLEŞTİRME EĞİLİMLERİ: TÜRK MEDYASINDA INFOGRAFİK HABERLER ÜZERİNE BİR İNCELEME

Ayşen YALMAN

Akdeniz University, Communication Faculty, Department of Journalism, Antalya

ORCID: 0000-0003-2280-2824

ÖZET

Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte gazetecilik alanında veri temelli habercilik giderek daha görünür hale gelmiştir. Bu bağlamda infografikler, karmaşık verilerin görselleştirilerek kamuoyuna aktarılmasında önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma, Türkiye’deki önde gelen çevrim içi haber sitelerinde (TRT, Habertürk, Anadolu Ajansı ve Yeni Şafak) infografik kullanım eğilimlerini incelemeyi amaçlamaktadır. İçerik analizi yöntemiyle yürütülen araştırmada, 1–30 Temmuz 2025 tarihleri arasında söz konusu sitelerde yayımlanan toplam 51 infografik haber değerlendirilmiştir. Bulgular, infografiklerin en çok siyaset (%39,2) ve ekonomi (%31,4) kategorilerinde kullanıldığını, spor ve kültür-sanat kategorilerinin ise sınırlı düzeyde temsil edildiğini göstermektedir. Grafik türleri açısından çubuk (%45,1) ve pasta grafiklerin (%31,4) baskın olduğu, çizgi grafiklerin sınırlı, alan grafiklerin ise çok düşük seviyede kaldığı tespit edilmiştir. İnteraktif infografiklerin hiçbir örnekte kullanılmamış olması dikkat çekici bir bulgu olarak öne çıkmaktadır. Veri kaynakları incelendiğinde, haberlerin çoğunlukla resmi kurumlar (%51) ve bağımsız araştırma kuruluşlarına (%31,4) dayandırıldığı görülmüştür. Sonuç olarak, Türkiye’deki infografik haberlerin daha çok siyaset ve ekonomi odaklı, statik ve temel grafik türlerine dayalı bir yaklaşım sergilediği; interaktiflik ve grafik çeşitliliği açısından ise gelişime açık olduğu ortaya konmuştur. Bu çalışma, Türk medyasında veri temelli haberciliğin mevcut durumuna ilişkin güncel bir çerçeve sunmakta ve gelecekteki akademik araştırmalar ile medya uygulamaları için yol gösterici nitelik taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Veri gazeteciliği, infografik, yeni medya, haber, veri görselleştirme.

VISUALIZATION TRENDS IN DATA-BASED JOURNALISM: AN ANALYSIS OF INFOGRAPHIC NEWS IN TURKISH MEDIA

ABSTRACT

With the rapid acceleration of digitalization, data-driven journalism has become increasingly visible in the field of media. In this context, infographics serve as a significant tool for conveying complex data to the public in a visual and accessible manner. This study aims to examine infographic usage trends in leading online news outlets in Turkey (TRT, Habertürk, Anadolu Agency, and Yeni Şafak). Employing a content analysis method, the research evaluated 51 infographic news items published between 1–30 July 2025. The findings reveal that infographics are predominantly used in politics (39.2%) and economy (31.4%) categories,

while sports and culture-arts are underrepresented. In terms of graphic types, bar charts (45.1%) and pie charts (31.4%) are most frequently employed, whereas line charts are used to a limited extent and area charts are scarcely utilized. A striking finding is that none of the examined infographics incorporated interactive features. Regarding data sources, the majority of the news items relied on official institutions (51%) and independent research organizations (31.4%). Overall, the study demonstrates that infographic news in Turkey primarily adopt a static and basic visualization approach with a focus on politics and economy, while remaining underdeveloped in terms of interactivity and graphic diversity. This research provides an up-to-date framework on the current state of data-driven journalism in Turkey and offers valuable insights for future academic studies and media practices.

Keywords: Data journalism, infographic, new media, news, datavisualization.

1.GİRİŞ

Dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte gazetecilik alanında önemli dönüşümler yaşanmıştır. Bu dönüşümün en dikkat çekici boyutlarından biri, haber üretiminde veri odaklı yaklaşımın öne çıkmasıdır. Veri gazeteciliği, yalnızca haberin yazılı aktarımıyla sınırlı kalmayan; verilerin toplanması, analiz edilmesi ve farklı görsel araçlarla okuyucuya sunulmasını içeren bir habercilik pratiği olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle karmaşık toplumsal, siyasal ve ekonomik meselelerin anlaşılabilir bir biçimde kamuoyuna aktarılmasında kritik bir rol üstlenmektedir (Coddington, 2015). Böylece gazetecilik, salt bilgi aktarıcı olmaktan çıkıp, aynı zamanda verilerin görsel ve etkileşimli biçimlerde sunulduğu daha analitik bir boyut kazanmıştır. Veri gazeteciliğinin temel araçlarından biri olan infografikler, karmaşık bilgilerin görsel öğeler aracılığıyla basitleştirilerek sunulmasını sağlar. Infografikler, grafikler, haritalar, ikonlar ve tipografi gibi öğeleri bir araya getirerek verileri daha anlaşılır kılmakta; okuyucunun dikkatini çekmekte ve bilgiyi hızlı tüketilebilir bir forma dönüştürmektedir (Cairo, 2013). Yapılan araştırmalar, infografiklerin okuyucu algısında yalnızca bilgilendirici değil, aynı zamanda ikna edici bir etki de yarattığını göstermektedir. Çubuk grafik, pasta grafik ve çizgi grafik gibi temel görselleştirme türleri hem akademik araştırmalarda hem de gazetecilikte en sık kullanılan formatlardır. Bununla birlikte son yıllarda gelişen dijital olanaklar, etkileşimli grafiklerin ön plana çıkmasına olanak tanımış, okuyucunun veriler üzerinde kendi deneyimini oluşturabilmesini sağlamıştır. Ancak Türkiye'deki örnekler incelendiğinde, interaktif görselleştirmelerin kullanımının uluslararası örneklerle kıyasla daha sınırlı kaldığı görülmektedir. Uluslararası literatür, veri gazeteciliğinin özellikle Batı medyasında habercilik pratiklerini dönüştürdüğünü ortaya koymaktadır. Bradshaw (2010), veri gazeteciliğinin

geleneksel gazetecilik yöntemlerini kökten değiştirdiğini ve haberin yalnızca metinle değil, veriler aracılığıyla da inşa edildiğini belirtmektedir. Avrupa ve ABD'deki medya kuruluşları, özellikle siyaset, ekonomi ve sağlık gibi kamuoyunu yakından ilgilendiren konularda veri odaklı içeriklere ağırlık vermektedir. Türkiye'de ise veri gazeteciliğine ilişkin çalışmalar daha sınırlı olmakla birlikte artış göstermektedir. Çulhaoğlu'nun (2019) belirttiği üzere, Türk medyasında infografik ve veri görselleştirmelerinin kullanımı son yıllarda yaygınlaşsa da, bu kullanım genellikle yüzeysel kalmakta ve derinlemesine analiz ya da etkileşimli içeriklerle desteklenmemektedir. Dolayısıyla Türkiye'deki infografik haberler, daha çok bilginin görsel sunumuna indirgenmekte, okuyucu katılımını teşvik eden yenilikçi uygulamalar görece az kullanılmaktadır. Veri gazeteciliğinde kullanılan kaynakların güvenilirliği ise ayrı bir tartışma alanı oluşturmaktadır. Haberin doğruluğu ve etik boyutu açısından verilerin kaynağı, habercilik pratiğinin en kritik unsurlarından biridir. Resmi kurumlar tarafından sağlanan veriler, güvenilirlik açısından ön planda olsa da zaman zaman tarafsızlık ve güncellik sorunlarıyla karşı karşıya kalabilmektedir. Buna ek olarak bağımsız araştırma kuruluşları, akademik çalışmalar ve sivil toplum örgütleri de gazeteciliğe alternatif veri kaynakları sunmaktadır (Howard, 2014). Literatürde, veri kaynaklarının şeffaf biçimde açıklanmasının, okuyucunun habere duyduğu güveni artırdığı vurgulanmaktadır. Ancak özellikle Türkiye'de yapılan araştırmalarda, haberlerde veri kaynağının belirtilmemesi ya da yeterince açık şekilde sunulmaması sık karşılaşılan sorunlardan biridir. Tüm bu literatür çerçevesi, Türkiye'de çevrim içi haber sitelerinin infografik ve veri görselleştirme kullanımına ilişkin çalışmaların sınırlı olduğunu göstermektedir. Mevcut araştırmaların çoğu, veri gazeteciliğinin genel eğilimlerine odaklanmakta, fakat haber kategorilerine göre hangi görselleştirme türlerinin daha yoğun kullanıldığını detaylı biçimde incelememektedir. Bu çalışmanın katkısı, Türkiye'deki önde gelen haber sitelerinin infografik kullanımını kategorik, biçimsel ve kaynak temelli değişkenler üzerinden analiz ederek literatürdeki boşluğu doldurmaya çalışmasıdır. Böylece hem akademik camiaya hem de medya sektörüne, veri temelli habercilikte görselleştirme pratiklerinin mevcut durumunu anlamaya yönelik önemli ipuçları sunmaktadır.

2.LİTERATÜR

2.1.Verİ Gazeteciliğinin Kavramsal Çerçevesi

Gazetecilik, tarihsel süreç içerisinde farklı teknolojik dönüşümlerden etkilenmiş, basılı mecra ve televizyonun ardından dijitalleşme ile birlikte köklü bir değişim sürecine girmiştir. İnternetin yaygınlaşması ve büyük veri çağının başlaması, haber üretiminde yeni yöntem ve teknikleri beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda ortaya çıkan veri gazeteciliği, temel olarak

kamusal öneme sahip verilerin toplanması, analiz edilmesi, düzenlenmesi ve görselleştirilmesi suretiyle okuyucuya sunulması şeklinde tanımlanmaktadır (Gray, Chambers & Bounegru, 2012). Veri gazeteciliği yalnızca sayısal bilgilerin aktarımına indirgenmeyip, bu bilgilerin haber bağlamında yeniden kurgulanmasını ve toplum için anlamlı hale getirilmesini de kapsamaktadır.

Veri gazeteciliği, klasik gazeteciliğin temel ilkeleri olan doğruluk, tarafsızlık ve şeffaflığı destekleyen bir pratik olarak görülmektedir (Coddington, 2015). Özellikle yoğun veri setlerinin işlenmesi yoluyla kamu yararı gözetilmekte, aynı zamanda karmaşık meselelerin daha anlaşılır biçimde aktarılması sağlanmaktadır. Bu nedenle veri gazeteciliği, yalnızca bir habercilik türü değil, aynı zamanda gazeteciliğin bilgi üretme ve yayma biçiminde yaşanan paradigmatik bir dönüşüm olarak değerlendirilmektedir.

2.2.Dünyada Veri Gazeteciliği Uygulamaları

Uluslararası düzeyde veri gazeteciliğinin öncü örnekleri Batı medyasında görülmektedir. The Guardian'ın 2009 yılında başlattığı Data Blog, gazetecilikte verinin sistematik biçimde kullanılmasına yönelik ilk kurumsal girişimlerden biri olarak kabul edilmektedir. Ardından The New York Times, gerek seçim sonuçlarının analizi gerekse sosyal sorunların veriye dayalı incelenmesi gibi örneklerle veri gazeteciliğini küresel ölçekte tanınır hale getirmiştir. Özellikle New York Times'ın 2010 Haiti Depremi, 2012 ABD Başkanlık Seçimleri ve 2020 COVID-19 pandemisi sırasında hazırladığı veri tabanlı interaktif grafikler, veri gazeteciliğinin toplumsal olayların kavranmasında ne denli önemli bir araç olduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde BBC, iklim krizi ve göç hareketleri üzerine hazırladığı veri temelli raporlarla dikkat çekmiştir. Washington Post ve Reuters ise veri gazeteciliğini uzun soluklu araştırmacı gazetecilikle birleştiren uygulamalarıyla öne çıkmaktadır (Howard, 2014). Ayrıca uluslararası platformlarda ProPublica, FiveThirtyEight ve The Economist gibi yayın organları, veriye dayalı özel dosya haberleriyle literatürde sıkça referans gösterilen örnekler arasında yer almaktadır.

Tüm bu çalışmalar, veri gazeteciliğinin yalnızca “teknik bir habercilik aracı” değil, aynı zamanda kamuoyunun bilinçlendirilmesi ve politika süreçlerinin anlaşılması bakımından güçlü bir etki alanına sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

2.3.Türkiye’de Veri Gazeteciliği Uygulamaları

Türkiye’de veri gazeteciliği görece geç gündeme gelmiş, daha çok büyük ölçekli uluslararası örneklerin etkisiyle şekillenmiştir. Özellikle 2010’lu yıllardan sonra dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte seçim sonuçlarının, ekonomik göstergelerin ve spor müsabakalarının

grafiklerle sunumu yaygınlaştırmıştır. Ulusal basın organlarında veri temelli habercilik çoğunlukla “destekleyici bir unsur” olarak görülmekte; yani metin odaklı haberi güçlendiren grafikler şeklinde kullanılmaktadır (Çulhaoğlu, 2019).

Bununla birlikte, veri kaynaklarının şeffaf biçimde belirtilmemesi, görselleştirmelerin tekdüzeliği ve interaktif özelliklerin sınırlılığı, Türkiye’deki veri gazeteciliği pratiklerinin başlıca zayıflıkları arasında sayılmaktadır. Akademik araştırmalar, Türkiye’de veri gazeteciliğinin halen kurumsallaşmadığını, büyük oranda seçim dönemlerinde görünür hale geldiğini ve gündelik habercilikte yaygın olarak tercih edilmediğini göstermektedir. Buna karşın bazı bağımsız çevrim içi platformlarda daha özgün veri odaklı içeriklerin üretildiği gözlenmekte, bu da Türkiye’deki uygulamaların gelişmeye açık olduğunu göstermektedir.

Literatür, veri gazeteciliği ve infografik haberciliğin küresel ölçekte önemli bir gelişim gösterdiğini ortaya koyarken, Türkiye bağlamında yapılan araştırmaların oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir. Özellikle çevrim içi haber sitelerinin hangi kategorilerde hangi görselleştirme türlerini tercih ettiği, kullanılan veri kaynaklarının güvenilirlik düzeyi ve infografiklerin interaktiflik kapasitesi gibi boyutlara ilişkin kapsamlı çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir. Bu çalışma, Türkiye’deki önde gelen çevrim içi haber sitelerinde infografik kullanımını betimleyerek söz konusu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

Araştırma kapsamında hangi haber kategorilerinde veri görselleştirmeye ağırlık verildiği, en çok tercih edilen grafik türlerinin kullanım yoğunluğu, veri kaynaklarının çeşitliliği ve güvenilirlik düzeyi ile infografiklerin interaktiflik kapasitesi sistematik biçimde ortaya konulmaktadır. Dolayısıyla bu araştırma, yalnızca mevcut pratikleri betimleyen bir içerik analizi sunmakla kalmayıp, aynı zamanda Türkiye’de veri temelli haberciliğin gelecekte nasıl bir yönelim gösterebileceğine dair stratejik çıkarımlar yapılmasına da zemin hazırlamaktadır. Bu yönüyle çalışma, hem akademik literatüre katkı sağlamak hem de medya kuruluşlarının kendi içerik politikalarını yeniden değerlendirmelerine yardımcı olacak veriler sunmaktadır.

3.YÖNTEM

Bu çalışma, Türkiye’deki çevrim içi haber sitelerinde infografik kullanımını incelemeyi amaçlamakta ve özellikle haber kategorilerine göre infografik kullanım yoğunluğunu, tercih edilen grafik türlerini, interaktiflik düzeyini ve veri kaynaklarının güvenilirlik durumunu ortaya koymayı hedeflemektedir. Araştırmanın önemi, veri temelli habercilik bağlamında çevrim içi haber sitelerinin görselleştirmeye yönelik eğilimlerini sistematik biçimde ortaya koyarak, hem akademik literatüre katkı sağlamak hem de medya kuruluşlarının içerik üretim stratejilerini değerlendirmelerine yardımcı olabilmekte yatmaktadır. Araştırmanın örneklem

seçimi, veri gazeteciliği bağlamında doğrudan ilişkilendirilebilecek infografik haber sekmesine sahip haber siteleri dikkate alınarak yapılmıştır. Bu kapsamda, TRT (trt.com), Habertürk (haberturk.com), Yeni Şafak (yenisafak.com) ve Anadolu Ajansı (aa.com.tr) siteleri seçilmiştir. Seçilen bu dört haber sitesi, kendi infografik haber sekmeleri aracılığıyla veri temelli habercilik uygulamalarını sistematik biçimde yayınlamaktadır. Örnekleme yer alan haberler, 1-30 Temmuz 2025 tarihleri arasında yayımlanan tüm infografik içerikli haberler olup, analiz sürecine dahil edilmiştir. Araştırma, zaman sınırlamasını bir ay ile kısıtlayarak, güncel ve yönetilebilir bir veri seti üzerinden analiz yapılmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşım, hem veri toplama sürecini sistematik hâle getirmiş hem de örneklemin veri gazeteciliği uygulamalarını temsil etme kapasitesini artırmıştır.

Araştırma soruları şu şekilde belirlenmiştir: 1) Hangi haber kategorilerinde infografik kullanımına ağırlık verilmektedir? 2) Hangi grafik türleri en fazla tercih edilmektedir? 3) İnteraktif infografiklerin kullanımı ne düzeydedir? 4) Kullanılan veri kaynaklarının güvenilirlik düzeyi nasıldır?

Araştırma, bu amaç ve sorular doğrultusunda içerik analizi yöntemi ile yürütülmüştür. İçerik analizi, metin ve görsel materyallerin sistematik biçimde incelenmesini ve belirli kategoriler çerçevesinde anlamlandırılmasını sağlayan güvenilir bir araştırma yöntemidir (Krippendorff, 2013). Araştırmanın örneklemini, infografik haber sekmesine sahip dört önde gelen çevrim içi haber sitesi oluşturmaktadır ve bu sitelerden son bir ay içerisinde yayınlanan infografik içeren haberler değerlendirilmiştir. Haberler, önceden belirlenen değişkenler doğrultusunda kodlanmış; bu değişkenler arasında haber kategorisi, kullanılan grafik türü ve sayısı, interaktiflik düzeyi ve veri kaynağı yer almıştır. Kodlama süreci, verilerin güvenilirliğini artırmak amacıyla iki araştırmacı tarafından bağımsız biçimde yürütülmüş ve ortaya çıkan farklılıklar üzerinde mutabakat sağlanmıştır. Toplanan veriler, her kategori için frekans ve yüzde dağılımları hesaplanarak nicel olarak analiz edilmiş; bu sayede infografiklerin kullanım yoğunluğu, grafik türlerinin dağılımı, haber kategorilerine göre görselleştirme eğilimleri, interaktiflik düzeyleri ve veri kaynaklarının güvenilirlik düzeyi sistematik biçimde ortaya konmuştur. Analiz sonuçları tablolar ve grafikler aracılığıyla görselleştirilmiş ve nitel gözlemlerle desteklenerek yorumlanmıştır. Araştırmanın güvenilirliği, kodlama sürecindeki bağımsızlık ve mutabakat adımları ile sağlanmış; geçerliliği ise değişkenlerin literatürde kabul görmüş ölçütlere dayandırılması ile temin edilmiştir. Çalışmada yalnızca kamuya açık veriler kullanıldığı için ek etik onay gerekmemiş ve süreç, haber sitelerinin kullanıcı sözleşmeleri ile uyumlu biçimde yürütülmüştür.

4.BULGULAR**Tablo 1.** Grafik ve haber türlerinin dağılımı

Haber Sitesi	Haber Kategorisi	Çubuk Grafik	Pasta Grafik	Çizgi Grafik	Alan Grafiği	Toplam
TRT (13)	Siyaset (5)	3	1	1	0	5
	Ekonomi (4)	2	1	1	0	4
	Spor (3)	2	0	1	0	3
	Kültür-Sanat (1)	0	1	0	0	1
Habertürk (18)	Siyaset (7)	3	2	2	0	7
	Ekonomi (6)	3	2	1	0	6
	Spor (4)	2	1	1	0	4
	Kültür-Sanat (1)	0	0	0	1	1
AA (16)	Siyaset (6)	3	2	1	0	6
	Ekonomi (5)	2	2	1	0	5
	Spor (4)	2	1	1	0	4
	Kültür-Sanat (1)	0	0	0	1	1
Yeni Şafak (4)	Siyaset (2)	1	1	0	0	2

	Ekonomi (1)	1	0	0	0	1
	Spor (1)	0	1	0	0	1
	Kültür- Sanat (0)	0	0	0	0	0
GENEL TOPLA M (51)	Siyaset (20)	10	6	4	0	20
	Ekonomi (15)	8	5	2	0	15
	Spor (12)	6	3	3	0	12
	Kültür- Sanat (4)	0	1	0	3	4

Tabloda yer alan veriler, Türkiye’deki çevrim içi haber sitelerinde infografik kullanımının kategorilere ve grafik türlerine göre nasıl farklılaştığını ortaya koymaktadır. Öncelikle, siyaset (20 haber, %39,2) ve ekonomi (15 haber, %29,4) kategorilerinin toplam haberler içinde en yüksek payı oluşturduğu görülmektedir. Bu durum, literatürde de sıkça vurgulanan veri gazeteciliğinin özellikle politika ve ekonomik gelişmeleri daha anlaşılır kılmak için yoğun biçimde kullanıldığı bulgusuyla örtüşmektedir (Gray, Bounegru ve Chambers, 2012). Siyaset ve ekonomi haberlerinde veri görselleştirmenin daha çok tercih edilmesi, bu alanların genellikle karmaşık, rakamsal ve istatistiksel bilgiye dayalı olmasıyla ilişkilendirilebilir.

Grafik türleri açısından bakıldığında, çubuk grafiklerin (n=32, %62,7) en sık kullanılan görselleştirme türü olduğu görülmektedir. Bu tercih, çubuk grafiklerin sayısal verileri karşılaştırmalı biçimde sunma kapasitesiyle ilişkilendirilebilir. İkinci sırada pasta grafikler (n=15, %29,4) yer almakta, bu da özellikle oranların ve yüzdelik dağılımların öne çıktığı haberlerde pasta grafiklerin tercih edildiğini göstermektedir. Buna karşın, çizgi grafiklerin (n=9, %17,6) sınırlı kullanımı dikkat çekmektedir. Oysa literatürde çizgi grafikler zaman serisi

verilerinin sunumunda en uygun yöntemlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu sonuç, Türk haber sitelerinde veri odaklı anlatımın hâlâ sınırlı biçimde uygulandığını göstermektedir.

Dikkat çekici bir diğer bulgu, alan grafiği kullanımının çok düşük seviyede kalmasıdır ($n=3$, %5,8). Bu, Türkiye’de çevrim içi haber sitelerinin grafik çeşitliliği konusunda yeterince zenginleşmediğini ve daha çok temel grafik türlerine yöneldiğini ortaya koymaktadır. Literatürde veri gazeteciliğinin sadece bilgilendirme değil, aynı zamanda karmaşık veri setlerini yaratıcı yollarla sunma aracı olduğu vurgulanmaktadır (Cairo, 2013). Bu açıdan bakıldığında, grafik çeşitliliğinin sınırlı kalması, okuyucunun farklı görselleştirme biçimleriyle veriyi daha bütünsel görme imkânını daraltmaktadır.

Haber siteleri arasındaki dağılım incelendiğinde ise, Habertürk (18 haber, %35,3) ve AA (16 haber, %31,4) en çok infografik haber üreten kuruluşlar olarak öne çıkmaktadır. Bu iki kurumun, veri temelli haberciliği daha fazla benimsediği söylenebilir. TRT (13 haber, %25,5) ise orta seviyede bir üretim gösterirken, Yeni Şafak (4 haber, %7,8) belirgin biçimde düşük bir seviyede kalmıştır. Bu farklar, kurumların veri gazeteciliği konusundaki kurumsal stratejileri ve editoryal politikalarıyla açıklanabilir. Literatürde de belirtildiği gibi (Lewis, 2021), veri gazeteciliğinin gelişimi yalnızca teknolojik imkanlarla değil, aynı zamanda kurumların şeffaflık, güvenilirlik ve bilgilendirme politikalarıyla da yakından ilişkilidir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, tablo Türkiye’de çevrim içi haber sitelerinin veri gazeteciliği pratiklerini daha çok siyaset ve ekonomi odaklı, çubuk ve pasta grafik ağırlıklı bir görselleştirme anlayışıyla yürüttüğünü göstermektedir. Ancak interaktiflik düzeyinin ve grafik çeşitliliğinin sınırlı kalması, literatürdeki çağdaş veri gazeteciliği uygulamalarından önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Bu durum, Türkiye’de veri gazeteciliğinin henüz gelişme aşamasında olduğunu ve gelecekte daha yaratıcı, çeşitlendirilmiş ve kullanıcı odaklı görselleştirmelere ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Frekans analizi

Haber Sitesi	Toplam Haber	Haber Kategorisi	f	%	Grafik Türü	f	%	İnteraktiflik	f	%	Veri Kaynağı	f	%
TRT	13	Siyaset	5	38.5	Çubuk	6	46.2	Yok	13	100	Resmi Kurum	7	53.8
		Ekonomi	4	30.8	Pasta	4	30.8				Bağımsız Araş.	4	30.8
		Spor	2	15.4	Çizgi	3	23.1				Ajans	2	15.4
		Sağlık	2	15.4									
Habertürk	18	Siyaset	7	38.9	Çubuk	8	44.4	Yok	18	100	Resmi Kurum	9	50
		Ekonomi	6	33.3	Pasta	6	33.3				Bağımsız Araş.	6	33.3
		Spor	3	16.7	Çizgi	4	22.2				Ajans	3	16.7
		Kültür-Sanat	2	11.1									
AA	16	Siyaset	6	37.5	Çubuk	7	43.8	Yok	16	100	Resmi Kurum	8	50
		Ekonomi	5	31.3	Pasta	5	31.3				Bağımsız Araş.	5	31.3
		Kültür-Sanat	3	18.8	Çizgi	4	25.0				Ajans	3	18.8
		Spor	2	12.5									
Yeni Şafak	4	Siyaset	2	50.0	Çubuk	2	50.0	Yok	4	100	Resmi Kurum	2	50
		Ekonomi	1	25.0	Pasta	1	25.0				Bağımsız Araş.	1	25
		Spor	1	25.0	Çizgi	1	25.0				Ajans	1	25
TOPLAM	51	Siyaset	20	39.2	Çubuk	23	45.1	Yok	51	100	Resmi Kurum	26	51.0

		Ekonomi	16	31.4	Pasta	16	31.4				Bağımsız Araş.	16	31.4
		Spor	8	15.7	Çizgi	12	23.5				Ajans	9	17.6
		Kültür-Sanat	5	9.8									
		Sağlık	2	3.9									

Tablo incelendiğinde, Türkiye’deki dört önde gelen çevrim içi haber sitesinde infografik kullanımının haber kategorilerine göre belirgin farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Siyaset ve ekonomi haberleri, hem TRT, Habertürk, AA hem de Yeni Şafak’ta en yüksek frekansa sahip kategoriler olarak öne çıkmaktadır. Bu bulgu, veri temelli habercilik literatüründe vurgulanan karmaşık veri ve istatistiklerin kamuoyuna aktarılmasında infografiklerin önemi ile paralellik göstermektedir (Coddington, 2015; Gray et al., 2018). Özellikle siyaset haberlerinde frekansın toplamın %39,2’sini oluşturması, infografiklerin karmaşık siyasi verilerin anlaşılabilir hâle getirilmesinde tercih edildiğini göstermektedir.

Grafik türleri açısından çubuk grafik (%45,1) ve pasta grafik (%31,4) kullanımının baskın olduğu gözlemlenmiştir. Bu eğilim, literatürde basit ve hızlı yorumlanabilir görselleştirme yöntemlerinin okuyucu etkileşimini artırdığı yönündeki bulgularla uyumludur (Flew et al., 2018; Segel & Heer, 2010). Çizgi grafiklerin kullanımının nispeten düşük olması ise, çoğu haberin zaman serisi veya trend analizi yerine kategorik veriler üzerinden sunulduğunu işaret etmektedir.

İnteraktiflik açısından tüm haberlerde “yok” olarak belirtilmiş olması, Türkiye bağlamında infografiklerin hâlen statik ve görsel odaklı bir düzeyde kullanıldığını göstermektedir. Literatürde, özellikle Batı ülkelerinde interaktif infografiklerin okuyucu katılımını ve veri okuryazarlığını artırdığına dair örnekler bulunurken (Kosara, 2016), Türkiye’de bu uygulamanın henüz sınırlı olduğu anlaşılmaktadır.

Veri kaynakları analizinde ise, haberlerde çoğunlukla resmi kurumlar (%51,0) ve bağımsız araştırmalar (%31,4) kullanılmıştır. Bu durum, infografik haberlerin güvenilir ve doğrulanabilir veri üzerine inşa edildiğini göstermektedir. Literatürle paralel olarak (Bradshaw & Rohumaa, 2011), güvenilir veri kaynaklarının kullanımı, infografiklerin hem doğruluk hem de okuyucu güveni açısından kritik bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Türkiye’de çevrim içi haber sitelerinin infografik kullanımının belirli haber kategorilerine odaklandığını, tercih edilen grafik türlerinin okuyucunun hızlı anlaması için optimize edildiğini ve veri güvenilirliğine önem verildiğini göstermektedir. Bununla birlikte,

interaktif ve daha dinamik görselleştirme uygulamalarının hâlen sınırlı olması, gelecekteki araştırmalar ve medya uygulamaları için geliştirilmesi gereken bir alan olarak literatürdeki bulgularla paralellik taşımaktadır.

SONUÇ

Bu araştırma, Türkiye’deki önde gelen çevrim içi haber sitelerinin infografik kullanım pratiklerini veri temelli habercilik bağlamında inceleyerek, alanın mevcut durumuna ilişkin kapsamlı bir tablo ortaya koymuştur. Bulgular, infografiklerin haber üretiminde özellikle siyaset ve ekonomi kategorilerinde yoğunlaştığını göstermiştir. Bu durum, veri gazeteciliğinin doğası gereği istatistiksel bilgi, rakamsal veri ve karmaşık ilişkiler içeren alanlarda daha işlevsel biçimde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Spor ve kültür-sanat kategorilerinde infografik kullanımının görece düşük düzeyde kalması ise, bu alanlarda veriye dayalı içeriklerin sınırlı üretildiğini işaret etmektedir.

Grafik türleri açısından elde edilen bulgular, Türk medyasında çubuk ve pasta grafiklerin baskın olduğunu, çizgi grafiklerin ve özellikle alan grafiklerinin oldukça sınırlı düzeyde kullanıldığını göstermektedir. Bu tablo, görselleştirmelerde çeşitlilik ve yaratıcılık açısından belirgin eksikliklere işaret etmektedir. Oysa uluslararası literatürde (Cairo, 2013; Segel & Heer, 2010) veri gazeteciliği, yalnızca basit ve statik görsellerle değil, aynı zamanda farklı grafik türleri ve etkileşimli formatlarla zenginleştirilmiş anlatılar üzerinden tanımlanmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye’deki uygulamaların henüz “görsel destek” odaklı bir yaklaşımı aşamadığı, veriyi çok boyutlu ve dinamik bir şekilde kurgulama konusunda geride kaldığı söylenebilir.

Çalışmanın bir diğer kritik bulgusu, incelenen tüm infografiklerin statik nitelikte olması ve hiçbirinde interaktif özelliklerin bulunmamasıdır. Literatürde, interaktif infografiklerin yalnızca okuyucunun ilgisini artırmakla kalmayıp aynı zamanda veri okuryazarlığına katkı sağladığı, okuyucunun kendi deneyimini oluşturmaya imkân tanıdığı vurgulanmaktadır (Kosara, 2016). Bu çerçevede, Türkiye’de interaktif görselleştirme eksikliği, hem teknolojik altyapının sınırlılıklarını hem de medya kuruluşlarının inovatif içerik üretme konusundaki çekincelerini yansıtmaktadır.

Veri kaynakları açısından bakıldığında, haberlerin büyük çoğunluğunun resmi kurumlar (%51) ve bağımsız araştırma kuruluşlarına (%31,4) dayandırıldığı görülmektedir. Bu bulgu, veriye dayalı habercilikte güvenilirlik ilkesinin gözetildiğini göstermesi bakımından önemlidir. Ancak kimi durumlarda veri kaynaklarının ayrıntılı olarak belirtilmemesi, okuyucunun habere duyduğu güveni azaltabilecek bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Literatürde de vurgulandığı

üzere (Bradshaw & Rohumaa, 2011), veri kaynaklarının şeffaf biçimde sunulması, hem haberciliğin etik boyutunu güçlendirmekte hem de okur güvenini artırmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye’deki veri temelli habercilik uygulamaları gelişim sürecini sürdürmekle birlikte henüz uluslararası örneklerle kıyaslanabilir bir seviyeye ulaşmamıştır. Grafik çeşitliliğinin sınırlı kalması, interaktif özelliklerin yokluğu ve kategorik yoğunlaşmanın belirli alanlarla sınırlı olması, bu gelişim sürecinin temel kısıtlarını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, siyaset ve ekonomi haberlerinde düzenli olarak infografik üretilmesi, veri gazeteciliğinin Türk medyasında giderek artan bir görünürlük kazandığını göstermektedir.

Bu bağlamda, çalışmanın sonuçları hem akademik literatüre hem de medya sektörüne çeşitli katkılar sunmaktadır. Akademik açıdan bakıldığında, araştırma Türkiye’de veri gazeteciliği uygulamalarına ilişkin güncel ve sistematik bir değerlendirme ortaya koyarak, alan yazındaki sınırlı çalışmalar arasına özgün bir katkı sağlamaktadır. Sektörel açıdan ise, bulgular medya kuruluşlarının görselleştirme stratejilerini gözden geçirmeleri, daha çeşitli ve yaratıcı grafik türlerine yönelmeleri ve özellikle interaktif infografiklere yatırım yapmaları gerektiğini ortaya koymaktadır.

Gelecekte yapılacak araştırmaların, daha geniş zaman dilimlerini kapsayan örneklerle farklı medya kuruluşlarını karşılaştırmalı olarak ele alması, veri temelli haberciliğin dönüşümünü daha kapsamlı biçimde izleme olanağı sağlayacaktır. Ayrıca, interaktif infografiklerin okuyucu deneyimine, bilgiye erişim biçimlerine ve veri okuryazarlığına etkilerinin incelenmesi, alandaki önemli boşluklardan birini dolduracaktır. Böylelikle hem akademik literatüre hem de pratik habercilik uygulamalarına yön verecek daha derinlikli sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

- Bradshaw, P. (2010). *The data journalism handbook*. London: Open Knowledge Foundation.
- Bradshaw, P. & Rohumaa, L. (2011). *The online journalism handbook: Skills to survive and thrive in the digital age*. Harlow, UK: Pearson Education.
- Cairo, A. (2013). *The functional art: An introduction to information graphics and visualization*. Berkeley, CA: New Riders.
- Coddington, M. (2015). Clarifying journalism’s quantitative turn: A typology for evaluating data journalism, computational journalism, and computer-assisted reporting. *Digital Journalism*, 3(3), 331–348. <https://doi.org/10.1080/21670811.2014.976400>
- Çulhaoğlu, A. (2019). Türkiye’de veri gazeteciliği uygulamaları: Haber sitelerinde infografik kullanımı üzerine bir inceleme. *Akdeniz İletişim Dergisi*, 31, 45–62.
- Flew, T., Spurgeon, C., Daniel, A., & Swift, A. (2012). The promise of computational journalism. *Journalism Practice*, 6(2), 157–171. <https://doi.org/10.1080/17512786.2011.616655>
- Gray, J., Chambers, L & Bounegru, L. (2012). *The data journalism handbook: How journalists can use data to improve the news*. Sebastopol, CA: O’Reilly Media.



Howard, A. B. (2014). *The art and science of data-driven journalism*. New York, NY: Tow Center for Digital Journalism, Columbia University.

Kosara, R. (2016). An empire built on sand: Reexamining what we think we know about visualization. In *Proceedings of the Sixth Workshop on Beyond Time and Errors on Novel Evaluation Methods for Visualization* (pp. 162–168). Baltimore, MD: ACM.

<https://doi.org/10.1145/2993901.2993909>

Krippendorff, K. (2013). *Content analysis: An introduction to its methodology* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Lewis, S. C. (2021). From journalism to data journalism to computational journalism: Epistemological shifts and normative continuities. *Digital Journalism*, 9(9), 1231–1249.

<https://doi.org/10.1080/21670811.2021.1937562>

Segel, E. & Heer, J. (2010). Narrative visualization: Telling stories with data. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 16(6), 1139–1148. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2010.179>

BAKIM EMEKÇİLERİ VE YAŞLI BAKIMINDA GÜVENCESİZLİK SORUNU: SOSYAL POLİTİKALAR AÇISINDAN BİR DERLEME

Ece TÜZÜN

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Politikalar ve Sosyal Hizmet
Öğrencisi, Burdur

ORCID: 0009-0005-4230-2175

Doç. Mehmet ÖCAL

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Politikalar ve Sosyal Hizmet,
Burdur

ÖZET

İnsanlık tarihi boyunca birçok medeniyet, yaşamın sırrını çözmeye çalışmış ve buna kendini adanmıştır. Günümüz yüzyılına bakıldığında ise bilimin ve teknolojinin ilerlemesi, yaşam koşullarının iyileştirilmesine katkı sağlamış; bu da ortalama yaşam süresi beklentisini uzatmıştır. Küresel ölçekte bakıldığında, dünyanın yaşlılık oranının hızla arttığı ve doğum oranlarının azaldığı Birleşmiş Milletler tarafından ortaya konulmuştur. Bu durum, yaşlanan dünyanın bakım ve özverisini sarsmaktadır. Nitekim kronik rahatsızlıkların çokluğu, fizyolojik gerilemeler, motor becerilerinde güçlükler gibi kısıtlamalar nedeniyle dezavantajlı grup statüsünde olan yaşlı nüfusun temel bakım ve ihtiyaçlarının başkaları tarafından desteklenmesi beklenmektedir. Yaşlanan nüfus, gün geçtikçe bakım emeğinin önemini artırmaktadır. Geleneksel toplumlarda bakım emeği, genelde aile üyelerinden oluşan kadın emekçilerdir. Kadınların toplumsal cinsiyet nedeniyle üstlendikleri roller gereğince evdeki yaşlı, çocuk, engelli vb. bakımını üstlenmesi beklenmektedir. Son zamanlarda evde bakımın yanı sıra kurum bakımı tercihlerinde de yaygınlaşmalar görülmektedir. Kurum bakımlarında çalışan personelin profilleri incelendiğinde ise yine kadın işçilerin çoğunlukta olduğu görülmektedir. Kurum bakımı yahut ev bakımı fark etmeksizin, bakım emekçilerinin yaşlı bakımında düşük ücrete tabi tutulması, ağır çalışma koşullarına sahip olması ve yeterli sosyal haklarının bulunmaması nedeniyle güvencesizlik sorunu oluşmaktadır.

Türkiye’de yaşayan yaşlı bakım emekçilerinin karşılaştıkları problemler, çalışma içerisinde sosyal hizmet ve sosyal politika perspektifinden ele alınmaktadır. Mevcut literatür taraması yöntemiyle oluşturulan bu çalışma, bakım emekçilerinin toplumdaki rollerini, sosyal haklarını, çalışma koşullarını ve toplumsal cinsiyet açısından gelinen boyutları incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Bakım emekçileri, yaşlı bakımı, sosyal politikalar, toplumsal cinsiyet

ABSTRACT

Throughout human history, many civilizations have tried to solve the mystery of life and dedicated themselves to it. Looking at the present century, the advancement of science and technology has contributed to the improvement of living conditions; this has also extended the

average life expectancy. On a global scale, the United Nations has revealed that the world's aging rate is rapidly increasing while birth rates are decreasing. This situation shakes the care and devotion of an aging world. Indeed, due to limitations such as the prevalence of chronic diseases, physiological regressions, and difficulties in motor skills, the elderly population, who are in a disadvantaged group status, are expected to have their basic care and needs supported by others. As the population ages, the importance of care labor increases day by day. In traditional societies, care labor generally consists of female laborers from family members. Due to the roles women undertake as a result of gender, it is expected that they take on the care of the elderly, children, disabled, etc. at home. Recently, in addition to home care, an increase in the preference for institutional care has also been observed. When the profiles of personnel working in institutional care are examined, it is again seen that female workers are in the majority. Regardless of whether it is institutional care or home care, the problem of insecurity arises because care laborers in elderly care are subjected to low wages, heavy working conditions, and lack of sufficient social rights.

The problems faced by elderly care workers living in Turkey are addressed in this study from a social service and social policy perspective. This study, created with the method of literature review, examines the roles of care laborers in society, their social rights, working conditions, and the dimensions reached in terms of gender.

Keywords: Care workers, elderly care, social policies, gender

EMEKLİLİK SİSTEMLERİ VE YAŞLI YOKSULLUĞU: NEOLİBERAL POLİTİKALARIN ETKİLERİ

Ece TÜZÜN

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Politikalar ve Sosyal Hizmet
Öğrencisi, Burdur

ORCID: 0009-0005-4230-2175

Doç. Mehmet ÖCAL

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyal Politikalar ve Sosyal Hizmet,
Burdur

ÖZET

Küreselleşen dünyanın hız kazanmasıyla birlikte, dünya nüfusunun yaşlanması ve buna bağlı olarak yaşlı yoksulluğunun önüne geçilmesi büyük bir önem arz eder hâle gelmiştir. 1980’ler sonrasında neoliberal politikalar, özellikle sosyal politikalar açısından derinlemesine değişikliğe yol açmıştır. Bu değişiklikler, devletin ve piyasanın sistemdeki rol ve sorumlulukları üzerinde kendisini göstermiştir. Örneğin piyasa odaklı çözümler, sistemler arası eşitsizliği güçlendirmekle birlikte, emeklilik sistemi içerisinde de sınırlandırmalara neden olmuştur. Günümüzde yaşlı nüfusun en çok ihtiyaç duyduğu ise; hak temelli ve adil bir emeklilik sistemidir. Toplumsal hiyerarşinin alt basamaklarında kalan yaşlı nüfusun, dünya nüfusunun %10,2’sini oluşturduğu varsayımının ele alınmasıyla birlikte oluşturulan gelecek senaryoları içerisinde, yaşlı nüfus oranının genç nüfus oranını geçeceği güçlü varsayımlardan biridir. Nitekim yaşlı nüfusun genel nüfus içindeki oranının yükselmesi nedeniyle de maddi ve manevi sürdürülebilir politikaların esas alınması, dünya genelinde reform değişikliklerini ön plana çıkarmıştır. Bu çalışma içerisinde neoliberal politikaların, emeklilik sistemleri ve yaşlı yoksulluğu üzerindeki etkileri ele alınacaktır. Çalışma içerisinde, öncelikli olarak teorik çerçeveden başlayarak kavramların tanımları ve emeklilik sistemleri açıklanmaktadır. Emeklilik sistemlerinin farklı modelleri ve güncel işlevselliği üzerinde durulmuştur. Bu sistemlerin, politikalar açısından kapsayıcılıkları değerlendirilmiştir. Ardından neoliberal politikaların etkileri üzerinde durulmuştur. Bulgular, neoliberal politikaların, toplum içerisindeki dezavantajlı grupların haklara erişimini zorlaştırdığını; nitekim yaşlı yoksulluğunun önemli bir nedeni olduğunu ortaya koymaktadır. Bu reformların, hak temelli ve adil politikalara erişimi zorlaştırdığını öne süren araştırmalar neticesinde, sosyal riskler yarattığı ve yaratmaya devam ettiği görülmektedir. Bu çalışma, neoliberal reformların yarattığı toplumsal risklerin yeniden gözler önüne serilmesini ve hak temelli sosyal reformların gerekliliğine vurgu yapmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Emeklilik sistemleri, yaşlı yoksulluğu, neoliberalizm, sosyal politika, sosyal güvenlik

ABSTRACT

With the acceleration of globalization, the aging of the world population and the prevention of elderly poverty have become of great importance. After the 1980s, neoliberal policies led to profound changes, especially in terms of social policies. These changes manifested themselves in the roles and responsibilities of the state and the market within the system. For example, market-oriented solutions not only strengthened inequality between systems but also caused restrictions within the pension system. Today, what the elderly population needs most is a rights-based and fair pension system. Considering the assumption that the elderly population, who remain at the lower steps of the social hierarchy, constitutes 10.2% of the world population, one of the strong predictions within the created future scenarios is that the proportion of the elderly population will surpass that of the young population. Indeed, due to the increase in the proportion of the elderly population within the general population, the adoption of sustainable policies, both materially and morally, has brought reform changes to the forefront worldwide. This study will address the effects of neoliberal policies on pension systems and elderly poverty.

Within this study, the theoretical framework is first presented, with definitions of concepts and explanations of pension systems. Different models of pension systems and their current functionality are emphasized. The inclusiveness of these systems is evaluated in terms of policies. Then, the effects of neoliberal policies are discussed. Findings reveal that neoliberal policies make it difficult for disadvantaged groups in society to access rights; indeed, they demonstrate that elderly poverty is an important consequence. Based on research arguing that these reforms hinder access to rights-based and fair policies, it is observed that they have created and continue to create social risks. This study highlights the necessity of rights-based social reforms by once again revealing the social risks created by neoliberal reforms.

Keywords: Pension systems, old-age poverty, neoliberalism, social policy, social security

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca yaşamı sürdürme ve yaşam kalitesini artırma arzusu sürekli ön planda olmuştur. Özellikle yaşamın çekiciliği, insanları birçok kez etkilemiş ve yaşam süresinin uzatılması yönünde çeşitli girişimlere yol açmıştır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda gelişen teknolojiler ve toplumsal imkânlar sayesinde yaşam süresinin belirgin bir biçimde uzadığı görülmektedir (BM, 2023). Bilimsel ve teknolojik ilerlemeler, ortalama yaşam beklentisinin kayda değer bir biçimde yükselmesine zemin hazırlamıştır (Arpacı, 2009). Küresel ölçekte değerlendirildiğinde, yaşlı nüfusun toplam nüfus içerisindeki oranının giderek arttığı ve önümüzdeki yıllarda bu artışın daha da belirginleşeceği öngörülmektedir. Nüfusun yaşlanması,

üretken nüfus ile bağımlı nüfus arasındaki dengenin değişmesi anlamına gelmekte ve bu nedenle yaşlılık olgusu küresel ölçekte giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Karadeniz ve Öztepe, 2013). Demografik yaşlanma süreci, güçlü ve kapsayıcı emeklilik sistemlerini zorunlu kılmaktadır. Aksi takdirde yaşlı nüfus, yoksulluk riski ile daha yoğun bir biçimde karşı karşıya kalmaktadır. Günümüzde yoksulluk, tedavisi zor ve kronik bir toplumsal sorun niteliği taşımaktadır. Bu nedenle yoksulluğun azaltılması amacıyla ulusal ve uluslararası düzeyde pek çok politika geliştirilmiştir. Modern dönemde küresel sorunlar arasında en kritik alanlardan birini oluşturan yoksulluk, yaşlı nüfus açısından ayrı bir öneme sahiptir (Eroğlu, 2010).

Yaşlılık dönemi, çocukluk, gençlik ve yetişkinlik evrelerine kıyasla daha kırılgan ve risklere açık bir yaşam evresi olarak değerlendirilmektedir. Fiziksel güç kaybı yaşayan birey, zaman içerisinde işgücünü de yitirmekte ve bu durum gelir kaybı ile güvencesizliği beraberinde getirmektedir. Çalışma gücünün azalması, yaşlı bireylerin yoksulluk ile karşılaşma olasılığını yükseltmektedir. Bu nedenle yaşlı nüfus, yoksulluktan en fazla etkilenen dezavantajlı gruplar içerisinde yer almaktadır. Emeklilik döneminde bulunan bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılamakta zorlanmaları ya da bu ihtiyaçları hiç karşılayamamaları, “yaşlı yoksulluğu” kavramı ile açıklanmaktadır. Bu olgu, bireyin toplumsal bağımlılığını artırmakta ve sosyal riskleri derinleştirmektedir. Yaşlı yoksulluğunu yalnızca gelir düzeyi üzerinden değerlendirmek yeterli değildir. Ekonomik yoksunluğun yanı sıra sosyal haklara, sağlık hizmetlerine ve diğer yaşamsal imkânlarla erişimdeki kısıtlılıklar da yaşlı yoksulluğu kapsamında ele alınmaktadır. Dolayısıyla yaşlı yoksulluğunu önlemenin temel koşulu, kapsayıcı politikalar ve güçlü emeklilik mekanizmalarının varlığıdır.

Emeklilik sistemleri, yaşlı nüfusun refah düzeyini yükseltmeye ve yaşam kalitesini güvence altına almaya yönelik en önemli kurumsal araçlardan biridir. Bu sistemler, bireylerin çalışma hayatında elde ettikleri gelirin belirli bir kısmını bir havuzda toplayarak, emeklilik döneminde yeniden bireylere aktarır. Böylelikle gelir sürekliliği sağlanmakta, yaşlı bireyler emeklilik dönemlerinde ekonomik güvenceye sahip olmaktadır. Bu durum, yaşlı yoksulluğu riskini azaltmakta ve bağımlılık ilişkilerini sınırlandırmaktadır. Özellikle düzenli ve sabit emekli maaşları, yaşlı bireylerin tek gelir kaynağı olması açısından kritik bir işlev görmektedir. Bu sayede yaşlı nüfus, yaşam standartlarını koruyabilmektedir (ILO, 2018). Bu bağlamda emeklilik sistemlerinin kapsamı ve yeterliliği, doğrudan yaşlı yoksulluğu ile ilişkilidir (OECD, 2021).

Günümüzde emeklilik sistemleri, mali sürdürülebilirlik kaygıları çerçevesinde reformlara konu olmaktadır. 1970’li yılların sonlarına doğru yaşanan ekonomik krizler; artan enflasyon, işsizlik

ve kamu harcamaları nedeniyle refah devleti politikalarının sorgulanmasına yol açmıştır. Bu süreçte neoliberal politikalar, devletin sosyal sorumluluklarını sınırlandırarak piyasa mekanizmalarının daha etkin hale gelmesine neden olmuştur. Neoliberal dönüşüm ile sosyal politikaların tanımı ve kapsamı daraltılmış; sağlık, eğitim ve ekonomi gibi temel alanlardaki güvenceler piyasa odaklı yapılara kaydırılmıştır. Devletin sağladığı sosyal güvencelerin kısıtlanması, bireylerin ekonomik ve sosyal sorumluluklarını artırmıştır (Esping-Andersen, 1990). Neoliberalizmin özelleştirme uygulamaları sonucunda toplumsal eşitsizlikler derinleşmiş, yoksulluk oranları yükselmiş ve bu durum toplumsal risklerin artmasına zemin hazırlamıştır.

2. TEORİK VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1 Emeklilik Sistemleri

1980’li yıllardan itibaren yaşanan gelişmeler, sosyal politika alanında yeni eğilimlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu dönemde devletin rolleri sınırlandırılmış, bireysel sorumluluklar ön plana çıkarılmış ve küreselleşme temel hedeflerden biri haline gelmiştir. Bu dönüşüm sürecinde sosyal güvenlik sistemlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi amacıyla emeklilik sistemlerinde çeşitli düzenlemelere gidilmiştir. Emeklilik yaşı, emeklilik aylığına erişim koşulları ve emekli maaşlarının hesaplanma yöntemleri gibi alanlarda kapsamlı değişiklikler yapılmıştır. Bu reformların ilk uygulama örneği Şili’de görülmüş, ardından birçok ülkede benzer reform süreçleri hayata geçirilmiştir (Apak, 2010).

Yaşanan sorunların giderek artması üzerine, 1994 yılında Dünya Bankası tarafından yeni bir reform süreci gündeme getirilmiştir. “Yaşlanma Krizinin Bertaraf Edilmesi: Yaşlıları Korumak ve Büyümeyi Teşvik Etmek İçin Politikalar” (Averting the Old-Age Crisis: Policies to Protect the Old and Promote Growth) başlıklı rapor, uluslararası ölçekte önemli tartışmalar doğurmuş ve küresel kurumların sosyal güvenlik alanında politika geliştirmelerine zemin hazırlamıştır. Raporda öne çıkan temel öneri, emeklilik sistemlerinin yeniden yapılandırılmasına yöneliktir. Refah devletinin tek katmanlı emeklilik sisteminin yetersiz kaldığı vurgulanmış, bunun yerine çok katmanlı bir emeklilik modeli önerilmiştir. Bu model, gönüllülük esasına dayanmakta olup; devlet katkısı, işveren desteği ve bireysel hesapların birlikte işletilmesi esasına dayanmaktadır. Bu bağlamda günümüz emeklilik sistemlerinin temel çıkış noktası da söz konusu raporda ortaya konulan çok katmanlı yaklaşım ile ilişkilendirilmektedir.

2.1.1 Kamuya Dayalı Emeklilik Sistemleri

Çoğu ülkede halen geçerliliğini koruyan bu sistem, kamuya dayalı zorunlu emeklilik sistemi olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemin temel amacı, yaşlı bireylerin refahını güvence altına

almaktır. Çalışma hayatında yer alan bireylerin gelirlerinden belirli bir oranda kesinti yapılmakta ve bu birikimler emeklilik dönemlerinde kendilerine maaş olarak geri ödenmektedir. Böylece bireyler, sistematik olarak dayanışma mekanizmasına dahil olmakta ve gelir eşitsizliği belirli ölçüde kontrol altında tutulabilmektedir. Türkiye örneğine bakıldığında, kamuya dayalı emeklilik sistemi 2006 yılından itibaren Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından yürütülmektedir. Bu sistem, çalışanlardan emeklilik dönemine kadar alınan primlerle finanse edilmekte; bireylerin kazanç düzeyleri ile prim ödeme gün sayıları dikkate alınarak hesaplanan aylık ödemeler şeklinde kendilerine tahsis edilmektedir.

2.1.2. Bireysel Emeklilik Sistemleri

Çoğu ülkede halen geçerliliğini koruyan bu sistem, kamuya dayalı zorunlu emeklilik sistemi olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemin temel amacı, yaşlı bireylerin refahını güvence altına almaktır. Çalışma hayatında yer alan bireylerin gelirlerinden belirli bir oranda kesinti yapılmakta ve bu birikimler emeklilik dönemlerinde kendilerine maaş olarak geri ödenmektedir. Böylece bireyler, sistematik olarak dayanışma mekanizmasına dahil olmakta ve gelir eşitsizliği belirli ölçüde kontrol altında tutulabilmektedir. Türkiye örneğine bakıldığında, kamuya dayalı emeklilik sistemi 2006 yılından itibaren Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından yürütülmektedir. Bu sistem, çalışanlardan emeklilik dönemine kadar alınan primlerle finanse edilmekte; bireylerin kazanç düzeyleri ile prim ödeme gün sayıları dikkate alınarak hesaplanan aylık ödemeler şeklinde kendilerine tahsis edilmektedir.

2.1.3. Karma Model Yaklaşımı

Hem kamu hem de özel emeklilik sistemlerinin bir araya gelmesiyle oluşan çok katmanlı emeklilik sistemi, bireylerin yaşlılık döneminde temel güvence sağlamayı amaçlamaktadır. Bu sistemde devlet katkısı, işveren payı ve bireysel hesapların birleşimi aracılığıyla finansal güvence oluşturulmaktadır (Apak, 2010). Çok katmanlı yapının en önemli avantajı, risklerin dağıtılması ve gelir sürekliliğinin sağlanmasıdır. Bu çerçevede, İsveç ve Hollanda gibi ülkelerde uygulanan çok katmanlı sistemler, yaşlı nüfusun refahını artırmada ve emeklilik sistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlamada başarılı örnekler olarak gösterilmektedir (OECD, 2021).

2.2. Yaşlı Yoksulluğu

Dünya genelinde yaşlı nüfusun hızlı bir şekilde artması, tüm refah modellerinin yaşlı yoksulluğu riski ile karşı karşıya kalmasına neden olabilmektedir. Yaşlı yoksulluğu, bireyin

yaşlılık döneminde temel ihtiyaçlarını karşılayacak gelir ve kaynaklardan yoksun olmasını ifade etmektedir. Bu yoksunluk yalnızca maddi boyutu değil, aynı zamanda sosyal haklara ve sağlık hizmetlerine erişim eksikliğini de kapsamaktadır. Yaşam kalitesini doğrudan etkileyen bu sorun, literatürde “mutlak” ve “görelî” yoksulluk olarak iki boyutta ele alınmaktadır (Karadeniz ve Öztepe, 2013).

2.2.2 Mutlak Yoksulluk: Bireylerin yaşamlarını sürdürebilmek için gerekli asgari şartları karşılayamaması durumu.

2.2.2 Görelî Yoksulluk: Toplum refah düzeyinin yüksek olmasına rağmen bireylerin bu refah düzeyinin altında yaşam standartlarına sahip olması durumu.

Günümüzde yaşlı yoksulluğu, her iki tanım kapsamında da değerlendirilebilmektedir. Yaşlı yoksulluğunun temel nedenleri arasında, emekli maaşlarının düşük olması ve yaşlı bireylerin tek gelir kaynağının bu maaş olması nedeniyle temel ihtiyaçlarını karşılamakta güçlük çekmeleri öne çıkmaktadır. Ayrıca güvencesiz ve kayıt dışı çalışmış olan yaşlı bireylerin sosyal haklardan mahrum kalması da bu çerçevede değerlendirilmektedir. Toplumsal dışlanma ve yalnızlığa itilme gibi durumlar, yaşlı bireyler için ek güçlükler yaratmakta ve sosyal hizmetlere erişimlerini sınırlandırmaktadır (Karadeniz ve Öztepe, 2013).

2.3. Neoliberal Politikalar

Neoliberal politikalar, devletin müdahale ve yetkilerinin sınırlandırılmasını, serbest piyasa ekonomisinin ve bireysel sorumlulukların ön plana çıkarılmasını vurgulayan bir ekonomik ve siyasal ideolojidir. 1970’li yılların sonrasında dünya genelinde belirgin bir etki yaratmış ve uygulamaya konulmuştur. Bu yaklaşım, refah devletinin kamu harcamalarını bütçe yükü olarak görmüş ve kamu hizmetlerinin özelleştirilmesi yönünde öneriler geliştirmiştir (Adaman, 2017). Neoliberal politikaların temel amacı, ekonomik güç kazanmak, hızlı büyüme sağlamak ve verimliliği artırmaktır. Ancak bu politikaların uygulanması, aynı zamanda sosyal eşitsizlik ve adaletsizliğin artmasına yol açmış, kamu hizmetlerinin kalitesini riske atmıştır. Özellikle gelir seviyesi düşük kesimler için yaşam koşullarını daha da zorlaştırmış ve gelir dağılımındaki eşitsizliği artırdığı yönünde eleştiriler yapılmaktadır (Koç, 2015).

3. NEOLİBERAL POLİTİKALARIN EMEKLİLİK SİSTEMİNE ETKİSİ

Refah devlet modelinden piyasa odaklı modellere geçişlerin başlamasıyla birlikte, bu değişimlerin etkileri sistematik olarak gözlemlenmeye başlanmıştır (Adaman, 2017). Özellikle emeklilik sistemleri, bu dönüşümden en fazla etkilenen alanlardan biri olmuştur. Refah devleti modelinde, bireylere gelir güvencesi sağlanırken temel haklara erişim imkânı da temin

ediliyordu. Ancak neoliberal devlet modeline geçişle birlikte, piyasa odaklı sistemin bireysel tasarruf ve harcamalara odaklanması, toplumsal sarsıntılara yol açmıştır (Koç, 2015).

Bu dönüşüm yalnızca emeklilik sistemi üzerinde değil, çalışma yaşamında da radikal değişimlere neden olmuştur. Örneğin, esnek çalışma biçimleri, geçici işler ve serbest sözleşmeler yaygınlaşmış, bu durum sosyal güvenlik sistemini doğrudan etkilemiştir (Barr & Diamond, 2008). Çalışma hayatındaki esneklik, gelir güvensizliği yaratarak yeni bir yaşlı yoksulluğu krizine yol açmıştır. Piyasa odaklı yaklaşım, bireylerin kendi tasarruflarını artırmalarını ve özel fonlara yönelmelerini zorunlu kılmıştır.

Her ne kadar bu uygulamalar kısa vadede devlet bütçesini rahatlatmış olsa da, uzun vadede toplumsal eşitsizlikleri derinleştirmiş ve yoksulluk riskini artırmıştır. Bu nedenle, emeklilik sistemlerini yalnızca mali bir perspektiften değerlendirmek yeterli olmayıp, sosyal adalet boyutu ile ele almak zorunluluk arz etmektedir (Adaman & Keyder, 2009).

4.. TÜRKİYE’DE EMEKLİLİK SİSTEMLERİ VE YAŞLI YOKSULLUĞU

Türkiye Cumhuriyeti tarihi açısından sosyal politika ve uygulamaları, çok partili döneme geçişle birlikte gerçek anlamda başlamıştır. Cumhuriyetin kuruluşuyla birlikte Keynesyen politikalar benimsenmiş ve devletin ekonomideki rolü ön plana çıkarılmıştır. Bu dönem, bazı çalışmalarda refah devlet modeline geçiş aşaması olarak değerlendirilmektedir. Özellikle kömür madenlerinde çalışan işçilerin haklarının düzenlenmesi önemli örneklerden biridir. Ayrıca Cumhuriyet döneminin ilk kanunlarından biri olan Umumi Hıfzıssıha Kanunu ile devlet hazinesinden dul, emekli ve yetim gibi dezavantajlı gruplara aylık bağlanması sağlanmış; memur ve emekli sandıkları da bu kapsamda birleşmiştir. 1936 yılında iş hayatında aktif rol alan bireylere yönelik ilk kapsamlı düzenleme olan İş Kanunu yürürlüğe girmiş, çalışanların hakları korunmuş, çalışma saatleri sekiz saate indirilmiş ve sosyal sigortalar için ilk düzenlemeler hayata geçirilmiştir.

1945 yılında, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de sosyal refah ve sosyal politika sistemlerinde radikal reformlar yapılmıştır. Bu dönemde sosyal devlet anlayışı zirveye ulaşmış, sosyal güvenliği geliştirecek kurumsallaşma süreci başlamıştır. Ancak 1970’li yıllara gelindiğinde sosyal devlet politikaları hem Türkiye’de hem de dünya genelinde krizler yaşamaya başlamıştır. 1974 ve 1979 yıllarında yaşanan mali krizler ve ithal ikameci sanayileşme politikalarının etkisiyle sosyal refah uygulamaları yönünde sorunlar ortaya çıkmıştır (Buğra, 2011). Refah devletinin temel hedefi işsizliği en aza indirmek olmasına rağmen, işsizlik ve sosyal güvencesizlik karşısında bu hedefler kriz boyutuna ulaşmıştır. Bu süreçte neoliberal politikalar devreye girmiş ve sosyal hak ve güvencelerin sınırlandırılması

tartışılmıştır. 1980'lerden itibaren dünya genelinde liberal piyasacı uygulamalar ön plana çıkarken, Türkiye'de bu politikaların yaygınlaşması Turgut Özal Hükümeti döneminde hız kazanmıştır (Çımrın ve Durdu, 2015).

1980 sonrası Türkiye'de sistemlerin yeniden yapılandırılması sürecinde, sosyal sigortaların kamu ve özel sektör ortaklığıyla yürütülmesi düşüncesi ağırlık kazanmıştır. Bu bağlamda yapılan ilk düzenlemelerden biri emeklilik yaşının yükseltilmesi olmuştur. 1999 yılında çıkarılan 4447 sayılı Kanun kapsamında emeklilik yaşı erkeklerde 60, kadınlarda 58 olarak belirlenmiştir. İkinci düzenleme ise emekli aylıkları üzerinde gerçekleştirilmiş, maaşların dolaylı yoldan düşürülmeye ya da sabit tutulmaya çalışıldığı gözlemlenmiştir (Özbek, 2006).

Neoliberal politikalar çerçevesinde yapılan bir diğer önemli düzenleme ise devletin sigorta sistemlerinden kısmen çekilmesidir. Reformlar kapsamında bireyler, emeklilik ve sigorta işlemlerinde devletin güvence ve koruması altından çıkarılmıştır. Daha önce on bir sigorta şirketi tarafından yürütülen sistem, 2003 yılı itibariyle bireysel emeklilik kuruluşlarına dönüştürülmüştür (Özdemir, 2007). Bu uygulamayla Türkiye, bireysel emeklilik sistemlerini hayata geçirerek uluslararası eğilimlere uyum sağlamıştır. Bireysel Emeklilik Sistemi kapsamında, birey yaşlılık ve emeklilik döneminde karşılaşılabileceği risklerden devlet kadar sorumlu olma anlayışıyla hareket etmektedir (Uralcan, 2005). Sistem tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır.

Emeklilik Gözetim Merkezi verilerine göre, sistemde 9.894.782 kişi yer almakta ve 2022 itibariyle %25 oranında sağlanan devlet katkısı, vatandaşların bireysel emeklilik sistemine ilgisini artırmıştır. Küresel ölçekte yaşlı nüfusun hızlı artışı, sağlık hizmetlerine yönelik talebin yükselmesine neden olmuş, sosyal güvenlik sistemlerinin kapsamı geniş olsa da bireylerin temel haklara erişimi zorlaşmıştır. Çalışma hayatında düşük gelir veya kayıt dışı çalışma koşulları, yaşlı bireyleri yaşlı yoksulluğu riski ile karşı karşıya bırakmaktadır. Günümüzde emekli maaşlarının asgari geçim koşullarını sağlaması ise güç görünmektedir (Buğra ve Keyder, 2006). Özellikle yalnız yaşayan ve bakım muhtaç yaşlılar, yoksulluk riski altında kalan en kırılgan gruplar arasında yer almaktadır (Yentürk, 2012).

5. SONUÇ

Yaşlı yoksulluğunun temel etkenlerinden biri olan emeklilik sistemleri ve bu sistemlerin dayandığı neoliberal politikalar, toplumun genel yönelimini belirlemektedir. Yaşlanan nüfusun günümüz koşullarında hâlâ en kırılgan grup olarak kalması, oldukça olumsuz bir tabloyu ortaya koymaktadır. Bugün dahi aktif iş hayatında yer alan bireylerin, yaşlılık ve emeklilik

dönemlerinde güvenceye sahip olmamaları, toplumu risklere karşı yalnız bırakan bir politikanın refah devleti olarak tanımlanmasını imkânsız hâle getirmektedir.

Bu çalışmada, emeklilik sistemlerinin yaşlı yoksulluğu ile ilişkisi ve neoliberal politikaların etkileri analiz edilmiştir. Bulgular, neoliberal politikaların devlet-vatandaş ilişkisini zayıflattığını, sosyal devlet anlayışını körelttiğini ve piyasa odaklı rekabet sistemlerini ön plana çıkardığını göstermektedir. Bu durum, zaten kırılgan olan dezavantajlı grupları daha da hassas hâle getirerek toplumsal riskleri artırmıştır. Özellikle Türkiye’de kamu emekliliğinin yeterli kapsayıcılık sağlayamaması, özel emeklilik sistemine erişimin sınırlı olması ve emeklilik sistemlerinin yetersiz mali desteği, yaşlı yoksulluğunu yapısal ve kaçınılmaz bir sorun hâline getirmiştir.

Yaşlı yoksulluğunun kısmen de olsa önüne geçebilmek için bazı temel öneriler öne çıkmaktadır. Bunlar arasında, emeklilik aylıklarının dönemine göre asgari yaşam standartları dikkate alınarak düzenlenmesi, sosyal güvenlik sistemlerinin kırdan kente tüm bireyleri ve aile içi emekçileri kapsayacak şekilde yeniden yapılandırılması, neoliberal politikalar yerine sosyal refah devleti anlayışının güçlendirilmesi ve bu bağlamda kaynak aktarılması yer almaktadır. Ayrıca, emeklilik sistemlerinin sadece mali olarak yükseltilmesine odaklanmak yerine, yaşlıların yaşam koşulları ve iş gücü piyasasının durumu gözetilerek önlemler alınması ve diğer ülkelerde yaşlı yoksulluğunu azaltmak için uygulanan politikaların incelenerek Türkiye’ye uyarlanması toplumsal baskıyı hafifletebilir.

Yaşlı yoksulluğunu görmezden gelmek yerine, sosyal devlet anlayışının güçlendirilmesi, adil ve erişilebilir politikaların geliştirilmesi ve risklere karşı bütüncül stratejilerin uygulanması, gelecekteki nüfus senaryolarının olumlu yönde gelişmesini sağlamaktadır.

Kaynakça

1. Arabacı, R. Y., & Alper, Y. (2010). Sosyal güvenlik reformunun yaşlılık aylıklarına etkisi: Yoksulluk yaratan bir sosyal güvenlik sistemi. *Amme İdaresi Dergisi*, 43(2), 101–117.
2. Adaman, F. (2017). Neoliberal politikaların sosyal güvenlik sistemlerine etkisi. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 17(2), 45–67.
3. Adaman, F., & Keyder, Ç. (2009). *Türkiye’de büyüme, istihdam ve sosyal politika*. Tesev Yayınları.
4. Arpacı, F. (2005). *Farklı boyutlarıyla yaşlılık*. Türkiye İşçi Emeklileri Derneği Eğitim ve Kültür Yayınları. http://www.tied.org.tr/tied_kitaplar/yaslilik.pdf
5. Arpacı, F. (2009). Yaşlıya bakan kadınların bakım yüklerinin incelenmesi. *Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi*, 1, 61–72.
6. Barr, N., & Diamond, P. (2008). *Reforming pensions: Principles and policy choices*. Oxford University Press.
7. Buğra, A., & Keyder, Ç. (2006). *Yeni yoksulluk ve Türkiye’nin değişen refah rejimi*. Birikim Yayınları.
8. Buğra, A. (2011). Türkiye’de neoliberal dönüşüm ve sosyal devletin gerilemesi. *Toplum ve Bilim*, 121, 25–45.

9. Çimrin, A., & Durdu, D. (2015). Neoliberal politikaların sosyal güvenlik sistemine etkileri: Türkiye örneği. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 15(1), 89–110.
10. Ecevit, Y. (2011). Toplumsal cinsiyet ve çalışma hayatı. *Çalışma ve Toplum Dergisi*, 28(2), 15–34.
11. Eroğlu, E. (2010). *Türkiye’de yoksulluk ve yoksulluğu önlemeye yönelik uygulanan kamusal politikaların değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye Anabilim Dalı, Bütçe ve Mali Planlama Bilim Dalı). Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa.
12. Esping-Andersen, G. (1990). *The three worlds of welfare capitalism*. Princeton University Press.
13. International Labour Organization [ILO]. (2018). *World social protection report 2017–19: Universal social protection to achieve the Sustainable Development Goals*. ILO.
14. Karadeniz, O., & Öztepe, N. D. (2013). Türkiye’de yaşlı yoksulluğu. *Çalışma ve Toplum Dergisi*, 38(3), 77–102.
15. Koç, M. (2015). Neoliberal politikaların sosyal eşitsizlik üzerindeki etkileri. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 16(2), 123–145.
16. OECD. (2021). *Pensions at a glance 2021: OECD and G20 indicators*. OECD Publishing.
17. Özdemir, S. (2007). Türkiye’de bireysel emeklilik sisteminin gelişimi ve etkileri. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 12(1), 55–70.
18. Özbek, M. (2006). Sosyal güvenlik reformu ve emekli maaşlarının düşürülmesi. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 14(3), 78–92.
19. Sarica, A. O. (t.y.). *Türkiye’de emeklilik sistemlerinin yaşlı ve emekli yoksulluğu üzerine etkisi*. Yayın bilgileri eksiktir.
20. Sosyal Güvenlik Kurumu [SGK]. (2023). *Sosyal güvenlik istatistikleri yılı*. Sosyal Güvenlik Kurumu Yayınları.
21. Topgül, S. (2025). Aktif yaşlanmanın politik ekonomisi: Yaşlı emeğin neoliberal dönüşümü [The political economy of active aging: Neoliberal reconceptualization of older workers and labor in later life]. *CİDER – Çalışma İktisadı ve Endüstri İlişkileri Dergisi*, 16(2), 82–97. <https://www.dergipark.org.tr/cider>
22. Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK]. (2024). *İstatistiklerle yaşlılar, 2024*. TÜİK Yayınları.
23. Uralcan, S. (2005). Bireysel emeklilik sistemleri ve yaşlılık dönemi güvenliği. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, 11(2), 34–50.
24. Yentürk, N. (2012). Sosyal politika, yaşlılık ve toplumsal cinsiyet. *Toplum ve Bilim*, 124, 85–106.

YETİŞKİN EDEBİYATINDA “ÇOCUK”: BALIKÇI VE OĞLU ÖRNEĞİ**Şeyma HAN**

Doktora öğrencisi, İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Türkçe Eğitimi
Doktora Programı, İstanbul, Türkiye.

ORCID ID: 0000-0003-1975-9597**ÖZET**

Çocukluk bireyin yaşamındaki en önemli evrelerden biridir. Birey, hayata dair birçok şeyi çocukluk döneminde görür, gözlemler ve öğrenir. Yaşı büyüdükçe yeni eylem, durum ve olayları deneyimler. Yaşıyla birlikte deneyimi de artar ve böylece yetişkin bir birey olur. Konusu insan ve insan durumları olan edebiyat metinleri, hitap ettikleri yaş grubuna göre konunun ele alınış biçimi ve dil - anlatım özellikleri açısından farklılıklar gösterir. Yetişkinler için üretilmiş bir edebiyat metninde merkeze alınan kişi, kavram ve durumlar çocuklar için üretilmiş metinlerden farklıdır. Yetişkinler için üretilmiş metinlerde amaç bir yetişkine kurgu içinde bir yaşam durumunu yetişkin duyarlılığıyla göstermek ve duyumsatmaktır. Çocuk edebiyatı metinlerinde ise amaç çocuk okurun ilgi ve ihtiyaçları doğrultusunda yaşam durumlarını çocuk gerçekliği ve çocuğa görelilik ilkelerine uygun olarak, çocuk okuru merkeze alarak yansıtmaktır. Bu sebeple edebiyat metinlerinde aynı kavramın işleniş okurunun yetişkin ya da çocuk olmasına göre farklılık gösterir. Bu çalışmada Zülfü Livaneli’nin Balıkçı ve Oğlu (Livaneli, 2022) romanı kurgusu içindeki “çocuk” kavramı ve varlığı açısından incelenmiştir. Çalışma bir nitel araştırmadır. Veriler doküman incelemesi yapılarak elde edilmiştir. Bu kapsamda çocuk ve bebek karakterler, bu karakterlerin yetişkin karakterler için önemi ve olay örgüsündeki önemi bulgular bölümünde kitaptan örneklerle verilmiştir. Sonuç olarak Zülfü Livaneli’nin Balıkçı ve Oğlu (Livaneli, 2022) romanında “çocuk” aile içinde birleştirici yönü ile ele alınmış, aile ve birey yaşamının önemli bir parçası olarak görülmüştür. Çocuk kaybının acısı ve çocuk sahibi olmanın bireye hissettirdiği umut, kitapta yetişkin bakış açısıyla ele alınmıştır. Romanda çocuk, yetişkinlerin yaşamını etkileyen önemli bir unsur ve kişidir. Ancak çocuk edebiyatından farklı olarak olayların merkezindeki kişi değil, olayların nedeni konumundadır. Balıkçı ve Oğlu (Livaneli, 2022) romanında “çocuk” birer karakter ve olgu olarak yetişkin bakış açısıyla ele alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Çocuk, edebiyat, Balıkçı ve Oğlu

"CHILD" IN ADULT LITERATURE: THE EXAMPLE OF THE *FISHERMAN AND HIS SON (BALIKÇI VE OĞLU)*

ABSTRACT

Childhood is one of the most important stages in an individual's life. Individuals see, observe, and learn many things about life during childhood. As they grow older, they experience new actions, situations, and events. Their experience increases with age, and they become adults. Literary texts that deal with human beings and human situations differ in terms of how the subject is approached and the language and narrative features used, depending on the age group they are aimed at. The people, concepts, and situations that are the focus of a literary text produced for adults are different from those in texts produced for children. The aim of texts produced for adults is to show and convey a life situation within a fictional setting to an adult with adult sensitivity. In children's literature texts, the aim is to reflect life situations in accordance with the interests and needs of child readers, based on the principles of child reality and child-centeredness, with the child reader at the center. For this reason, the treatment of the same concept in literary texts differs depending on whether the reader is an adult or a child. In this study, the concept and presence of "children" in the plot of Zülfü Livaneli's novel *Balıkçı ve Oğlu* (Livaneli, 2022) was examined. The study is a qualitative research. The data was obtained through document analysis. Within this scope, child and infant characters, the importance of these characters for adult characters, and their significance in the plot are presented in the findings section with examples from the book. As a result, in Zülfü Livaneli's novel *Balıkçı ve Oğlu* (Livaneli, 2022), "children" are portrayed as a unifying force within the family and are seen as an important part of family and individual life. The pain of losing a child and the hope that having a child brings to an individual are addressed in the book from an adult perspective. In the novel, the child is an important element and person who influences the lives of adults. However, unlike in children's literature, the child is not the central figure of the events but rather the cause of them. In the novel *The Fisherman and His Son* (Livaneli, 2022), the "child" is portrayed as a character and phenomenon through an adult perspective.

Keywords: Child, literature, The Fisherman and His Son

GİRİŞ

Edebiyat, kavram olarak en geniş anlamıyla insanı konu alan sanatsal duyarlılığa sahip metinleri kapsar. "Olay, düşünce, duygu ve hayallerin dil aracılığıyla sözlü veya yazılı olarak biçimlendirilmesi sanatı; yazın" (TDK, 2025) anlamına gelir. Edebiyat metinlerinde insana ait

tüm durum, olay, duygu ve duyarlılıklar anlatılır ve metnin okuruna gösterilmeye, hissettirilmeye çalışılır.

Edebiyat metinleri kurmacadır. Gerçek yaşamda bire bir yaşanmamış olay ve durumları anlatır ancak aynı zamanda bu metinlerin bir kısmı gerçek yaşamda yaşanabilecek veya şahit olunabilecek nitelikte olay ve durumların kurgulanmasıyla ortaya çıkar. “Yani edebi metin gerçeklikten hareketle daha kapsayıcı ve kuşatıcı bir gerçeklik kurar. Böylece de insana özgü bir hâli somut olarak gözler önüne serer” (Aktaş, 2009: 195). Bu kurgu, okura sanatsal zevk verecek bir dil ve anlatımla aktarılmalıdır.

Okurların yaş grupları edebiyat metni yazarının konuyu ele alış biçimini, okura vermek istediği iletiyi ve bu iletiyi sunuş şeklini, metnin dil ve anlatım özelliklerini belirlemesinde en önemli etkindir. Yetişkinlere hitap eden metinlerle çocuklara hitap eden metinlerde olaylar aynı şekilde ve aynı duyarlılıkta yansıtılmaz. Yetişkinlere hitap eden metinlerde olay ve durumlar bir yetişkinin edinmiş olması muhtemel yaşam tecrübesi ve yetişkin okurun hayatta karşı karşıya kaldığı sorunlar dikkate alınarak anlatılır. Burada yetişkin duyarlılığı söz konusudur. Yetişkin okurun metni anlamlandırma kapasitesi ve biçimi çocuk okurdan farklıdır.

Çocuklara hitap eden metinlerde ise çocuk okurun yaşının küçük olması ve yaşam tecrübesinin az olması, metinlerin çocuk duyarlılığı dikkate alınarak kaleme alınmasını gerekli kılar. Çocuk edebiyatı metinlerinde çocuğun ilgi ve ihtiyaçları dikkate alınmalıdır. Konu seçimi ve o konunun sunuluşu çocuğun metni kolay anlamlandırabileceği şekilde olmalıdır. Çocuk edebiyatı metninin dil ve anlatım özellikleri de yine çocuk okurların metni kolayca okuyup anlayabileceği yalınlık ve akıcılığa sahip olmalıdır. Aynı zamanda çocuk edebiyatı metinleri çocuklara olumsuz örnek oluşturabilecek durum ve söylemler içermemelidir. Bu durum çocuk edebiyatı metninin çocuk gerçekliği ve çocuğa görelilik ilkelerine uygun şekilde kurgulanması gerekliliğini ortaya çıkarır.

“ ‘Çocuk gerçekliği’, çocuğun yetişkinden farklı alımlaması, ‘çocuğa göre’lik ise çocuğa uygun dil, anlatım ve ilgilerini açımlayan iki kavramdır. ‘Çocuk gerçekliği’ parantezi, çocuk evrenine özgü konu, davranış ve duyarlılıkları içine alır. Çocuk edebiyatında biçeme/üsluba rengini veren temel kavram yazarın-sanatçının ‘çocuğa göre’lik tutumu ve ‘çocuk gerçekliği’ yaklaşımıdır” (Şirin, 2016: 24).

Çocuk gerçekliği ve çocuğa görelilik ilkelerine uygunluk hem çocuk edebiyatı metninin nitelikli metinler olmasını sağlar hem de çocuk edebiyatı metninin yetişkin edebiyatı metinlerinden farklı özellikler göstermesinin temel sebebidir. Bu sebeple her ikisinde de çocuk

karakterler yer almış ve aynı konu ele alınmış olsa da çocuk edebiyatı metinleri ile yetişkin edebiyatı metinleri birbirinden farklı özellikler gösterir.

YÖNTEM

Bu çalışmada Zülfü Livaneli'nin Balıkçı ve Oğlu (Livaneli, 2022) romanı olay örgüsündeki “çocuk” varlığı açısından incelenmiştir. Çalışma bir nitel araştırmadır. Veriler doküman incelemesi yapılarak elde edilmiştir. “Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen olgu ve olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar” (Yıldırım ve Şimşek, 2021: 189). Çocuk ve bebek karakterlerle ilgili önemli olay ve durumlara örnek bölümler, kitaptan alıntılanarak bulgular bölümünde verilmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Kitabın Dil ve Anlatımı

Kitabın sade ve kolay anlaşılır bir dil ve anlatıma sahip olduğu söylenebilir.

Mustafa ve Mesude

“Onu çocukluğundan beri tanıyan yaşlı balıkçılar, her zaman sakın bir insan olduğunu, ne var ki Deniz adını verdiği oğlu yedi yaşındayken boğulduktan sonra daha da içine kapandığını anlatırlardı. Bir gün oğluyla denize açılıp, onsuz geri geldikten sonra canlı cenazeye dönmüş, akşamdan sabaha ağlayıp duran, bağrını döven karısıyla bile konuşmaz olmuştu ” (Livaneli, 2022: 10)

“Oğlunu kaybettikten sonra rengi bile değişmişti sanki genç kadının. Yüzü, bakışları, yeşil gözlerindeki ışıltı, her şey, her şey solmuştu” (Livaneli, 2022: 10).

“Görünmez mayınlar döşenmişti evin içine, en ufak bir yanlışlıkta patlamalar kaçınılmazdı. O eşiği aşarlarsa bir daha geri dönüşü yoktu zaten” (Livaneli, 2022: 10).

Yukarıdaki bölümlerde Mustafa ve Mesude'nin oğulları Deniz'i kaybetmeleri üzerine duydukları derin üzüntü ve aile içi iletişimlerinin azalışı anlatılmaktadır. Bu durum hem karakterlerini hem de ilişkilerini etkilemiştir.

Mustafa'nın Oğlu Deniz'in Denizde Kaybolması

“Pazar günü denize meraklı oğlunun onunla birlikte sabah erkenden kalkışı, gözlerinin içi gülen yedi yaşındaki çocuğun motor denize açılırken duyduğu sevinç, elini aşağı sarkıtıp minik parmaklarının suları yararak ilerleyişini izlemesi, ‘Baba baba, bana bak!’ diye bağırması, babasının dikkatli ol demesi üzerine başını kaldırıp ona minnettar gözlerle bakışı, sonra gökyüzünü kara bulutların kaplaması, o serin rüzgâr, açık denizde çıkan fırtına, kayığın denizin ortasında bir ceviz kabuğu gibi sürükleniş, yandan gelen bir dalgaya direnemeyerek alabora oluşu, ters dönen sandala yapışmış durumdayken, su

dolan gözleriyle her yere baktığı halde oğlunu bir türlü göremeyişi, kabaran denize dalıp dalıp çıkmaları, denizin altını da karıştıran fırtınada saatlerce oğlunu araması, devrilmiş sandalın üstüne çıkarak umutsuzca çevreyi gözden geçirmesi, acaba bir ağa mı takıldı diyerek sudaki ağları araştırması, bir yandan *Allah'im Allah'im yardım et ne olur, hayır hayır* diye dua ederek çırpınması teker teker gözünün önüne gelirdi. Fırtına sırasında da fırtına dindikten sonra da hiç olmazsa cesedini bulayım diye günlerce dalmasına rağmen hiçbir iz bulamamıştı” (Livaneli, 2022: 11).

Yukarıdaki bölümde Mustafa ve Mesude'nin oğulları Deniz'in denizde kayboluşu anlatılmaktadır. Bu olay onlarda derin bir üzüntüye sebep olmuştur. Bu olay, kitabın olay örgüsünde çok önemli bir yere sahiptir. Kitabın ilerleyen bölümlerinde yaşanacak birçok olayın nedeni temelde Deniz'in denizde kaybolması ve bir daha bulunamamasıdır.

Mustafa'nın Denizde Samir'i Bulması

“Mustafa, asıl arkadaşının, baba dediği büyük yunusun bütün heybetiyle yaklaşmakta olduğunu gördü. Baba yunus, çok yavaş geliyordu ve burnuyla renkli bir şey itiyordu. Mustafa motoru durdurdu, daha iyi görmek için ayağa kalktı. Yunus kırmızı, plastik cankurtaran simidine benzer bir şeyi ite ite sandalın yanına kadar getirdi ve o zaman Mustafa büyük bir şaşkınlığa düştü. Minik bir şişme botun içinde küçücük bir bebek vardı. Gözleri kapalı, yüzü morarmış, hareketsiz bir bebek. Bota bağlanmıştı. Mustafa'nın yüreği hızla atmaya başladı, soluğu sıklaştı, *Allah beni imtihan ediyor herhalde* diye düşündü. O anda yaşadığı olayı tam kavrayamadan, daha düşünmeye bile vakit bulamadan, hayatının değişmek üzere olduğu önsezisiyle sarsılan insanlar gibi, gündelik hayatın bir tansığa evrildiği duygusuyla eğilip bebeğin iplerini çözdü, minik gövdeyi kucağına aldı” (Livaneli, 2022: 23-24).

Yukarıda alıntılanan bölümde balığa çıkan Mustafa'nın baba yunusun getirdiği küçük bir botun içinde küçük bir bebek bulması anlatılmıştır. Daha sonra bebeğin asıl isminin Samir olduğu anlaşılabacaktır. Bu olay, olay örgüsündeki en önemli gelişmelerden biridir. Mesude ve Mustafa için Samir, yaşama dair yeni bir umut kaynağıdır.

Deniz'in Doğumu

“Mustafa'nın bebeği kucağına almayarak odaya dalışı, -kan, kan, kan... sanki Mesude bir al bayrak üstünde yatıyor- kanın aşırı kırmızı, aşırı ıslıtlı görünüşünün yarattığı korku ve dehşet duygusu, Mesude'nin halsiz gülümseyişi, eve yayılan karanfilli lohusa şerbeti kokusu” (Livaneli: 2022: 70).

“Sonra doktor ciddi bir tavırla, ‘Çok büyük bir tehlike atlatmış’ dedi, ‘keşke hastanede doğum yapsaydı, ebe kanı neyle durdurdu bilmiyorum, tesadüfen hayatta kalmış kızınız ama bir daha doğum yapması çok riskli. Ben olsam yapmam.’” (Livaneli, 2022: 71)

Yukarıda alıntılanan bölümlerde Mustafa ve Mesude’nin oğulları Deniz’in doğumu ve sonrasında tekrar çocuk sahibi olmalarının Mesude’nin sağlığı açısından riskli olacağının doktor tarafından ifade edilmesi anlatılmaktadır. İki bölümün de yetişkin duyarlılığı dikkate alınarak anlatıldığı görülmektedir. Özellikle doğum sırasındaki kan betimlemeleri, okurda yaratması muhtemel korku ve gerilim duygularının yoğunluğu sebebiyle çocuk okurlara çok da uygun değildir.

Filiz’in Oğlunun Doğumu

“Yeni bebek 3 kilo 200 gram doğmuştu. Kendi zayıf bebekleri de aşağı yukarı o ağırlığa gelebilmişti. Zaten çok küçük olduğu için bir kuşku uyandırmazdı, yine de kimsenin Filiz’in bebeğiyle kendi Denizlerini yan yana görmemesi gerekiyordu. Bebeklerin birisi şeftali gibi pespembe, öteki ise epeyce esmerdi, ikiz olduklarına kimse inanmazdı” (Livaneli, 2022, s. 75). Yukarıda alıntılanan bölümde kitabın bir başka bebek karakteri olan Filiz’in oğlunun doğumu anlatılmıştır. Mesude ve Mustafa kendi buldukları bebeği Filiz’in oğlunun ikizi gibi göstermek istemişlerdir.

Mesude’nin Samir’in Gerçek Annesini Bulması

“Mesude ya bildiğinden ya da gerçekten benzediğinden olmalı, kadının gözlerinde Deniz’i gördü. Bebeğin anası olduğunu bir bakışta anladı, hiçbir kuşkuyla yer yoktu. Genç kadın birden yabancı dilde bir şeyler söylemeye, ağlamaya, yakınmaya başladı. Ne dediğini anlamasalar bile kadının umutsuzluk içinde kıvrandığını görüyor, sesindeki yakıcı acıyı kavrayabiliyor, Samir Samir diye çırpınmasını görebiliyorlardı” (Livaneli, 2022: 82).

Yukarıdaki bölümde Mesude’nin hastaneye gidip Samir’in gerçek annesini görmesi anlatılmaktadır.

Mesude ve Mustafa’nın Kavgası ve Mesude’nin Evi Terk Edişi

“Mesude onun gözlerinin içine bakarak, ‘Asıl sen beni iyi dinle’ dedi. ‘O bebeğin annesi var, bugün gidip gördüm kadını. Ben Deniz’i kaybettiğim zaman nasıl cehennem acılarına gömüldüysem o kadın da Samirinden dolayı o durumda. Yanıyor kadın diyorum, anlamıyor musun, yanıyor” (Livaneli, 2022: 83).

“Mesude de sesini yükseltti. ‘Ne yapacaksın be?’ dedi, ‘Vuracak mısın bana, vur, vur hadi. Ben çocuk hırsız değilim!’” (Livaneli, 2022: 83).

“Mustafa ‘Şu rezilliğe bak!’ diye bağırды, Sen kadın olup bana bir evlat veremiyorsun, sonra da kaderin bana hediye ettiğı oğlumu geri vermeye kalkıyorsun, hadi yıkıl karşımdan.’

Bu kadar sertlik üzerine Mesude gözlerinde nefret ifadesiyle kocasına baktı, başına bir sıcaklık yükseldi aniden, içinden o kasılmış surata sert bir tokat patlatmak geldi, yapardı da ama son anda kendini tuttu, bir pisliğe bakar gibi küçümseyerek süzdü Mustafa’yı, sokak kapısını çarparak evden çıktı gitti. Annesinin evine doğru yürürken sinirden titriyordu. Mustafa’yla hiçbir zaman bu hale gelmemişlerdi” (Livaneli, 2022: 84).

Yukarda alıntılanan bölümlerde Mesude’nin Samir’i gerçek annesine vermek istemesi üzerine Mustafa’yla yaptıkları kavga ve Mesude’nin evi terk ediş i anlatılmaktadır. Neredeyse şiddete varacak olan kavga ve hakarete varacak sert sözler olay örgüsünün yetişkin okurlar dikkate alınarak kurgulandığının bir göstergesidir. Çocuk okurlara hitap eden metinlerde şiddet, hakaret ve olumsuz örnek oluşturabilecek davranışlar yer almamalı ve olay örgüsü çocuk duyarlılığı dikkate alınarak geliştirilmiş olmalıdır.

Mesude’nin Bebeğı Annesine Teslim Etmesi ve Mustafa’nın Cezaevi’ne Girmesi

“Dördüncü kata çıktı, hasta kadının yattığı odaya girmeden önce Samir Deniz’i son kez öptü, sonra zavallı kadın ne olduğunu daha anlayamadan bebeğı onun kucağına bıraktı; kadının gözleri büyüdü, inanamadan baktı bebeğı”. (Livaneli, 2022: 89).

“Sonunda savcı ikisini de çocuk kaçırmak, alıkoymak, resmi makamlara yalan ifade vermek gibi birçok suçtan tutuklanma talebiyle mahkemeye sevk etti. Hızlı bir sorgudan sonra Mesude tutuksuz yargılanmak üzere serbest bırakıldı, Mustafa ise cezaevine konuldu” (Livaneli, 2022: 90).

Yukarıdaki bölümlerde Mesude’nin Samir’i gerçek annesine geri vermesi ve Mustafa’nın cezaevine girmesi anlatılmaktadır.

Mesude ve Mustafa’nın Samir’in Koruyucu Ailesi Olması

“Sonra avukat, düzgün cümlelerle durumu anlattı. Afganistan’a geri gönderilecek olan Zilha Şerif, eğer kabul ederlerse oğulları Samir Şerif’i, Sılacı ailesine, koruyucu aile olarak bırakmak istiyordu. Bu konuda resmi makamlara bir dilekçe vermişti (Livaneli, 2022: 124-125).

“İki kadın tek kelime edemeden her şeyi konuşmuşlardı. Emanet edenle emanet edilen arasında, iki ana olarak derin bir bağ kurulmuş, sözler verilmiş, yeminler edilmişti” (Livaneli, 2022: 126). Yukarıdaki bölümde Samir bebeğ in annesi Zilha’nın isteğıyle koruyucu aile olarak Mustafa ve Mesude’ye verilmesi anlatılmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada Zülfü Livaneli'nin Balıkçı ve Oğlu (Livaneli, 2022) romanı, “çocuk” varlığı açısından incelenmiştir. Romanda oğulları Deniz'i denizde kaybeden ve bir daha bulamayan Mustafa ve Mesude çifti için çocuk, öncelikle acı, özlem ve geçmişteki güzel anıları ifade etmektedir. Çocuklarını kaybetmeleri, Mesude ile Mustafa'nın karakterleri ve aile içi iletişimleri üzerinde çok etkili olmuştur. Bu olay, kitabın olay örgüsünün temeli olarak kabul edilebilir. Daha sonra Mustafa'nın denizde bulduğu küçük bir bota bağlı bebek onlar için umut ve yaşama tutunma amacı olmuştur. Bu açıdan bakıldığında kitapta “çocuk” aile içinde birleştirici yönü ile ele alınmış, aile ve birey yaşamının önemli bir parçası olarak görülmüştür denebilir.

Olay örgüsü Mustafa ve Mesude'nin bebeği önce gizlemesi, Mustafa'nın kardeşi Filiz'in bebeği olarak gösterip evlat edinmiş gibi yapmaları, bebeğin gerçek annesinin bulunması ve Mesude'nin bebeği gerçek annesine teslim etmesi, sonrasında aralarının bozulması ile devam etmekte ve bebeğin koruyucu ailesi olmalarıyla sona ermektedir. Kitabın olay örgüsünün temelinde çocuk ve bebek karakterlerle ilgili yaşanan durumlar üzerinden ilerlediği söylenebilir. Kitapta Deniz, çocuk karakter; Samir ve Filiz'in oğlu ise bebek karakterlerdir. Özellikle Deniz ve Samir olay örgüsünde önemli bir yere sahiptir. Ancak kitabın başkışileri çocuk ve bebek karakterler değil, yetişkin karakterler olan Mustafa ve Mesude'dir. Olaylar yetişkin bakış açısıyla ve yetişkin duyarlılığı dikkate alınarak kurgulanmıştır. Çocuk okurlara olumsuz örnek olabilecek şiddet ve hakareti sezdiren olaylar ya da onları olumsuz etkileyebilecek durumların betimlendiği görülmüştür. Roman, kolay anlaşılır bir dil ve anlatıma sahiptir. Kurgusunda çocuk ve çocuğa bağlı durumlar fazladır ancak tüm bunların yanında roman yetişkin duyarlılığıyla kaleme alınmıştır. Romanda “çocuk”, yetişkinlerin yaşamını etkileyen önemli bir unsur ve kişi olarak yer almaktadır. Ancak olayların merkezindeki kişi değil, olayların nedeni konumundadır. Kitap çocuk okurlardan ziyade yetişkin okurlara hitap etmektedir.

KAYNAKÇA

Yararlanılan Kaynaklar

- Aktaş, Ş. (2009). Edebî Metin ve Özellikleri. *Journal of Turkish Research Institute*, 15(39), 187-200.
- Şirin, M. R. (2016). Edebiyat ve Çocuk Edebiyatı Edebiyatın Amacı ve İşlevi. *Türk Dili Dergisi*, CX (780), 12 - 31.
- TDK (2025). Türk Dil Kurumu Sözlükleri Güncel Türkçe Sözlük. Erişim tarihi: 29.08.2025. <https://sozluk.gov.tr/>
- Yıldırım, A., Şimşek, H. (2021). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri. Ankara: Seçkin.
- İncelenen Kaynak**
- Livaneli, Z. (2022). Balıkçı ve Oğlu. İstanbul: İnkılâp.

ALİ FERİT BEY'İN PRATİK EĞİTİME YÖNELİK FİKİRLERİ VE EDİRNE EĞİTİM TARİHİNE KATKISI

Tuba ELMAS

Trakya Üniversitesi, Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi Bölümü (Rektörlük), Edirne, Türkiye

ORCID: 0009-0002-3967-0653

ÖZET

Ali Ferit Bey Fransa'nın Nancy kentinde özellikle uygulamalı eğitim ve tarım üzerine fikirlerinin şekillenmesini sağlayan öğrenimini Matiyö dö Dumbal Ziraat Ameliyat Okulu'nda tamamlamıştır. Aldığı eğitimin ardından Manastır'da Ziraat ve Ulûm-u Tabibiye öğretmeni olarak görev yapmıştır. Balkan Harbi yenilgisine kadar Darülmualimin Müdürlüğü'nde çalışmalarına devam eden Ali Ferit Bey 1914 yılında Edirne Sanayi Mektebi'nde müdür olarak görev almıştır. Balkan ülkelerinde ve Avrupa'da sanayi eğitimi veren okulları gezerek yerinde inceleme imkânı bulmuştur. Okullarda verilen eğitim üzerine “Yeni Fikir” dergisinde eleştirel yazılar yazarak özellikle eğitimin üretim temeline dayanmadığına dair dikkat çekmiştir. Meslek edindirmeye yönelik eğitim vermek amacıyla açılan sanayi okullarının kâtip, mızıkacı, polis ve kondüktör gibi daha çok devlet memuru yetiştiren kurumlar haline geldiği yönünde fikirlerini beyan etmiştir. Bu yüzden sanayi mektepleri ülkenin zanaat yönünden gelişmesine fayda göstermemektedir. Ali Ferit Bey okulların pratik sanat eğitimi veren kurumlar haline getirilmesini önermiştir. Ülkenin ihtiyaçlarını göz önüne alarak sanayi eğitimi veren okullarda öğrencilere demircilik, tesviyecilik, çilingirlik, tenekecilik, doğramacılık, elektrikçilik, makine ve motorculuk, değirmencilik gibi eğitim verilmelidir. Hatta bu eğitim alanları ile de yetinmeyip okullara ziraat derslerinin eklenmesiyle, fabrika idareciliği, konservecilik, soğuk havacılık, sütçülük ve tereyağı makineleri ile ilgili eğitimler verilerek ülkenin ihtiyacı olarak pratik eğitim almış öğrenciler yetiştirilmelidir. Ali Ferit Bey öğrencilerin okul hayatını ve okulda verilen dersleri sevmeleri ile de ilgilenmiştir. Görev yaptığı Alasonya'da düzenleyemediği “Ağaç Bayramı”nı Edirne'de düzenlemeye imkân bulan Ali Ferit Bey Edirne'de daha sonra “Mektepliler Bayramı” olarak devam edecek geleneğin de başlamasını sağlayan kişi olmuştur. 14 Mayıs 1914'te Edirne Sanayi Mektebi'nde başlayan Mektepliler Bayramı günümüzde Edirne Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nde devam etmektedir. Bu çalışma ile Ali Ferit Bey'in II. Meşrutiyet dönemindeki eğitim görüşleri, okullardaki eğitimin pratiğe dönüştürmedeki yetersizliği ve öğrencilerde oluşması istenilen okul sevgisi ve öğrenme becerileri değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Ali Ferit Bey, sanayi eğitimi, Mektepliler Bayramı, Ağaç Bayramı

ALİ FERİT BEY'S VIEWS ON PRACTICAL EDUCATION AND HIS CONTRIBUTION TO THE HISTORY OF EDUCATION IN EDİRNE

ABSTRACT

Ali Ferit Bey completed his education in Nancy, France, where his views on applied training and agriculture were shaped at the Matiyö de Dumbal School of Agricultural Practices. After his graduation, he worked as a teacher of Agriculture and Natural Sciences in Manastır and later served as the director of the *Darülmualimin* until the defeat of the Balkan War. In 1914, he was appointed as the director of the Edirne School of Industry. During his career, he visited several industrial schools in the Balkans and Europe, gaining firsthand knowledge of their practices. He published critical articles in the journal *Yeni Fikir*, emphasizing that education in these institutions lacked a production-oriented foundation. According to him, industrial schools had shifted from their original mission of providing vocational training to producing state officials such as clerks, musicians, policemen, and conductors, thus failing to contribute to the country's artisanal and industrial development. He advocated for the transformation of these schools into institutions of practical arts, training students in blacksmithing, carpentry, mechanics, electrical work, and agriculture-related fields such as factory management, food preservation, and dairy production. In addition to vocational education, he also sought to foster students' affection for school life. His initiative in organizing the first *Tree Festival* in Edirne in 1914, later institutionalized as the *Students' Festival*, reflects these efforts. This study evaluates Ali Ferit Bey's educational views during the Second Constitutional Era, his critique of insufficient practical training in schools, and his contributions to the educational history of Edirne.

Keywords: Ali Ferit Bey, practical education, industrial schools, Students' Festival; Tree Festival.

DOSTOYEVSKİ EDEBİYATINDA TANRI KAVRAMI**Farasat Babazade Rafael**

Philology student at Nakhchivan State University, Azerbaijan

ORCID: 0009-0001-3765-2892**ÖZET**

Dostoyevski'nin edebiyatını anlamak için onun psikolojisine, derin içsel çatışmalarına ve insan ruhunun karanlık yönlerini cesurca ortaya koyma biçimine odaklanmak gerekir. Freud'un da belirttiği gibi, onun karakterleri yüzeyde garip, tutarsız veya rahatsız edici görünebilir; fakat bu, bilinçli bir tercih olmaktan çok, yazarın kendi iç dünyasındaki zorunlulukların, korkuların ve tutkuların yansımasıdır. Dostoyevski yalnızca iyilik ve güzellikten değil, aynı zamanda suç, günah, acı, nefret ve parçalanmışlıktan da söz eder. Ona göre insan ne tamamen iyi ne de tamamen kötüdür; bu nedenle eserlerinde olay örgüsünden çok, vicdanın fısıltıları ve ruhun karanlık koridorları ön plandadır. Karamazov Kardeşler bu anlayışın doruk noktasıdır. İman ve şüphe, kötülük, özgürlük, Tanrı ve ahlak gibi temel meseleler etrafında şekillenir. İvan ile Alyoşa'nın dine bakışlarının çarpıştığı sahne, "kötülük problemi" üzerine keskin bir sorgulamadır: Masum bir çocuğun acısını hangi ilahi plan açıklayabilir? "Büyük Engizisyoncu" bölümü ise özgürlük ile iman arasındaki gerilimi sembolik bir dille işler. İvan, "Tanrı yoksa her şey mubaktır" derken, bu düşünce Smerdyakov'un cinayete yönelmesinde etkili olur. Burada Dostoyevski, Suç ve Ceza'daki Raskolnikov'la paralellik kurar; her ikisi de cinayeti haklı nedenlerle işler, fakat sonunda vicdan azabına yenilir. Bu sorgulamalar, 17. Yüzyılda Descartes'ın ortaya koyduğu "şüphe yöntemi"ni hatırlatır. Descartes, kesin bilgiye ulaşmak için tüm inançları sorgulamak gerektiğini savunmuştu. Dostoyevski'nin karakterleri de benzer biçimde, inançlarını temellerine kadar sarsar; ancak Descartes'ın vardığı rasyonel "varım" sonucuna karşılık, Dostoyevski'nin kahramanları çoğu kez huzura değil, varoluşsal bir sancıya ulaşır. Yine de bu karanlığın içinde Alyoşa'nın sevgisi bir ışık gibi parlar. Dostoyevski'nin son mesajı nettir: İnsanı gerçekten kurtaracak olan, kelimelerin ötesine geçen bir sevgi eylemidir.

Anahtar Kelimeler: iman, sevgi eylemi, Tanrı'nın adaleti, felsefe**THE CONCEPT OF GOD IN DOSTOYEVSKY'Y LİTERATURE****ABSTRACT**

One must concentrate on Dostoevsky's psychology, his intense internal conflicts, and his fearless depiction of the dark side of the human soul in order to properly understand his writings. Freud also noted that although his characters may come off as odd, contradictory, or unpleasant at first glance, this is not a deliberate decision but rather a reflection of the author's own inner world, fears, and impulses. Dostoyevsky discusses crime, sin, suffering, hatred, and disintegration in addition to generosity and beauty. Since he believes that people are neither

totally good nor completely bad; therefore, in his works, the whispers of conscience and the dark corridors of the soul take precedence over the plot. The pinnacle of this concept is found in *The Brothers Karamazov*. It revolves around fundamental issues such as faith and doubt, evil, freedom, God, and morality. The "problem of the evil" is sharply questioned in the scene where Ivan and Alyosha argue about their religious beliefs: What divine scheme might be to blame for an innocent child's suffering? The conflict between freedom and faith is metaphorically examined in the "Grand Inquisitor" chapter. "If there is no God, then everything is licit," Ivan says, and this comment affects Smerdyakov's preference to crime. Here, Dostoevsky compares Raskolnikov in *Crime and Punishment* to Dostoevsky, who both murder for what they think are legitimate reasons nevertheless ultimately succumb to remorse. These questions recall Descartes' "method of doubt" from the 17th century. Descartes maintained that in order to arrive to certain knowledge, all beliefs must be addressed. Like Descartes' characters, Dostoevsky's protagonists shake their ideas to their core, but Descartes' conclusion is more rational: "have objective existing or being." But Alyosha's love glows like a light amid this darkness. In his final message, Dostoevsky makes it abundantly obvious that the thing that genuinely saves humanity is an act of love that goes beyond words.

Keywords: faith, act of love, God's justice, philosophy

INTRODUCTION:

Born in Moscow in 1821 as the second child of the family, Dostoevsky's father was a religious doctor. The doctor, whose father was a priest, emphasised the strict observance of religious rules in his family. The fact that an Orthodox monastery, which had been entrusted to the custody of the Dostoevsky family, complained about the Dostoevskis' harsh behaviour towards Orthodox monks proves that the Dostoevskis had a good position in the country (otherwise one of the Orthodox monasteries would not have been entrusted to their custody). The foundations of Fyodor's religious faith were first laid in this way by his family. In contrast to the authoritarian and stingy personality of his father, the son developed a generous and tolerant personality.

MATERIAL AND METHODS

Sigmund Freud made a striking comment on the influence of his father's harsh temperament on him and argued that it was not accidental that the subject of the novel "*The Brothers Karamazov*" was patricide. According to Freud, Fyodor hated his father and wished for his death, but when his father died, he felt a deep regret for this desire.

"Sizin de gözünüzden kaçmadığına emin olduğum, onun edebiyatındaki tuhaflık bizler için yadırgatıcıdır, Rus insanı içinse olağan bir ruhsal durumdur. Öncelikle ızdırap verici, yadırgatıcı ilgilenir. Ancak bu gibi şeyler ruh çözümü olmadan kavranamaz. Baba katilliğini ele aldığı Karamazov Kardeşler Dostoyevski'nin kişisel sorunudur. Başkalarına olan sevgisindeki alışılmamışlıklar, içgüdüsel öfke veya sınırsız acıma, kahramanları seviyor mu, yoksa nefret mi ediyor, seviyorlarsa kimi seviyorlar... Bütün bunların temeli onun psikolojisidir. Patolojik yanlarına vurguladığım için, Dostoyevski'nin ozansal yaratıcı gücünü küçümsüyor olduğumu düşünmeyeceğinizi biliyorum. Fakat şimdi çok uzadığına inandığım mektubu bitirirken bu konunun sabır gerektirdiğini de söylemek isterim."

In Sigmund Freud's letter to Stefan Zweig about Dostoevsky, he explains that in order to understand Dostoevsky's literature, one must delve into his psychology, his inner world and the contradictions he experienced. As Freud pointed out, his characters may seem strange, even disturbing on the surface. But these strangenesses are not a conscious choice, but the result of an inner necessity. Dostoevsky's novels are a reckoning with the dark aspects of man. He puts not only goodness and beauty but also crime, sin, pain, hatred and inner fragmentation at the centre of literature. His characters are not separated by clear lines; they both love and hate, both suffer and inflict pain on others. They oscillate between faith and doubt, they forgive, but they also want revenge. These complexities are like a mirror of the author's own mental world.

"Dostoyevski'nin sırrı budur: Onun Tanrı'ya ihtiyacı vardır, ama onu bulamaz. Bazen ona ait olduğunu sanır ve o anda esrimeye tutulur, inkâr etme ihtiyacı onu yeniden yeryüzüne fırlatır. Tanrı ihtiyacını ondan daha şiddetli idrak eden olmamıştır. "Tanrı benim için şu yüzden gereklidir," der bir keresinde "çünkü o insanın her zaman sevebileceği tek varlıktır."

As Stefan Zweig has pointed out, Dostoevsky's greatest secret is the tragic tension between his deep need for God and his inability to find Him. In his life and works, God appears as an absolute necessity, but at the same time as an entity that is constantly questioned and sometimes denied. For him, God is not an abstract being, but a need that resonates in the deepest part of the conscience. Dostoevsky's character of God is therefore not only a religious symbol, but also the name of man's longing for an infinite love and forgiveness.

"Bir işi yarım yamalak yapmayı sevmiyorum; gerçeğin yarısını söylemek, hiçbir şey söylememektir. Ama gerçeğin özü şu: eğer okumasını biliyorsan, bütünüyle yakalayacaksın onu."

These statements, which Dostoevsky expressed in his letter to his brother on 22 February 1854, are the key to his literary understanding. It is clear from these words that Dostoevsky's aim was not only to present the truth piece by piece, but also to comprehend and reflect it in all its depth. The complex characters, internal conflicts and contradictions we encounter in his novels are a manifestation of this holistic search for truth.

Based on Dostoevsky's own statement, it is possible to say the following: Dostoevsky not only expresses his own opinion in his writings, but also imposes on the reader the responsibility of thinking and searching for his own truth. Therefore, Dostoevsky established literature not as a narrative, but as the stage of man's struggle to reach the truth. In this respect, his texts can be regarded not only as a personal introspection, but also as a philosophical expression of the human condition in its purest and most naked form.

Dostoevsky's philosophy is based on human freedom, belief in God and morality. According to him, man can both rise and fall because he is free. Freedom makes man grow, but it can also make him the architect of his own pain. This idea permeates almost all his works. Raskolnikov's thinking himself an "extraordinary man" and committing murder, Ivan Karamazov's rebellion against God, Knyaz Myshkin's pure goodness crashing into the world and shattering... All of these are literary manifestations of the contradictions that man carries within himself.

Therefore to Dostoevsky, man is neither completely good nor completely bad. That is why his novels tell not only about events but also about the dark inner conflicts of the soul. He writes not to comfort his readers, but to shake them and make them think.

Dostoevsky put God at the centre of his novels and tried to evaluate the meaning of life within this framework. According to him, God has an important place in determining man's perspective on the world. People's belief or denial in God plays an important role in shaping their understanding of freedom and morality.

"The Brothers Karamazov" is Dostoevsky's last and most voluminous work; its weight comes not only from its pages but also from the ideas it conveys. In this novel, countless subjects are touched upon, each character is perceived to harbour a deep echo. The familiar themes from the author's previous works appear here with a new breath of fresh air; the discussion of free will in "Notes from the Underground", the problematic of faithless morality in "Crime and Punishment", the pure but benevolent spirit in "The Idiot" come to life again in these pages.

RESULTS AND DISCUSSION

These are some of the problems in the book:

1. Faith and Doubt

On the one side there is a person who is devoted only to his religion and shows faith, and on the other side there is a person who does not accept religious logic and approaches it with doubt. Does a believer lose his faith when he doubts?

2. The problem of evil

Why do we do evil? Why be good when we can be bad? Is being evil innate or acquired? Can a bad person become a good person again or is evil unstoppable?

3. Freedom and Religion

If we are free, why do we need religion? Does religion liberate or constrain man? Does man believe of his own free will, or is faith often born of fear and necessity?

4. God and Morality

Can one be a good and virtuous person without God? Is it only through fear of reward (heaven) or punishment (hell) that one can be good, or is goodness possible independently of God? Does moral behaviour depend on faith or is it part of human nature?

“Dostoyevski’nin yaşlı Karamazov tipini yaratırken aklında babasının bulunduğunu düşünmüşümdür her zaman. Dostoyevski, Fyodor Karamazov tipni yaratırken belki de babasının, oğullarının çok fazla ıstırap duymalarına ve uğradıkları haksızlık dolayısıyla öfkelenmelerine yol açan tamahkarlığını, sarhoşluğunu ve bunun çocuklarında yarattığı fiziksel tiksinimeyi anımsamıştır. Büyükbabam ile yaşlı Karamazov arasındaki benzerliğin bütünüyle benim varsayımım olduğunun anlaşılması gerek, zira bu konuyla ilgili belgeye dayalı hiçbir kanıt bulunmamaktadır.”

Aimee Dostoevsky’s words point to a point long debated by literary critics. Indeed, it is possible to see the shadow of the author’s own father in the portrayal of Fyodor Pavlovich Karamazov. According to historical sources, Dostoevsky’s father, Mikhail Andreevich, was a harsh, angry, drunken, and at times cruel to family members. His sudden and mysterious death – rumoured to have been murdered by the villagers – may have caused a great shock to the young Dostoevsky’s psyche. For this reason, the father figure remained in the author’s subconscious as a source of both authority and fear.

The old Karamazov in "The Brothers Karamazov" is similarly a greedy, debauched father who overshadows the lives of his children. However, the point to be noted here is this: Dostoevsky transformed his own childhood traumas into a literary language rather than drawing a one-to-one portrait of his father. In other words, Fyodor Pavlovich Karamazov is not a

"biographical copy" but a philosophical synthesis of personal experiences. Therefore, although Aimee's interpretation is not based on a precise document, it is psychologically convincing.

One of the most striking episodes in the novel is the scene in which the difference of opinion between Ivan and Alyosha is sharply revealed. One day, when the two brothers meet in a restaurant, Ivan brings up religion again. While Alyosha is a believer, Ivan is a non-believer. In this meeting, while explaining why he has difficulty in embracing religion, Ivan shares a shocking incident he read in the newspaper. In the incident, a little girl was tortured to death by her own family. "I would rather give back my ticket to the world than see a child die," Ivan says. At the end of the conversation, through Alyosha's words, we realise that what preoccupies Ivan is the reason for the existence of this suffering. Why does a little child suffer? If God exists, if He is merciful, if He sees everything, why does He not prevent such suffering?

"O iğrenç yerde öcü alınmamış gözyaşları döküp göğsünü yumruklayarak, Tanrısına yalvaran yavrunun tek gözyaşına değmez bu üstün ahenk! Değmez, çünkü çocuğun gözyaşlarının hesabı sorulmadan kalıyor. Karşılık olmalı, yoksa kutsal ahengin anlamını kavramak mümkün değil. Ama neyle ödenebilir bunlar? Var mı böyle bir şey? Bir öç mü sadece? Öcü ne yapayım ben, canavarlar cehenneme gidecekmiş; cehennem, yaptıkları kötülüğü, mahvettikleri hayatı geri getirebilir mi?"

A small child dies tortured at the hands of his own parents. Religion's response to this tragedy is that the parents will go to hell and suffer eternal torment. But Ivan's main concern is this: Mother and father can be punished, but what about the child? He has suffered unspeakable pain in this world, and the torment of the parents cannot undo it. The other answer of religion is that the child will enter paradise, but even if endless beauties are spread before him, he is still a child who died in pain. At the end of this conversation, Alyosha has the floor; he is expected to defend his faith. However, he cannot give a direct answer to his brother's questions. He only responds with reactions that mean, "What you say will turn people away from religion."

One of the most impressive chapters of Dostoevsky's novel "The Brothers Karamazov", perhaps in the entire history of literature, is the chapter entitled "The Grand Inquisitor". Ivan begins to read this poem to his brother Alyosha. In this poem Jesus returns after hundreds of years. All the people start to cry for joy, except for one person - the Grand Inquisitor. When Jesus and the Grand Inquisitor meet, the Inquisitor says an interesting sentence: *"Şeytan haklıydı."* Şeytan hangi konuda haklı? *"İncil'e göre İsa vaftizinden sonra çölde kırk gün kırk gece oruç tutup ibadet etmiş. Açlık hissettiği bir anda Şeytan gelip ona " Tanrı oğlu isen, buradaki taşları ekmek haline getir, karnını doyur; demiş. İsa, " Kitaplarda – Yalnız ekmekle*

yaşanmaz yazılıdır; cevabını vermiş. Bunun üzerine Şeytan İsa'yı kutsal şehre götürüp bir kilisenin en yüksek kulesine çıkarmış. " Tanrı oğlu isen, kendini aşağı at, demiş. Çünkü Kitaplar, böyle bir şey olunca meleklerin kollarını uzatarak seni tutacaklarını yazıyor. İsa, " Tanrımı denemeye kalkışma" sözleriyle Şeytanın ikinci iğvasını da reddetmiş. Şeytan da bu defa onu yüksek bir dağa götürmüştü. Yukarıdan, aşağıya serilmiş dünyayı göstererek " Bana Secde edersen hepsi senin olur! " demiş. İsa, ancak Tanrının önünde secde edildiğini söyleyerek Şeytana onu rahat bırakmasını emretmiş, ibadetine devam etmiş. "

Therefore, according to the Inquisitor, Jesus should have accepted these 3 points of the devil. If he had, it would have been easier to believe and many unbelievers would now be believers.

"İnsan tabiatının bu temel sırrını biliyordun, bilmemene imkan yoktu, ama insanların sana kayıtsız şartsız tapınmasını sağlayacak biricik gerçeği bu dünyanın nimetlerini temsil eden bayrağı, göklerin ekmeği reddettin... Bunlar hep hürriyet uğrunaydı. Dedim ya sana, zavallı bir yaratık olan insanoğlunun baş derdi, kendilerine doğuştan bağışlanan hürriyetten sıyrılıp bunu bir an önce başkalarına devredebilmektir. " Engizisyoncunun son sözleri aslında kitabın bir çok yerine alıntı yapıyor. İsa bu konuşmanın sonucunda hiç bir söz söylemeyip sadece kalkarak Engizisyoncunu öpüyor. Aslında İsa'nın cevabı "kelimelerle ifade edilemeyecek bir sevgi eylemi" Alyoşa da Engizisyoncu benzetmesi yaparak kalkıp kardeşi İvanı öpüyor.

Although Ivan is irreligious, he wants religion to exist. Ivan's famous line: "If there is no God, everything is permissible." According to Ivan, if a person does not believe in the immortality of the soul and in the afterlife, he knows that this world is the only opportunity he has and it is very difficult to make him moral. According to Ivan, the Church should be the state and should force everyone to believe, only by force can all people be converted. Ivan doubted whether God existed or not. Philosophers, too, use their doubts about God to think their way to the truth. There is one philosopher who took the doubt about God to an advanced level - Rene Dekart. According to Dekart, the concept of God is an omnipotent, good concept. The concept of God is not a substance that we can see with our eyes, hear with our voices or touch with our hands. Even when we conceptualise God, we think of him beyond metaphysics. Does man have the capacity to invent the concept of God? According to Dekart, if God did not exist, there would be no idea of God. Dekart's conclusion is that the world exists and is more or less what it appears to be in terms of what we perceive. He believed that he had shown a way out of pure scepticism, but his critics are still sceptical about this.

Ivan's views on religion and morality greatly affect Smerdyakov. Ivan's ideas turn Smerdyakov's hatred for his father Fyodor into action. Smerdyakov is also justified in killing

his father, because his father is a disgusting person for humanity. What makes a person who has never committed murder before become a killer? Wouldn't killing a bad person bring benefit to humanity? These questions also appear in *Crime and Punishment*, one of the most important books of Dostoevsky's literature. The murder that takes place at the beginning of the book will return as a torment of conscience in the rest of the text. In this murder committed by Smerdyakov and Raskolnikov, the main purpose is not to erase a bad person from life, but in fact to prove to themselves once again how extraordinary they are. The person who leads Raskolnikov to salvation, to whom he first confesses his crime, is a girl named Sonya. According to Zosima and Sonya, the only escape from murder was confession. Even though Sonya knows this situation, she continues to show Raskolnikov love and compassion. In one of their meetings, she tells Raskolnikov the story of Lazarus in the Bible. Lazarus had died because of an illness. While his relatives were mourning at his grave, Jesus also came to this grave and a miracle happened. Lazarus rose from the grave and began to walk. Because Raskolnikov was an atheist, he did not pay attention to the story Sonya told, but later he realised that he had a great similarity with Lazarus. Raskolnikov also killed his own soul with this murder, and Sonya, just as she believed in the miracle of Lazarus, believes that Raskolnikov's soul will one day find peace.

We are all in an endless struggle between the person we want to be and the person we are. However, Dostoevsky looks at this struggle from a completely different perspective. If the person we want to be is not in harmony with our nature and if, in order to reach it, we must betray our own essence, is it really worth it? And if we say it is worth it, are we ready to pay the price?

Smerdyakov was also the most worthless person in the family. According to Zosima's ideas, what drove him to this murder was Ivan's thought that "*Tanrı yoksa her şey mübah.*"

"Ama en çok 'her şey mübah' düşüncesinin etkisindeydim. Bunu gerçekten siz öğretmişsiniz bana. Buna bezer çok şeyler söylüyordunuz o zaman: Tanrı olmadığına göre erdeme inanmak boşmuş ve gereksizmiş... Ben de haklı buldum sizi." –Smerdyakov

Ivan has no one to whom he can confess this torment of conscience. This inability to confess also affects Ivan, and he begins to go mad and sometimes even sees the figure of the devil.

CONCLUSION:

In this chaos, when we look at Alyosha, we see that he continues to do good. No matter how many difficulties he has gone through, he continues to show acts of love. What erases the notorious reputation of the name Karamazov is Alyosha's love. What Dostoevsky wanted to

show in this book is that the act of love, where words are insufficient, has a redeeming quality. In conclusion, *The Brothers Karamazov* can be read not only as a novel, but also as a philosophical text that discusses the fundamental problems of human existence. According to Dostoevsky, to understand and to save the human being is possible only through a love that goes beyond language.

REFERENCES:

1. Stefan Zweig – Dostlarla Mektuplaşmalar haziran 2009, İstanbul
2. Fyodor M. Dostoyevski – Karamazov Kardeşler XXXIII. basım mart 2024, İstanbul
3. Fyodor M. Dostoyevski – Suç ve Ceza 1. Baskı kasım 2006, İstanbul
4. Nigel Warburton – Felsefenin Kısa Tarihi 43. Basım: Nisan 2020, İstanbul
5. Aimee Dostoyevski – Dostoyevski'nin Hayatı 1. Baskı, Eylül 2020 İstanbul
6. Derleyen İnci Asena -- Dünya Yazınından Seçilmiş Mektuplar 1. Basım Ocak 1994

ATROPATENA TARİHİNİN ARAŞTIRILMASINDA ANTİK YAZARLARIN ESERLERİNİN BİLİMSEL ÖNEMİ

Parvin SAFAROVA

Phd student at the A. Bakikhanov Institute of History, lecturer at the Azerbaijan University of
Languages

ORCID ID: 0009-0008-2952-9254

ÖZET

Giriş ve Amaç: Atropatena, Azerbaycan devlet tarihinde önemli bir rol oynayan en eski devletlerden biridir. Kaynaklar, Atropatena tarihinin incelenmesinde özel bir yere sahiptir. Günümüzde, Atropatena tarihi üzerine yazılmış çeşitli çalışmalarda, bu kaynaklara başvurulması, kaynaklardaki bilgilere yaklaşımlar ve bunların kapsamlı analizi tarih yazımı açısından önem taşımaktadır. Antik yazarların eserleri, Atropatena tarihi hakkında bilgi sağlayan kaynaklar arasındadır. Antik yazarların eserleri, Atropatena'nın tarihi, coğrafyası ve etnokültürel yapısını incelemek için önemli bilgiler içermektedir. Bu makalenin amacı, Atropatena tarihinin incelenmesi için bir kaynak olarak antik metinlerin bilimsel önemini belirlemek ve bunların eleştirel ve kapsamlı bir şekilde incelenmesi için kullanılan yöntemleri analiz etmektir.

Materyal ve Yöntemler: Antik yazarların eserleri - Strabon'un "Coğrafya"sı, Plutarkhos'un "paralel yaşamlar"ı, Arrianın "Anabasis"i, Diodor'un "Tarih Kütüphanesi", Polybin'in "Genel Tarih"i vb. - çalışmanın temel bilgi tabanını oluşturmaktadır. Konunun incelenmesi sırasında karşılaştırmalı analiz ve eleştirel analiz yöntemlerine öncelik verilmiştir. Bu nedenle, antik yazarların sunduğu bilgilerin güvenilirliğini, taraflı olup olmadığını değerlendirmek ve diğer kaynaklardan alınan bilgilerle karşılaştırmak önemlidir. Ayrıca, tarih yazımında bu kaynaklara ve yazılı eserlere atıfta bulunmak ve bunların karşılaştırılması önemli ve önemlidir.

Sonuçlar: Antik yazarların eserleri, yerel yazılı kaynakların eksikliğinden kaynaklanan boşlukları doldurdıkları için Atropatena tarihinin incelenmesi açısından yüksek bilimsel değere sahiptir. Ancak, Atropatena tarihini inceleyen yazarların taraflı tutumları ve kaynaklardaki bilgilerin yanlış analizi, tarih yazımında sorunlara yol açabilir.

Tartışma ve Sonuç: Antik yazarların eserleri, Atropatena tarihinin incelenmesi için önemli bilgiler sağlar. Metinleri, tarihsel araştırma ve yorumlamanın temelini oluşturur, ancak modern bilimsel yöntemler kullanılarak kapsamlı bir eleştirel inceleme gerektirir. Atropatena tarihinin nesnel bir şekilde incelenmesi için, yalnızca antik kaynakların eleştirel bir şekilde analiz edilmesi değil, aynı zamanda bunların arkeoloji, epigrafi ve diğer yazılı kaynaklardaki bilgilerle karşılaştırılması da gerekir.

Anahtar kelimeler: Atropatena, antik yazarlar, tarihi kaynak, tarih yazımı

SCIENTIFIC SIGNIFICANCE OF WORKS OF ANCIENT AUTHORS IN THE STUDY OF THE HISTORY OF ATROPATENA

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Atropatena is one of the oldest states that played an important role in the history of Azerbaijan's statehood. Sources occupy a special place in the study of the history of Atropatena. By this time, in various works written on the history of Atropatena, an appeal to these sources, approaches to information in sources, their complex analysis are important for historiography. The works of ancient authors belong to sources that provide information on the history of Atropetana. The works of ancient authors contain important information for studying the history, geography and ethnocultural composition of Atropatena. The purpose of this article is to identify the scientific significance of ancient texts as a source for the study of the history of Atropatena, as well as to analyze the methods of their critical and comprehensive study.

Materials and Methods: The works of ancient authors – “geography” by Strabo, “parallel lives” by Plutarch, “Anabasis” by Arrian, “Historical Library” by Diodor, “General History” by Polybin, etc. his works form the main information base of the study. During the study of the topic, preference is given to the methods of comparative analysis and critical analysis. Thus, it is important to assess the reliability of the information provided by ancient authors, whether it is biased or not, and compare it with information from other sources. Also, in historiography, reference to these sources and written works and their comparison are relevant and significant.

Results: The works of ancient authors have a high scientific value for the study of the history of Atropatena, as they fill the gaps created by the lack of local written sources. However, the biased position of the authors studying the history of Atropatena, and the incorrect analysis of the information in the sources, can lead to problems in historiography.

Discussion and Conclusion: The works of ancient authors provide important information for the study of the history of Atropatena. Their texts are the basis for historical research and interpretation, but they require thorough critical processing using modern scientific methods. For an objective study of the history of Atropatena, it is necessary not only to critically analyze ancient sources, but also to compare them with information contained in archaeology, epigraphy and other written sources.

Keywords: Atropatena, ancient authors, historical source, historiography

GİRİŞ

M.ö. IV yüzyıldan MS.227-cı yıla kadar mevcut olmuş Atropatena devleti Azerbaycan tarihinde önemli yere sahip olmakla, bölgenin önemli siyasi güçlerinden biri olmuştur. Bu devlet, Büyük İskender İmparatorluğu'nun yıkılmasının ardından karmaşık bölgesel ve uluslararası ilişkiler sistemi içinde bağımsızlığını korumayı başarmış ve siyasi istikrarın merkezlerinden biri haline gelmiştir. Atropatena tarihini incelemenin önemi birkaç faktörden kaynaklanmaktadır. İlk olarak, Orta Doğu'yu Kafkasya ve Orta Asya'ya bağlayan önemli ticaret ve askeri yolların kavşağında yer alması. İkinci olarak, Atropatena yerel ve Helenistik siyasi geleneklerin başarılı bir sentezinin örneği idi.

Zamanının ve bölgesinin önemli devletlerinden biri olan Atropatenanın tarihini incelemek, antik yazarların tanıklıklarına başvurmadan imkânsızdır. Sınırlı arkeolojik veriler, yazılı kaynakların parçalılığı ve Atropatena'ya dair yazılı bir geleneğin bulunmaması, antik eserlerin ana kaynak olarak oynadığı rolün önemini göstermektedir. Sınırlı arkeolojik veriler ve yerel yazılı kaynakların bulunmaması koşullarında, bu, Atropatena'nın siyasi tarihini, ekonomik uzmanlaşmasını ve kültürel gelişimini yeniden yapılandırmamızı sağlayan kadim bir kanıttır. Bu çalışmaların incelenmesi yalnızca bölgesel tarih için değil, aynı zamanda antik çağdaki genel kültürel etkileşim ve siyasi evrim kalıplarını anlamak için de önemlidir. Bu çalışmanın amacı, Atropatena'nın siyasi, ekonomik ve kültürel tarihinin incelenmesinde antik yazarların eserlerinin önemini belirlemek, içeriklerini eleştirel bir şekilde analiz etmek ve modern tarih yazımındaki yerlerini belirlemektir.

Atropatena tarihi üzerine yazan başlıca antik yazarlar arasında Strabon, Plutarkhos, Batlamyus, Diodorus Siculus ve Polybius sayılabilir. Bu yazarların yazıları, Atropatena'nın tarihi, siyasi coğrafyası, kültürü ve yaşamı hakkında çeşitli bilgiler içermektedir. Bu bilgiler, Atropatena'nın döneminde önemli siyasi ve ekonomik öneme sahip bir güç olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Atropatena'nın devlet tarihindeki yerinin aydınlatılmasına da yardımcı olmaktadır. Bu yazarların bilgileri modern tarih yazımında aktif olarak kullanılmakla birlikte, sıklıkla eleştirel bir yeniden değerlendirmeye tabi tutulmaktadır. Rus ve Azerbaycanlı tarihçiler (V. A. Livshits, M. I. Artamonov, F. M. Mailov) siyasi ve kültürel yönleri, Batılı araştırmacılar (M. Dandamaev, R. N. Frye, T. Daryaee) ise uluslararası ilişkiler ve ekonomiye odaklanmaktadır. Ancak, Atropatena'ya ilişkin antik kanıtların arkeolojik ve nümizmatik verilerle karşılaştırmalı analizine yönelik

kapsamlı bir çalışma henüz yapılmamıştır; bu da bu çalışmayı bilim açısından önemli ve anlamlı kılmaktadır.

Antik yazarların eserlerinde Atropatena. Atropatena hakkında önemli bilgiler veren antik yazarlardan biri Strabon'dur. 17 kitaptan oluşan “Coğrafya” adlı eseri, çeşitli bölgeler, orada yaşayan halklar ve yaşam tarzları hakkında etnografik bilgiler içerir. “Coğrafya”nın XI. Kitabı, Kafkasya Albanya'sından ve Atropatena'dan, ayrıca Medler ve Ahamenişlerden bahseder. Strabon bu eserde, Atropatena isminin devletin kurucusu ve komutanı Atropatena'dan geldiğini yazar: “Atropatena adını, bu ülkenin boyunduruk altına alınmasına izin vermeyen ordu komutanı Atropatena'dan almıştır. Nitekim çar ilan edilen Atropatena, bu ülkeyi bağımsız kılmıştır ve miras şimdi ailesinde kalmaktadır.” (Həsənov, 2017, s.6).

Strabon, Antonius ve Pompey'in bu topraklara yürüyüşü ve yürüyüşe katılanlar hakkında da bilgi verir. Antonius'un Atropatena saldırısını anlatır. Bu saldırı sırasında Antonius'un yanında savaşan arkadaşları Apollonides ve Delli hakkında bilgi verir ve saldırıyı ve sonuçlarını bu komutanların verdiği bilgilere dayanarak yorumlar. Strabon, özellikle Atropatena'nın askeri gücü hakkında Apollonides'ten, diğer tüm kısa bilgileri ise Delli'den aldığını belirtir.

Strabon, Atropatena'nın yaz merkezinin Gazaka, kış ikametgahının ise Vera olduğunu yazar. Antonius'un Partlara saldırısı sırasında Vera'yı ele geçirdiğini yazan Strabon, Vera'nın konumu hakkında da bilgi verir. Vera'nın Araz Nehri'nden 2400 stadyum uzaklıkta olduğunu yazar. (Azərbaycanın qədim tarixinə dair yazılı mənbələr, 2014, s.131).

Antik yazarların eserlerinde ölçü birimi olarak stadia'nın belirtildiği ve 1 stadia'nın yaklaşık 185 metre olarak kabul edildiği belirtilmelidir. Yazar, Atropatena topraklarının Matiana ve Media arasında bulunduğunu belirtir ve burada yaşayan Kadular, Amardalar, Tapuralar ve Kurtiler gibi kabilelerin adlarını zikreder. Strabon, Media'nın Büyük Media ve Atropate Media olmak üzere iki bölümden oluştuğunu yazar. Ayrıca Hazar Kapıları'nın bu bölgede bulunduğunu da belirtir. Hazar Denizi, Strabon tarafından Hyrcanian Denizi ve Hazar Denizi olarak adlandırılmıştır. Yazarın verdiği bilgilerden, Yunanlıların denize Hazar Denizi dedikleri açıktır.

Cicero tarafından “Tarihin babası” olarak adlandırılan Herodot, MÖ 5. yüzyılda yaşadığı için Atropatena'dan doğrudan bahsetmemiştir; Atropatena ise MÖ 4. yüzyılda bağımsızlığını kazanmıştır. Ancak Herodot daha sonra Atropatena'nın, özellikle de Medya'nın parçası olan topraklar ve halklar hakkında yazdı. Verdiği bilgiler, Atropatena'nın tarihini dolaylı olarak anlamamızı sağlar. Herodot, Tarih adlı eserinde Medya'yı, Hazar

Denizi'nin güneydoğusunda ve Partların batısında, dağlar ve verimli ovalarla kaplı geniş bir bölge olarak tanımlar. Herodot “Atropatena” terimini bilmese de, anlattığı Medya, satrap Atropos'un kendi döneminden 80-100 yıl sonra devletini kurduğu kuzeybatı kesimini de içerir (Azərbaycan tarixi üzrə qaynaqlar, 2007, s.26).

Atropatena hakkında bilgi veren antik yazarlardan biri Polybius'tur. 40 kitaptan oluşan “Genel Tarih” adlı eserinde, Atropatena'nın toprakları ve dış politikasıyla ilgili konulara değinmiştir. Ona göre Atropatena, Media'dan dağlarla ayrılan Phasis bölgesinden Hyrkania Denizi'ne kadar olan alanı kapsıyordu. Polybius, Strabon gibi Hazar Denizi'ne Hyrkania adını vermiştir. Atropatena'nın özellikle süvari olmak üzere önemli bir orduyu barındırabilecek kapasitede olduğunu vurgular. Polybius'a göre Atropatena, Ahameniş döneminde bir krallık, yani bir satraplık olarak varlığını sürdürmüştür. Seleukoslar ve kuzey göçebeleri arasında bir tampon bölge olarak stratejik öneme sahipti. Polybius, askerlerinin dağ yollarını iyi bilmeleri ve zorlu arazilerde savaşma yetenekleriyle öne çıktıklarını belirtmiştir. Yazar, Seleukos kralı III. Antiochus ile Atropatena hükümdarı arasındaki müzakereleri ele almaktadır. Polybius, Atropatena hükümdarının açık savaştan kaçınarak Antiochus ile ittifak kurmayı tercih ettiğini ve bunun ülkede iç istikrarı korumaya yardımcı olduğunu anlatır. Polybius ayrıca, Atropatena'nın güçlü hükümdarlarından biri olan Artabazan hakkında da bilgi verir ve onun zamanının güçlü ve nüfuzlu insanlarından biri olduğunu belirtir: “Bu ülkeyi yöneten Artabazan, çok güçlü ve bilge bir hükümdar olarak saygı görür ve Atropate halkı ile sınırdaki diğer halkları yönetir”. Polybius'un bu yazılarından, Atropatena'nın zamanının önemli devletlerinden biri olduğu ve hatta bir süre diğer komşu toprakları ve halkları kontrol ettiği açıktır. (Həsənov, 2017, s.6).

Romalı yazarlardan Cornelius Tacitus da eserlerinde Atropatena'dan bahseder. “Tarih” ve “Annals” adlı eserleri, Atropatena da dahil olmak üzere Medya, İberya ve Kafkasya Albanya'sı hakkında bilgiler içerir. Tacitus, Atropatena'yı Hazar Denizi'nin güneybatı kıyısında, Büyük Medya'dan dağlarla ayrılmış bir bölge olarak tanımlar. Atropatena yöneticilerinin esnek bir politika izlediğini belirtir - Partların müttefikiydiler, ancak durum değiştiğinde, topraklarını korumak için Roma ile iletişime geçmeye hazırdılar. Bu durum, Atropatena'nın iki güçlü devlet arasında yer alması ve doğrudan işgalden kaçınmaya çalışmasıyla açıklanabilir. Tacitus, Atropatena'nın dağlık araziye ve müstahkem şehirlere sahip bir bölge olduğunu ve bu durumun Roma birliklerinin girmesini zorlaştırdığını yazar. Yerel birliklerin çoğunlukla süvarilerden ve zorlu yollarda hızlı hareket edebilen hafif silahlı birliklerden oluştuğunu belirtir (Əliyeva, 2011, s.5).

Atropatena hakkında bilgi veren antik yazarlardan biri Plutarkhos'tur. Plutarkhos, Antonius'un Atropatena saldırısı hakkında ayrıntılı bilgi verir. Romalı komutan Antonius'un Atropatena'da inanılmaz zorluklarla karşılaştığını; komutan Crassus'un Part İmparatorluğu'nda yaşadığı yenilginin işlerini zorlaştırdığını yazmıştır. Dolayısıyla, yazarın eserinden, Part İmparatorluğu'nda yenilen Roma ordusunun bölündüğü ve Roma'da kullanılan cezalandırma yönteminin askerleri savaşa yönlendirmek için kullanıldığı bilinmektedir. Bu cezalandırma yöntemine göre, her on askerden biri diğerlerine ders olsun diye öldürülüyordu. Ancak bu önlemler etkisiz kalmış ve Romalılar geri çekilmek zorunda kalmıştı. Plutarkhos'a göre, Antonius liderliğindeki Romalılar Atropatena bölgesinden geldikleri yoldan değil, alternatif bir dağ eteği rotasından geri dönmüşlerdi. Görünüşe göre Atropatena bölgesinde saldırıya uğramaktan korkuyorlardı (Fazili, 1992, s.7)

Diodorus Siculus da Atropatena hakkında bilgi vermiştir. 40 kitaptan oluşan “Tarih Kütüphanesi” adlı eserinde Büyük İskender'in saldırısından ve ölümünden sonra Atropatena'nın bağımsız politikasından bahseder. İskender'in saldırısı hakkında şunları yazmıştır: “İskender ordusuyla Hirkanya'yı işgal eder ve bazen Hirkanya Denizi olarak da adlandırılan Hazar Denizi'ne kadar tüm şehirleri ele geçirir.” Diodorus Siculus daha sonra Atropatena Medyası'nın adının Atropatena'dan geldiğini yazmıştır. Ayrıca Azerbaycan topraklarında yaşayan Kadüsler ve İskitler hakkında da bilgi vermiştir (Azərbaycanın qədim tarixinə dair yazılı mənbələr, 2014, s.136).

Romalı yazarlardan Flavius Arrian, “Anabasis” (İskender'in Seferi) adlı eserinde Atropatena hakkında ayrıntılı bir anlatım yapmıştır. Olayların çağdaşı olmasa da, bu eserini kendisinden önceki yazarlara ve bazı siyasi belgelere atıfta bulunarak yazmıştır. Arrian'ın eseri, tarih literatüründe güvenilir kaynaklardan biri olarak kabul edilmektedir. Nitekim 7 kitaptan oluşan bu eser, saray günlüğü için Nearchus, Büyük İskender'in yakın arkadaşları ve önemli kişilerden gelen bilgileri kullanmıştır. Flavius Arrian'ın yazılarından, Büyük İskender'in Atropate'yi Medya satrapı olarak atadığı, Atropate Bariax adlı bir kişinin önderlik ettiği isyanı bastırdığı ve böylece nüfuzunu artırdığı anlaşılmaktadır (Əlimirzəyev, 2011, s.14).

Yahudi kökenli Romalı yazar Josephus Flavius da eserlerinde Atropatena ve Arnavutluk ile ilgili konulara değinmiştir. Ülkenin adını hükümdarı Atropatena'dan aldığını belirtmiştir. Roma-Part ilişkileri hakkında kapsamlı bir şekilde konuşan yazar, Med ve Atropatena'nın bu devletler için savaş alanlarına dönüşmesinden bahsetmiştir. Atropatena'nın, Partların

Romalılarla askeri çatışmalarda önemli bir müttefiki olduğunu vurgulamıştır. Yazar ayrıca Alanların bu topraklara saldırılarına da değinmiştir (Paşayeva, 2018, s.12).

İmparator Marcus Aurelius'un çağdaşı olan Claudius Ptolemy, Ptolemy döneminin ünlü coğrafyacılarından biriydi. Atropatena ve Arnavutluk hakkında önemli bilgiler vermiştir. Yazar, bölgede meydana gelen olaylar, özellikle de bu bölgenin tarihi coğrafyası, ekonomik ve sosyal yaşamı hakkında önemli bilgiler vermiştir. Eserinde Atropatena adı "Tropatena" olarak verilmiştir (Azərbaycan tarixi üzrə qaynaqlar, 2007, s.31).

Titus Livius'un "Roma Tarihi" adlı eseri de Atropatena'nın Roma ile ilişkileri hakkında bilgi vermektedir. Atropatena'dan Büyük İskender'in ölümünden sonra meydana gelen olaylarla bağlantılı olarak bahsetmiştir. Yazar, Atropatena'nın bir müttefik ve bazen de diplomatik müzakerelerde bir arabulucu olarak rolünü vurgulamıştır. Titus Livius'un eserinden, Atropatena'nın Roma siyasi tarihinde nasıl algılandığı anlaşılmaktadır. Sadece medyanın bir parçası olarak değil, bağımsız diplomasi yürüten bir siyasi güç olarak da çevreleri etkiliyor (Aliyev, 1987, s.17).

Ammianus Marselli de Atropatena'nın Sasani İmparatorluğu içindeki konumu hakkında yorumda bulunmuştur. Kendisinden önceki yazarlara atıfta bulunarak Atropatena'nın tarihsel gelişimi hakkında yorumlarda bulunmuştur. Şöyle yazmıştır: “Sağ tarafta Hirkan Denizi ile çevrili Media yer alır. Bu ülke, Büyük Kiros'un saltanatından önce, Asurlular tarafından fethedilmeden önce tüm Asya'nın sahibiydi ve silah zoruyla ele geçirdiği topraklara Atropatena deniyordu” (Atropatena Azərbaycan tarixçilərinin tədqiqatlarında (məqalələr toplusu), (Ə. Allahverdi red., 2024, s.47). Ammianus Marselli daha sonra Atropatena'yı Sasani İmparatorluğu'nun kuzeybatısında yer alan daha geniş Media bölgesinin bir parçası olarak tanımlamıştır. Ona göre Atropatena, Kafkasya bölgesine giden yolları kontrol eden siyasi bir güçtü. Helenistik yazarların aksine Ammianus, Atropatena'yı özerk bir eyalet olarak değil, önemli bir stratejik alan olarak görüyordu.

Antik kaynaklardaki bilgilere atıflar. Bahsi geçen antik yazarların verdiği bilgilere atıfta bulunularak yazılmış eserler mevcuttur. Bu kaynaklar hem Azərbaycan tarih yazımında hem de yabancı tarih yazımında kullanılmıştır. Modern zamanlarda antik kaynaklara da başvurulmaktadır. Abdulla Fazili'nin Atropatena tarihi üzerine yazdığı çalışmada, antik yazarların eserlerine atıf yapılmış ve Atropatena'nın tarihi-politik coğrafyası, ekonomisi ve dış politikası hakkında antik kaynaklara yansıyan bilgilere yer verilmiştir.

Antik dönem araştırmacılarından Kamal Aliyev'in temel eserlerinden biri “Azerbaycan Tarihi Üzerine Antik Kaynaklar”dır. Burada, antik yazarların eserlerinden alıntılar ayrı ayrı

yazılmış ve yorumları verilmiştir. Ferida Aliyeva da antik yazarlara dayanarak Azerbaycan'ın antik dönemi üzerine araştırmalar yapmıştır. Atropatena üzerine araştırma yapan tarihçilerden Igrar Aliyev de antik kaynaklara başvurmuştur.

Modern zamanlarda A. Bakikhanov Tarih Enstitüsü tarafından Atropatena üzerine araştırmalar yapılmış ve eserler yazılmıştır. Enstitü, 2014 yılında, antik kaynaklara yer veren ve bazı kaynakların çevirilerini ve açıklamalarını içeren “Azerbaycan'ın Eski Tarihine İlişkin Yazılı Kaynaklar” adlı kitabı yayınladı. 2024 yılında ise Tarih Enstitüsü, “Azerbaycan Tarihçilerinin Araştırmalarında Atropatena” başlıklı bir makale koleksiyonu yayınladı. Bu derlemede, Atropatena hakkında yazılan makalelerde antik yazarların sağladığı bilgilere atıfta bulunuldu ve antik kaynaklardaki bilgiler analiz edildi.

V. Pigulevskaya, E.A. Pakhomov, M.M. Dyakonov, Z.I. Yampolsky gibi yabancı yazarlar da bu kaynaklara başvurarak Atropatena tarihinin çeşitli konularını incelemişlerdir. V.V. Latyshev, P.F. Mişçenko ve G.A. Stratanovski gibi Rus araştırmacılar ise adı geçen antik yazarların eserlerini Rusçaya çevirmişlerdir (Aliyev, 1989, s.4-5; Fazili, 1992, s.11). William Whiston, Louis H. Feldman, Walter Hamilton ve diğer Batılı bilim insanları, antik yazarların eserlerini İngilizceye çevirmişlerdir. Antik yazarların eserlerinin tamamının Azericeye çevrilmediği unutulmamalıdır. Belirtilen ilgili kısımların çevirileri de Rusça veya İngilizce çevirilerden alınmıştır.

Sonuç. Antik yazarların eserleri, Atropatena'nın siyasi, ekonomik ve kültürel tarihinin yeniden inşasının eksik ve parçalı olacağı temel bir kaynak katmanını temsil eder. Strabon, Arrian, Plutarkhos ve diğer yazarların kanıtları, yalnızca bu devletin coğrafi sınırlarını ve oluşumunun ana aşamalarını belirlemekle kalmayıp, aynı zamanda Helenistik ve erken Roma dönemlerinin uluslararası ilişkiler sistemindeki rolünü de değerlendirmemize olanak tanır. Antik metinler, hanedan politikaları, askeri seferler, ticaret yolları ve bölgenin kültürel özellikleri hakkında önemli bilgiler kaydeder. Kaçınılmaz öznelliğe ve siyasi önyargıya rağmen, bu kaynaklar bilgi içerikleri bakımından benzersizdir ve çoğu zaman arkeolojik verileri tamamlar, hatta bazen aşar. Dolayısıyla antik yazarların eserleri yalnızca tarihsel kanıt olarak değil, aynı zamanda Atropatena'nın antik Doğu'nun jeopolitik alanındaki yerini anlamının anahtarı olarak da hizmet ediyor ve onun tarihsel yolculuğunun bütünsel bir resminin oluşmasına katkıda bulunuyor.

KAYNAKÇA:

- Aliyev, I. G. (1989). *Oчерк istorii Atropateny* [Очерк истории Атропатены]. Bakı: Azərneşr.
- Aliyev, K. G. (1987). *Antichnye istochniki po istorii Azerbaidzhana* [Алиев, К. Г. Античные источники по истории Азербайджана]. Bakı: Elm.
- Azərbaycan tarixi üzrə qaynaqlar. (2007). Bakı: Çıraq.

- Azərbaycanın qədim tarixinə dair yazılı mənbələr. (2014). Bakı: Turxan NPB.
- Atropatena Azərbaycan tarixçilərinin tədqiqatlarında (məqalələr toplusu) (Ə. Allahverdi red.). (2024). Bakı: Nəşriyyat şöbəsi.
- Əlimirzəyev, A. (2011). Azərbaycan diplomatiyasının miladdan öncəki tarixindən. *Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Tarix İnstitutu Elmi Əsərlər*, 36–37, 12–20.
- Əliyeva, F. (2011). Azərbaycan əhalisinin antik dövrdə məşğuliyyəti. *Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Tarix İnstitutu Elmi Əsərlər*, 36–37, 3–12.
- Fazili, A. (1992). *Ulusunu tanımayan tanrısını tanımaz (Atropatena e.ə. IV – e. VII əsri)*. Bakı: Elm.
- Həsənov, H. (2017). *Makedoniyalı İsgəndər və Atropat*. Bakı: Teas Press.
- Paşayeva, M. T. (2018). *Azərbaycanın qədim dövlətləri (e.ə. III minillik – III əsrin əvvəlləri)*. Bakı: İqtisad Universiteti Nəşriyyatı.

MILITARY STRATEGIES AND EXPANSION OF THE ISLAMIC STATE UNDER HAZRAT UMAR (RA)

Associate Professor Dr. Naseem Akhter

Department of Islamic Studies

Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar, Pakistan

Abstract

The caliphate of Hazrat Umar ibn al-Khattab (RA) was a period of reform in the history of Islam; however, with an impressive record of military successes and the foreign policy of the Islamic state's expansion. This study examines the military tactics during the era of Hazrat Umar (RA) when, through such tactics, it was possible to not only expand the size of Islamic territories in Persia, the Byzantine Empire, and other regions but also to do so in large quantities and within a short period. He did not just rely on conquests but on a highly organized process of discipline, war of moral purpose, and anticipation of a budgetary policy in administration. Hazrat Umar (RA) professionalized the army, started the use of the military registers (diwan), permanent garrisons (amsar) such as Kufa and Basra & clear rules of engagement according to Islam as an important practice. His military policies were characterized by consultation (shura), the gathering of intelligence sources, and the tactical use of military leaders such as Khalid ibn al-Walid, Saad ibn Abi Waqqas, and Amr ibn al-As. Battles such as Yarmouk and Qadisiyah were turning moments and a reflection of his military prowess. Off the battlefield, his policies brought justice, religious tolerance, and the incorporation of new conquered lands into the Islamic state. This paper brings out the fact that the vision and military leadership of Hazrat Umar (RA) have been the basis of a stable, large, and ethically controlled Islamic empire.

Keywords: Hazrat Umar (RA), Yarmouk and Qadisiyah, Byzantine Empire, military tactics

THE PROPHET'S (PBUH) ROLE IN PROMOTING WOMEN'S RIGHTS IN 7TH CENTURY ARABIA

Associate Professor Dr. Naseem Akhter

Department of Islamic Studies

Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar, Pakistan

Abstract

The Arabian society relied entirely on the patriarchal society, and the place of women in Saudi Arabian society was very de-powered owing to social, legal, and economic forms of oppression in the 7th century. It is in this context that the Prophet Muhammad (pbuh) emerged as a reformer who revolutionized women's conditions in countless and very positive ways and laid the foundation of gender equity in the Islamic religion. This paper will demonstrate how the Prophet (pbuh) solved the problem of women's rights in many aspects; these aspects include spiritual equality, legal identity, financial liberty, education access, and protection against exploitation. Prophet (pbuh) was capable of changing the culture where women were not allowed to inherit property, nor divorce, nor accept a marriage. The Prophet (pbuh) introduced the norm of freedom of property and inheritance rights that contributed to challenging the norm of non-interference of women in cultural and political aspects. His conduct in the form of deference, his consultation, and positive will towards women, was a handy model in the life of the Muslim world. The spirit of the last sermon of the Prophet (pbuh) and other Hadiths also emphasized that women must be treated with dignity, and they should also be treated morally by men. This can be presented through this paper that the reforms instituted by the Prophet Muhammad (pbuh) were not only radical on the part of Arabia but human civilization at large, and an indication of a timeless course of bringing out the rights of women in the present-day Muslim world.

Keywords: The Prophet Muhammad (pbuh), 7th-century Arabian world, Islamic religion, Women, spiritual equality, legal identity

PREVALENCE AND DETERMINANTS OF MEDICATION ADHERENCE IN MOROCCAN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES: A MULTICENTER CROSS-SECTIONAL STUDY

ARRAJI Maryem, Khaoula EL BARBI and CHAHBOUNE Mohamed

Hassan First University of Settat, Higher institute of Health Sciences, Laboratory of Health sciences and Technologies. Settat, 26000

ABSTRACT

Objectives: This study aimed to evaluate medication adherence prevalence and its determinants among Moroccan patients with type 2 diabetes mellitus.

Methods: A multicenter cross-sectional survey was conducted from February to June, 2024, included 584 patients from the Casablanca-Settat and Rabat-Salé-Kénitra regions in Morocco. The General Medication Adherence Scale (GMAS) was used to assess medication adherence, while chi-square tests and multivariate logistic regression were used to analyze the associations between independent variables and adherence.

Results: Medication adherence was observed in 96.2% of participants. In multivariate analysis, lower medication adherence was significantly associated with the use of two or more oral antidiabetics (aOR = 0.026, 95% CI: 0.001–0.642, $p = 0.026$), a diabetes duration of 11–15 years (aOR = 0.037, 95% CI: 0.001–0.956, $p = 0.047$).

Conclusion: Despite a high adherence rate, patients on dual or polytherapy and those with a longer diabetes duration exhibited lower adherence in multivariate analysis. These findings highlight the need for targeted interventions to improve adherence in these high-risk groups.

Keywords: Medication adherence; Determinants; GMAS; Type 2 diabetes mellitus; Morocco.

FOSTERING RESEARCH INTEGRITY IN NURSING STUDENTS THROUGH ETHICS EDUCATION

Khaoula EL BARBI¹, Maryem ARRAJI², Abdellah GANTARE³.

¹PhD, ²PhD Student, ³Professeur of Higher Education.

Laboratory of Health Sciences and Technologies Laboratory, Higher institute of health sciences

Context

In Morocco, the increasing importance of research ethics has revealed a gap in how nursing students understand and apply ethical principles. Despite the relevance of ethics in guiding nursing practice and protecting human subjects, little is known about students' perceptions and training experiences regarding research ethics in nursing education.

Aim: This study aimed to assess the perceptions of nursing students regarding research ethics, their understanding of ethical principles, and their views on the necessity and effectiveness of structured ethics training in improving research quality.

Materials and Methods: A descriptive pilot study with a mixed-methods approach (quantitative and qualitative) was conducted between October and December 2023 at the Higher Institute of Health Sciences in Settat, Morocco. A total of 44 nursing students responded to a structured questionnaire developed based on prior research. Data were analyzed using SPSS and narrative content analysis, following STROBE guidelines. The survey explored students' understanding of ethics, ethical dilemmas encountered, and their suggestions for ethics education.

Results: Findings revealed that while 81.8% of students had received some ethics instruction, most considered it insufficient. A majority (95.5%) viewed ethics education as essential, advocating for its integration into all nursing courses. Students demonstrated confusion between ethics and deontology, and only a minority felt well-prepared to handle ethical dilemmas. However, 84% strongly endorsed simulation and case-based learning as effective teaching methods. Most participants emphasized that structured ethics training would enhance research rigor, ensure participant protection, and reinforce the credibility of nursing research.

Conclusion: The study highlights a pressing need to implement structured, practice-oriented ethics education in Moroccan nursing programs. Enhancing students' ethical competence through simulation and research-based learning could improve both the quality and the ethical rigor of future nursing research. These findings advocate for national policies that integrate ethics education as a foundational element of nursing curricula.

Keywords: Nursing Students · Ethics · Research · Perception · Training

THE IMPACT OF LIVER CIRRHOSIS ON THE PROGRESSION AND COMPLICATIONS OF DIABETES MELLITUS

Taskeen Fatima, Adnan Sarwar
Hajvery University

Abstract:

Background: Liver cirrhosis and diabetes mellitus are two chronic conditions that frequently coexist and interact in complex ways. The liver plays a central role in glucose metabolism, and cirrhosis significantly alters hepatic function, insulin sensitivity, and glucose homeostasis. This interaction often results in a specific form of diabetes known as hepatogenous diabetes, complicating the management and prognosis of both conditions.

Objective: This study aims to explore the impact of liver cirrhosis on the onset, progression, and complications of diabetes mellitus. It also examines the bidirectional relationship between hepatic dysfunction and glycemic control, focusing on how cirrhosis influences diabetic complications such as cardiovascular disease, nephropathy, and neuropathy.

Methods: A comprehensive review and clinical data analysis were conducted on patients with coexisting liver cirrhosis and diabetes. Key indicators such as glycemic variability, insulin resistance, and complication rates were compared with diabetic patients without liver disease.

Results: Patients with cirrhosis exhibited higher rates of glycemic instability, increased insulin resistance, and more severe complications, particularly in renal and cardiovascular systems. Cirrhotic patients also faced challenges in diabetes management due to altered drug metabolism and reduced tolerance to standard therapies.

Conclusion: Liver cirrhosis significantly exacerbates the pathophysiology and complications of diabetes mellitus. Early detection and integrated management of both conditions are essential to improve clinical outcomes and reduce morbidity. Further studies are warranted to develop optimized treatment protocols for this high-risk population.

Key Words: Liver cirrhosis, DM, Complications, glycemic control

AN OVERVIEW OF CAD; ETIOLOGICAL FACTORS & SURGICAL MANAGERMENTS

TASKEEN FATIMA
Hajvery University

ABSTRACT:

The most leading cause of death is CAD. CAD is a disease of coronary artery characterized by calcium or fat deposition, vascular spasm and clot formation. Arthrosclerosis leads to different cardiovascular diseases which include cardiac muscular damage, hypertrophy, ischemic heart disease and other cardiac abnormalities. CAD is usually related to ischemic heart disease, coronary heart disease, myocardial infarction, angina pectoris and congested heart failure. ECG, MRI, Echo, angioplasty, X-ray, PET, CT scan and cardiac markers are different diagnostic workouts. This article is to review different etiological factors of CAD. These factors are modifiable, non-modifiable, environmental factors, conventional, or traditional, psychological and disease related conditions. Modifiable factors are age, high blood pressure, diabetes mellitus, lack of ordinary activity, obesity and cholesterol rich diet. Non- modifiable factors are family history, age and gender. Environmental factors are tobacco, air pollutants, inhaled gases and pesticides. Moreover, psychological factors include depression, anxiety and stress, social isolation and social inactivity. Non-pharmacological therapy includes lifestyle modifications and precautionary measures. Smoking cessation, low cholesterol diet and exercise are lifestyle modifications to prevent the risk of CAD. Pharmacological therapy for CAD includes different agents i.e. anti-platelet agents, anti-coagulating agents, thrombolytic agents, beta blockers, ACE antagonists and lipid lowering agents. When pharmacological therapy fails to treat a patient, then the second option is surgical management. This article also reviews the surgical managements of CAD. Surgical managements for CAD patients involve angioplasty and CABG. Angioplasty is an alternate of CABG because CABG is more complicated surgical procedure than angioplasty.

Key Words: CAD, Etiological Factors, CABG, Angioplasty

FIRST REPORT OF CLONOSTACHYS ROSEA ASSOCIATED WITH DISEASE SYMPTOMS IN ARGANIA SPINOSA SEEDLINGS IN MOROCCO

Mohamed EL RHOCH ^{*1}, Najoua MOUDEN², Zineb SELLAL¹, Karima SELMAOUI¹, Amina OUAZZANI TOUHAMI¹, Amar RABHI³, Allal DOUIRA¹

¹Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

²Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

Abstract

The presence of the fungus *Clonostachys rosea* is reported for the first time on young seedlings of the endemic Moroccan species *Argania spinosa*. Affected plants exhibited characteristic symptoms, including severely stunted growth and generalized leaf yellowing, which significantly compromise seedling vigor and survival under field conditions. Although *C. rosea* is commonly known as a saprophytic fungus with beneficial potential as a biocontrol agent, this study reveals its opportunistic pathogenic behavior under specific nursery conditions.

The identification of the pathogen was achieved through a combination of morphological characterization on PSA medium and molecular analysis targeting the ITS region of fungal DNA isolated from symptomatic tissues. Sequencing results confirmed the identity of the fungus as *Clonostachys rosea*.

Pathogenicity tests were conducted by inoculating healthy seedlings with the isolated strain, leading to the reproduction of identical symptoms. These findings confirm the ability of *C. rosea* to act as an opportunistic pathogen in argan nurseries. The study underscores the necessity of developing effective phytosanitary strategies to mitigate its impact on the early growth of *Argania spinosa*.

Keywords : *Clonostachys rosea*, *argania spinosa*, opportunistic pathogen, seedling symptoms, molecular identification, argan nurseries

INFLUENCE OF TRICHODERMA-BASED SEED TREATMENT ON EARLY GROWTH OF ARGAN (*ARGANIA SPINOSA*) SEEDLINGS

EL RHOCH Mohamed¹, MAAZOUZI Soukaina¹, MOUDEN Najoua², SELLAL Zineb¹,
SELMAOUI Karima¹, OUZZANI TOUHAMI Amina¹, DOUIRA Allal¹.

¹ Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

² Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

Abstract

Trichoderma spp. are beneficial endophytic fungi widely recognized for promoting plant growth and enhancing tolerance to abiotic stresses. While their effects have been extensively studied in various crops, limited research exists on their application to endemic species such as *Argania spinosa*. In this study, a bioformulation based on *Trichoderma spp.* was applied as a seed treatment, and its impact on the early development of argan seedlings was evaluated over 12 months under greenhouse conditions. Results revealed a significant enhancement in growth parameters, including shoot and root length, biomass accumulation, and branching. Treated seedlings exhibited higher fresh biomass (14 g for shoots and 12 g for roots) compared to the control group (3 g and 2 g, respectively). Shoot and root lengths in treated plants reached 74 cm and 44 cm, while control plants measured 25 cm and 35 cm, respectively. Moreover, crown diameter and number of branches increased (1 cm and 4 branches vs. 0.5 cm and 1 branch in controls). Root colonization by *Trichoderma spp.* was high, reaching 90%, indicating effective and persistent symbiosis. These findings underscore the potential of *Trichoderma spp.* as a sustainable biotechnological approach to improve argan seedling growth.

Keywords : *Argania spinosa*, *Trichoderma spp.*, seed bio-priming, plant growth promotion, greenhouse experiment, root colonization.

INVOLVEMENT OF *FUSARIUM SOLANI* IN DIEBACK DISEASE OF ARGAN TREES IN MOROCCAN NURSERIES

Mohamed EL RHOCH *¹, Soukaina MAAZOUZI¹, Mohamed OUAJDI³, Zineb SELLAL¹,
Najoua MOUDEN², Karima SELMAOUT¹, Amina OUAZZANI TOUHAMI¹, Amar RABHI³,
Allal DOUIRA¹

¹Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail
University, Kenitra, Morocco

²Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of
Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

³Centre for Innovation, Research and Training, Agence Nationale des Water and Forests, Rabat Agdal
10050, Morocco

Abstract

The expansion of argan cultivation is increasingly hindered by fungal diseases caused by diverse pathogenic agents. *Fusarium solani*, a widely distributed species within the *Fusarium* genus, is known to infect numerous plant hosts, including *Argania spinosa*. In 2023, this pathogen was isolated from argan seedlings exhibiting wilting and collapse symptoms in a nursery located in southwestern Morocco. Pathogenicity was confirmed through the application of Koch's postulates using artificial inoculation. Within 8 to 10 weeks post-inoculation, all treated plants exhibited characteristic symptoms, including stem necrosis, root rot, and loss of aerial parts, whereas the control plants remained healthy. *F. solani* was successfully re-isolated from both the roots and shoots of symptomatic plants, with a re-isolation frequency of approximately 80%. The root system particularly the radicles was identified as the primary site of infection. As a result, the pathogen significantly impaired water and nutrient uptake, leading to plant dieback and desiccation. This study highlights the role of *Fusarium solani* as a pathogenic agent affecting the health and survival of argan seedlings under nursery conditions.

Keywords : *Fusarium solani*, *argania spinosa*, dieback disease, root rot, Koch's postulates, nursery seedlings.

IMPROVING ARGAN SEEDLING DEVELOPMENT USING TRICHODERMA-BASED SEED TREATMENT

EL RHOCH Mohamed¹, MAAZOUZI Soukaina¹, MOUDEN Najoua², SELLAL Zineb¹,
SELMAOUI Karima¹, OUZZANI TOUHAMI Amina¹, DOUIRA Allal¹.

1 Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

2 Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

Abstract

Trichoderma spp. are endophytic fungi recognized for their symbiotic association with plants, providing multiple agronomic benefits. These fungi are increasingly employed in seed treatments due to their capacity to alleviate abiotic stress and promote plant growth. Despite their widespread use in conventional crops, limited research has examined their effects on endemic species such as *Argania spinosa*. This study investigated the impact of a *Trichoderma*-based seed treatment on the growth performance of argan seedlings over 12 months under greenhouse conditions. Treated seedlings showed significant improvements in several growth parameters, including increased shoot and root length, dry biomass, and number of branches. Fresh shoot and root weights reached 14 g and 12 g, respectively, compared to 3 g and 2 g in control plants. Shoot and root lengths were 74 cm and 44 cm in treated plants, versus 25 cm and 35 cm in the controls. Furthermore, treated seedlings exhibited greater crown diameters (1 cm vs. 0.5 cm) and higher branch numbers (4 vs. 1). Notably, *Trichoderma spp.* achieved a high root colonization rate of up to 95%, indicating a successful and persistent symbiotic interaction. These results highlight the potential of *Trichoderma spp.* as a sustainable biotechnological tool to enhance argan seedling growth.

Keywords : *Argania spinosa*, *trichoderma spp.*, seed bio-priming, greenhouse cultivation, plant growth promotion, endophytic fungi

DETERMINANTS OF MEDICATION ADHERENCE: A KEY CHALLENGE IN CHRONIC DISEASE MANAGEMENT

ARRAJI Maryem¹, EL BARBI Khaoula and CHAHBOUNE Mohamed¹

¹Hassan First University of Settat, Higher institute of Health Sciences, Laboratory of Health sciences and Technologies. Settat, 26000

Abstract

Medication adherence refers to the extent to which patients follow the treatment regimens prescribed by their healthcare providers. It is influenced by a wide range of factors. Sociodemographic determinants such as age, education level, marital status, income, and health insurance coverage play a crucial role. Clinical factors, including treatment complexity, side effects, disease duration, and comorbidities, also impact adherence. In addition, health literacy, the quality of the patient-provider relationship, individual motivation, social support, and access to healthcare services are key contributors. Poor adherence can lead to suboptimal therapeutic outcomes, increased complications, and higher healthcare costs. Understanding these determinants is essential for improving treatment strategies, particularly in the management of chronic conditions such as type 2 diabetes.

Keywords:

Medication adherence; Determinants; Chronic diseases; Type 2 diabetes; Health literacy; Socioeconomic factors; Patient behavior; Primary healthcare

ENHANCING COMMUNICATION SKILLS AMONG EMERGENCY NURSES IN MOROCCO: INSIGHTS FROM A COACHING-BASED PILOT STUDY

Rabia Chahbounia, Abdellah Gantare

Hassan First University of Settat, Higher Institute of Health Sciences, Laboratory of Health Sciences and Technologies, 26000, Settat, Morocco

Abstract

Effective communication is crucial in emergency departments to ensure patient safety, yet it remains challenging in high-stress environments. This pilot study assesses the impact of coaching workshops, based on a transtheoretical coaching model, in helping emergency nurses manage communication difficulties and enhance their skills. Conducted with seven emergency nurses in a Moroccan public hospital, data collection included observation grids, interviews, and pre-post-test questionnaires. Key challenges identified were difficulties in interpreting messages, especially in confrontational situations, and asymmetrical communication patterns. Results showed a statistically significant improvement in communication skills ($P = 0.017$), with nurses' mean scores increasing by 5.14 after four coaching workshops (from 5.71 to 10.85). As the first study in Morocco to evaluate a coaching intervention for emergency nurses' communication, it highlights the potential of coaching in overcoming communication barriers and improving professional interactions.

Keywords : Coaching workshops, emergency nurses, communication difficulties, communication skills, transtheoretical coaching model.

THE JOURNEYS OF ARAB POETS THROUGH MEDITERRANEAN COUNTRIES VIA JORDAN SOUTHERN LEVANT

By Mohammed Waheeb

Professor in Archaeology; Department of Sustainable Tourism, Queen Rania Faculty of Archaeology
Heritage, & Tourism(QRFTH), The Hashemite University

Key words: Arab world, Trade, Routes, Incense, Stations.

Introduction

By virtue of its geographic location, Jordan has historically served as a natural crossroads linking the Arabian Peninsula with the Levant, Egypt, and Mesopotamia. This positioning made it a key commercial hub since pre-Christian times. Across its territory ran some of the most significant trade routes that carried Arabian products—such as frankincense, myrrh, perfumes, and spices—to global markets. Jordan itself was also a source of strategic commodities, including copper from Wadi Faynan, bitumen from the Dead Sea, and sugar from the Jordan Valley. Thus, the study of the movement of Arab merchants from the Arabian Peninsula to Jordan sheds light on the economic, social, and political dynamics that shaped the region's identity and commercial significance.

I. Trade Routes

1. The Incense Route

This route extended from southern Arabia (Dhofar and Hadramawt), passing through Najran and al-Hijr, and reaching Ma'an and Petra in Jordan, before branching toward Gaza and Damascus. It formed the backbone of Nabataean commerce, over which the Nabataeans established control (Negev, 2003). They contributed to regulating caravan traffic by constructing water cisterns, fortifying roads, and levying tolls.

2. The King's Highway

Mentioned in accounts of travelers and historians, the route was formally developed in the Roman period as the *Via Traiana Nova*. It connected Aqaba (Ayla) northward to Jerash and Umm Qais, passing through Ma'an, Shawbak, Karak, Madaba, and Amman, and extending toward Bosra and the Mediterranean (Kennedy, 2004). It served as both a military and commercial artery. Fig:1

3. The Syrian Hajj Route

During the Islamic periods, especially under the Mamluks and Ottomans, Jordan played a central role in the overland pilgrimage route from Damascus to Mecca. Despite its religious function, the route also had commercial significance, as agricultural products and manufactured goods were transported along it. Its security led to the establishment of fortresses and stations such as Qatraneh, al-Hasa, Ma'an, 'Unayzah, Dhib'a, Zizia, among others (Petersen, 1994).

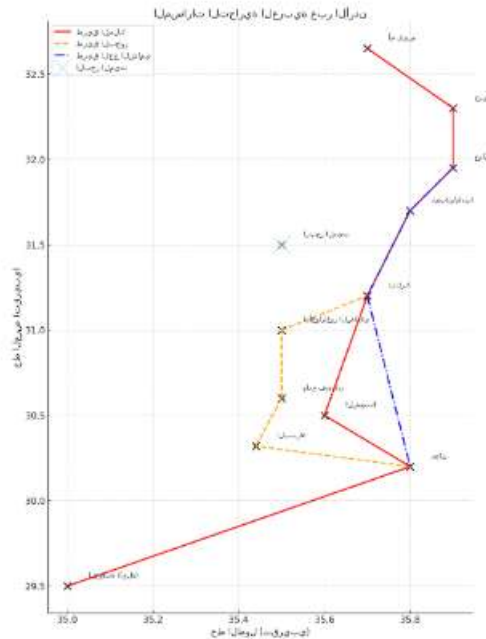


Fig: 1-Showing the historical routes in Jordan through Ages.

4. Maritime Routes via Ayla/Aqaba

From classical antiquity through the early Islamic period, Ayla (Aqaba) was an important maritime station for goods arriving from Yemen and India via the Red Sea. These goods were then transported overland to Ma'an, Karak, Jerash, and Amman (Whitcomb, 1988).

II. Exchanged Commodities

From Arabia to Jordan

- Frankincense, myrrh, and perfumes.
- Dates, honey, and leather.
- Precious stones and spices (Retsö, 2003), among others.

From Jordan to Arabia and beyond

- Copper from Wadi Faynan (Levy et al., 2002).
- Bitumen, pitch, and salt from the Dead Sea.
- Grains, olives, and grapes from the highlands of Moab and Balqa.
- Sugar from the southern Jordan Valley during the Ayyubid and Mamluk period
- (Walmsley, 1994).



Fig:2- Most of the trade routes linked Jordan with Arabian Peninsula

III. Trade and Security Organization

Caravans relied on the *ilāf* system—alliances with local tribes to secure routes in exchange for fees (Ibn Hisham, *Sīra*). During the Nabataean and Roman periods, authorities imposed regular tolls, while Islamic empires later established a comprehensive system of fortresses, caravanserais, and water reservoirs to ensure smooth passage. In the Ottoman era, the practice of *khuwah* emerged, whereby the state paid local Bedouin tribes to protect caravans (Rogan, 1999).Fig:2

IV. Commercial Centers in Jordan

- **Ayla/Aqaba:** the principal port linking Arabia and the Levant.
- **Ma'an:** a major caravan hub and key station on the pilgrimage route.
- **Petra:** a global Nabataean center for redistribution.
- **Karak and Shawbak:** strategic fortresses along trade routes.
- **Southern Jordan Valley:** a center of sugar and salt production.
- **Jerash and Amman:** urban hubs for agricultural and commercial exchange.

Conclusion

The movement of Arab merchants from the Arabian Peninsula to Jordan was not merely a limited economic activity but rather a profound civilizational process that shaped Jordan's historical identity. This movement transformed Jordan into a pivotal nexus connecting major regions and contributed to the prosperity of its cities and the development of its local industries.



The study of this movement thus reveals a complex web of economic interests, social relations, and political alliances that extended over millennia.

- Kennedy, D. (2004). *The Roman Army in Jordan*. Council for British Research in the Levant.
- Levy, T. E., Adams, R. B., & Najjar, M. (2002). *Jabal Hamrat Fidan: Excavations at the Wadi Faynan Copper Mine*. Antiquity.
- Negev, A. (2003). *The Nabateans and the Incense Road*. New York: Thames & Hudson.
- Petersen, A. (1994). *The Medieval and Ottoman Hajj Routes through Jordan*. Levant, 26.
- Retsö, J. (2003). *The Arabs in Antiquity: Their History from the Assyrians to the Umayyads*. Routledge.
- Rogan, E. (1999). *Frontiers of the State in the Late Ottoman Empire: Transjordan, 1850–1921*. Cambridge University Press.
- Walmsley, A. (1994). *Sugar Production and the Crusader States*. Levant.
- Whitcomb, D. (1988). *Ayla: Art and Industry in the Islamic Port of Aqaba*. University of Chicago Press.

AN INVESTIGATION INTO SEVERAL GASEOUS POLLUTANTS IN THE PERIPHERY ISFAHAN REFINERY-IRAN

Farid Shariatzadeh Bami

Shapurabad Municipality, Isfahan-Iran.

Abstract

Air pollution refers to the presence of harmful chemicals and toxic compounds in solid, liquid, or gaseous forms suspended in the air at concentrations that pose risks to human health, ecosystems, and the environment. On a broader scale, air pollution refers to the presence of chemicals and compounds that are not typically present in the air, thus degrading air quality or negatively impacting the health and quality of life of living organisms. This study examined the concentration levels of gaseous pollutants in the air in ten monitoring stations located within 1 to 10 km from Isfahan Refinery in Isfahan-Iran. The highest concentration of nitrogen dioxide (NO₂) gas was 0.045 PPM present in station 8, while stations 6, 7, and 10 reported the lowest concentration of 0.00 PPM. In half of the stations, NO₂ concentration was lower than the mean calculated across all the stations. Carbon monoxide (CO) concentrations peaked at 0.3 PPM in stations 1 and 5. However, stations 9, 7, and 10 reported the lowest concentration of 0.00 PPM. The concentrations of CO in half of the stations was lower than the mean calculated across all the stations. Sulfur dioxide (SO₂) gas was not detected in most stations. However, the highest SO₂ concentration (0.04 PPM) was observed in station 1. The concentration level of this gas in half of the stations was lower than the mean calculated across all the stations. The highest and lowest concentrations of Ozone (O₃) were observed in stations 1 and 4, respectively. The mean concentration level of O₃ in the studied stations was 0.0531 PPM, showing that its concentration in more than half of the stations was equal to or higher than the calculated mean for this gas.

According to the total concentration of pollutants, station 1 had the highest pollution levels, while station 10 had the lowest. The mean concentration of the total pollutants across all the stations was 0.205 PPM. More than half of the stations showed total concentration of pollutants below this mean value. No significant positive/negative relationship was observed between the concentration of the studied gases and the distance of the stations from the refinery. Therefore, it appears that other ecological factors, such as the location of the stations relative to the refinery, elevation, and wind direction, may play a role in spreading the pollutants.

Keywords: Hazardous gases, Air, Isfahan, Refinery

Introduction

Air pollution in many urban and residential areas worldwide has reached a threatening level for human health and the health of other living organisms. This growing concern has prompted many countries, particularly industrial ones, to prioritize air pollution mitigation policy. Consequently, countries have attempted to take major executive measures to prevent the further spread of air pollution with principled policymaking and detailed planning for fundamental solutions. One of the most central solutions to reduce and prevent air pollution is to determine its source in various regions (Borhani and Noorpoor, 2020).

Refineries are defined as an industrial plant where crude oil is processed and refined to remove impurities or unwanted materials. These raw materials from refining crude oil and natural gas are then used in for petrochemical industries to manufacture a wide range of products end-use products (Clews, 2016).

Gaseous pollutants emitted from the refinery stacks can have detrimental impacts on the environment. Thus, managing and reducing emissions from oil refineries is a priority in environmental-regional planning. To achieve this, examining pollutant concentrations and their distribution in areas adjacent to oil refineries can provide valuable insights for pollution control. Therefore, this study aims to examine the concentrations of gaseous pollutants in 10 stations in the periphery of Isfahan Oil Refinery.

Materials and methods

To assess the air quality, concentrations of gaseous pollutants such as SO₂, NO₂, CO, and O₃ were measured in the periphery of Isfahan Oil Refinery. Ten stations located at distances of 1-10 km from the refinery in different directions were selected, and the concentration levels of these gases were measured and presented as particles per million (PPM).

Results

The concentrations of pollutants measured in the studied stations are shown in detail in Table 1. The studied stations were located at distances of 1-10 km from the Isfahan Oil Refinery in different directions. The concentrations of the studied gaseous pollutants varied in each station. Accordingly, the highest level of NO₂ concentration was 0.045 PPM in station 8, and the lowest level was detected in stations 6, 7, and 10 as 0.00 PPM. No significant positive/negative relationship was observed between No₂ concentration and the distance from the refinery. The mean concentration of no₂ was 0.0166 PPM, with half of the stations exhibiting concentrations below this mean.

The highest concentration of CO was 0.3 PPM, observed in stations 1 and 5, while, the lowest concentration was reported in stations 7, 9 and 10 as 0.00 PPM. No significant positive/negative relationship was observed between the concentrations of CO and the distance from the refinery. The mean concentration of CO across the stations was 0.126 PPM, with half of the stations reporting concentrations below this mean.

SO₂ was not detected in most of the studied stations. However, the highest concentration of this gas (0.04 PPM) was observed in station 1. Also, the concentration level of this gas was not related with the distance between the station and the refinery. The mean concentration of this gas across all the stations was 0.01 PPM, with more than half of the stations exhibiting concentrations lower than the mean.

The highest (0.059 PPM) and lowest (0.045 PPM) O₃ concentrations were observed in stations 1 and 4, respectively. No significant positive/negative relationship was observed between the concentration of O₃ and the distance from the refinery. The mean concentration of O₃ across all the stations was 0.0531 PPM, with half of the stations exhibiting concentrations equal to or higher than the mean concentration.

Based on the total concentration of pollutants, station 1 had the highest pollution (0.411 PPM) while station 10 showed the lowest pollution (0.057 PPM). The mean concentration of the total pollutants across the stations was 0.205 PPM. Accordingly, total pollutant concentrations in more than half of the stations were lower than the mean level.

Table 1: Specific gaseous PM concentrations calculated for stations in the periphery of Isfahan refinery

Station	Distance	NO ₂	CO	SO ₂	O ₃	Total	
1	6	0.012	0.3	0.04	0.059	0.411	
2	3.5	0.026	0.06	0.00	0.046	0.132	
3	1	0.005	0.11	0.00	0.052	0.167	
4	3	0.029	0.23	0.00	0.045	0.304	
5	6	0.026	0.3	0.01	0.053	0.389	
6	10	0.000	0.01	0.00	0.058	0.068	
7	9	0.000	0.00	0.00	0.058	0.058	
8	10	0.045	0.25	0.02	0.05	0.365	
9	6.5	0.023	0.00	0.03	0.053	0.106	
10	3.5	0.000	0.00	0.00	0.057	0.057	
Mean		0.0166	0.126	0.01	0.053	0.205	

Discussion

In this study, the concentration levels of gaseous pollutants such as sulfur dioxide (SO₂), nitrogen dioxide (NO₂), carbon monoxide (CO), and ozone (O₃) were examined in stations located around Isfahan Oil Refinery. These gases have adverse effects on human health, especially in pregnant women. This is considered a serious issue in regions such as Iran where birth rates are declining and national policies actively support population growth. For instance, CO creates problems with oxygen transport in the veins and causes miscarriages. Various studies have reported a significant correlation between increased levels of CO and increased rates of miscarriages. NO₂, like other pollutants, also has adverse effects on the body and can have a significant effect on the increase of fetal mortality rates. Concentrations of the NO₂ can affect miscarriages even when it is equal to its concentration in cigarette smoke. SO₂ reduces DNA synthesis and creates chromosomal abnormalities that can lead to intellectual disabilities in fetuses and miscarriages (Wilhelm and Ritz, 2005). The concentration levels of SO₂, NO₂, and CO in some of the stations were 0.00 PPM. Of these, however, SO₂ concentration was 0.00 PPM in a greater number of stations. Furthermore, the concentration levels of SO₂ were lower than the other studied gases. SO₂ is a colorless and non-inflammable gas typically found in lower concentrations in the atmosphere. In oil refinery furnaces, sulfur reacts with oxygen to form SO₂, and is subsequently released into the air through stacks emissions of the oil refinery furnaces. Once in the atmosphere, SO₂ can react with water vapor and other pollutants to form sulfuric acid, contributing to acid rain. Acid rain reduces pH of the environment, and damaging plant tissues, harming animals, corroding residential buildings and industrial infrastructure (Křeček et al., 2019).

NO₂ concentrations were higher than those of SO₂. A concentration of 0.00 PPM was recorded in three of the stations. NO₂ is a nitrogen oxide primarily produced by engine combustion, and is also released into the atmosphere from the stacks of oil refinery furnaces. In the summer,

NO₂ can be visually identified as brownish clouds. It can adversely affect the lower respiratory system including alveoli. NO₂ reacts with water vapor and condensation nuclei to produce nitric acid, contributing to acidification of fog, rain, and snow, with adverse effects on environmental ecosystems (Křeček et al., 2019).

O₃ concentrations were found to be the highest among all the measured gases in the stations. Unlike the other gases, it was never recorded at 0.00 PPM in any of the stations, making it the main pollutant in these stations. O₃ is a form of oxygen with strong oxidizing properties. It is inherently unstable and behaves like chlorine in many chemical reactions. It interacts with proteins, disrupting enzymatic processes vital for cellular respiration, which underpins its use as a germicide in many industrial applications. However, in concentrations > 0.1 PPM, O₃ has adverse, destructive effects on the mucous membranes and respiratory system of animals. While tropospheric O₃ is a harmful air pollutant, stratospheric O₃ in the ozone layer plays a crucial protective role by filtering out harmful ultraviolet and high-energy solar radiations (Streng, 1961). Despite their relatively low measured concentrations, even small amounts of pollutants such as SO₂, NO₂, CO, and O₃ can be detrimental to human and environmental health. These gases, once inhaled, can impair the respiratory systems of living organisms, emphasizing the need for continuous monitoring and regulation (Meo et al., 2021).

The results showed no significant relationship between pollutant concentrations and the distances of the stations from the refinery. In fact, stations located at similar distances exhibited different pollutant concentrations. This variability suggests that pollutant dispersion is influenced by several factors including atmospheric conditions and topography.

References

- Borhani, F. and Noorpoor, A. 2020. Measurement of Air Pollution Emissions from Chimneys of Production Units Moisture Insulation (Isogam) Delijan .J. Env. Sci. Tech., Vol. 21, No.12, February:58-71.
- Clews R., "Project Finance for the International Petroleum Industry", Academic Press, 2016, 189-190.
- Křeček, J., Palán, L., Pažourková, E. and Stuchlík, E., 2019. Water-quality genesis in a mountain catchment affected by acidification and forestry practices, *Freshwater Science*, v. 38(2), pp. 257-269.
- Meo, S.A., Abukhalaf, A.A., Sami, W. and Hoang, T.D., 2021. Effect of environmental pollution PM 2.5, carbon monoxide, and ozone on the incidence and mortality due to SARS-CoV-2 infection in London, United Kingdom, *Journal of King Saud University-Science*, v. 33(3), pp. 101-137.
- Streng, A. G. (1961). "Tables of Ozone Properties". *Journal of Chemical & Engineering Data*, 6(3): 431–436. doi:10.1021/je00103a03.
- Wilhelm M., Ritz B., Local Variations in CO and Particulate Air Pollution and Adverse Birth Outcomes in Los Angeles County, California, USA. *Environ Health Perspect* 2005 Sep.1212-1221: (9)113.



DIAGNOSIS AND MONITORING OF ROTATING MACHINES BY VIBRATORY ANALYSIS

Adel DELIOU

Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria

Meriem DEHBI

Physic-chemistry of Materials and Environment Laboratory, University of Djelfa, Algeria

Sofiane BOULKROUNE

Center of Research in Mechanics (CRM) P.O. Box 73B, Constantine 25000, Algeria

Mohamed CHAOUR

Center of Research in Mechanics (CRM) P.O. Box 73B, Constantine 25000, Algeria

Khmissi BELKAID

Scientific and Technical Research Center on Arid Regions CRSTRA, 07000 Biskra, Algeria

Abdelkader FIDJAH

University of Djelfa, Mechanics and Materials Development Laboratory

ABSTRACT

Vibration monitoring can be an effective method of achieving results, and sometimes at lower costs. This last point, which represents the economic aspect of surveillance, is not negligible for an industrialist. The use of the vibrations involves a phase of analysis of the vibratory signal collected on the machine to be monitored.

In our experimental study at the level of the URMA laboratory, we made several tests, namely, without and with defects in the bearings and with a bearing geometric defect at different rotational speeds.

The results obtained will allow us to develop a database of the different defects. This will accompany to recognize the exact type of defect and consequently the cause of this damage.

Keywords: Vibration signal, Bearing fault diagnosis, bearing faults

EXPLORING MICROBIAL BIOFILMS BIOREMEDIATION POTENTIAL FOR PESTICIDES AND DYES

Iram Liaqat

Microbiology Lab, Department of Zoology, Government College University, Lahore, Pakistan

Abstract

Environmental pollution with heavy metals and dye effluents is a world wide problem. The current study was designed to isolate paper and pulp mill effluent decolorizing and heavy metal degrading and bacteria from tanneries as well as paper and pulp mill effluents from Kasur & Lahore, Punjab, Pakistan. Among 11 isolated bacterial strains, six showed mature biofilm on day 5 while rest at day 7. 16S rRNA gene sequencing confirmed that strains belong to *Bacillus cereus*, *B. flexus*, *Leptospira* sp., *L. interrogans*, *B. licheniformis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas putida*, *B. subtilis* and *Pannonibacter phragmitetus*. The mature biofilm of three *Bacillus* sp. (SB1, SB2 & SC1) and *Leptospira* sp. (QN2 & SN4) was used to degrade heavy metals (Pb, Ni, and Mn), and Zn, Cu and Co, respectively. Atomic absorption spectroscopy confirmed that both *B. cereus* and *B. flexus* biofilm showed the highest significantly high biodegradation ($67.4 \pm 1.2 \mu\text{g mL}^{-1}$; $60.0 \pm 0.6 \mu\text{g mL}^{-1}$) against Pb, and Mn, respectively. *Leptospira* sp. (SN2) showed significant degradation ($1.46 \pm 0.67 \text{ mg mL}^{-1}$) against Zn, *L. interrogans* showed the highest degradation ($0.78 \pm 0.13 \text{ mg mL}^{-1}$) against Cu and consortia of both *Leptospira* sp. showed highest degradation ($0.47 \pm 0.07 \text{ mg mL}^{-1}$) against Co. Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopic analysis indicated that there was a shifting of functional groups at 1633, 1647, 3344, 3336, 3311 cm^{-1}) after the treatment of metals confirming the degradation of heavy metals. *B. cereus*, *B. licheniformis*, *K. pneumonia* and *P. putida* showed the highest discolouration (40.95, 45.5, 53.1 and 65.1% respectively) of paper and pulp effluent (black liquor (BL)). The study recommended that microbial flora of tanneries waste has the potential for ecofriendly bioremediation and need to be investigated further to reduce heavy metal and dye effluent contamination thus lowering the rate of problems associated with heart, brain and cancer occurrence in residing population.

Keywords: Ribotyping, Bioremediation, Biodegradation, Heavy metal removal, Atomic Absorption analysis, FTIR

INNOVATIVE USE OF INDUSTRIAL WASTE IN MORTAR: ENHANCING MATERIAL PERFORMANCE THROUGH SAND REPLACEMENT

Dr. Messaouda BELOUADAH

Laboratory for Geo-Materials Development, Civil Engineering Department, Faculty of Technology,
Msila University, M'sila 28000, Algeria

Prof. Dr. Zine Elabidine RAHMOUNI

Laboratory for Geo-Materials Development, Civil Engineering Department, Faculty of Technology,
Msila University, M'sila 28000, Algeria

Prof. Dr. Nadia TEBBAL

Institute of Urban Techniques and Management, Msila University, M'sila 28000, Algeria

Dr. Wahiba DELLOUM

Laboratory of Pure and Applied Mathematics, Department of Mathematics, Faculty of Mathematics
and Computer Science, University of M'sila, 28000, Algeria.

ABSTRACT

Industrial waste materials represent a significant environmental and economic challenge worldwide. However, recycling and valorization of these wastes offer promising solutions to mitigate their adverse impacts while contributing to sustainable development. In this context, extensive scientific research has focused on evaluating the feasibility of incorporating waste materials as partial substitutes in construction composites such as mortar.

This study investigates the potential use of granular metallic industrial waste as a partial replacement for natural sand in ordinary mortar mixtures. Specifically, we replaced sand with 5%, 10%, and 15% proportions of granular metallic waste and analyzed the consequent effects on the fresh and hardened properties of the mortar. The findings demonstrate the viability of waste valorization in mortar production, offering an innovative pathway to reduce environmental footprint while maintaining structural performance.

Keywords: Mortar, metallic waste, sand, Hardened Properties

TOWARDS EFFICIENT AND SUSTAINABLE DESALINATION: ADAPTIVE OPTIMIZATION OF CDI/FCDI PROCESSES USING BACKSTEPPING CONTROL AND AI-BASED PREDICTION

**ABDELBAST Karbal¹, Hassan Naanani², AHMED Moutabir¹, MUSTAPHA Faraji¹,
DRISS Azdem³, JAMAL Mabrouki³, FOUAD Alloun⁴,
ABDEESLAM ELBouari⁴, OTMAN Abida⁵**

¹Renewable Energie & Dynamic System Laboratory – Renewable Energy and Laser Plasma - GEITIL Laboratory, Physics Department, Faculty of Sciences Ain Chock- Hassan II University of Casablanca, Morocco

²Laboratory LIMSET, Mohammed VI Polytechnic University, Benguerir, Morocco.

³Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modeling, Materials, Nanomaterial, Water and Environment, CERNE2D, Mohammed V University in Rabat, Faculty, Morocco.

⁴ Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials (LCPMA), Hassan II University - FSBM, Casablanca, Morocco

⁵African Sustainable Agriculture Research Institute (ASARI), Mohammed VI Polytechnic University, 70000, Laayoune, Morocco.

ORCID: 0009-0007-9015-2153

Abstract

This paper presents an innovative approach for controlling capacitive deionization systems (CDI/FCDI), which are promising technologies for water desalination amid growing freshwater scarcity. The primary challenge is the precise and stable management of ion adsorption and desorption cycles, involving complex and highly nonlinear electrochemical interactions influenced by electrical, hydrodynamic, and ionic system dynamics. To overcome these challenges, we developed an adaptive control strategy that combines two advanced methods.

The first method is based on backstepping control, offering robust regulation capable of stabilizing the system despite significant variations in critical parameters. These parameters include electric capacitance, which changes with the adsorbed ionic charge and affects the applied voltage dynamics, and the electrical resistance of the CDI/FCDI circuit, which varies according to operational conditions and impacts system response. In addition, adsorption and desorption kinetic constants often nonlinear and sensitive to external conditions define ion exchange rates. Material constraints, such as voltage limits to prevent electrolysis, are incorporated into the control design to ensure safety and durability. Ionic diffusion and transport within the electrodes and fluid are also modeled to accurately capture ion dynamics.

The second method relies on artificial intelligence-based prediction, which provides dynamic and adaptive estimation of control parameters. This approach significantly improves the robustness and energy efficiency of CDI/FCDI processes by integrating real-time variations in temperature, flow rate, and electrochemical properties, while respecting material limitations.



Thanks to this adaptive control framework, system management becomes proactive and optimized, ensuring maximum performance, reduced energy consumption, and sustained operational stability.

In summary, the integration of adaptive backstepping control with AI-driven prediction opens new pathways for precise, reliable, and cost-effective control of CDI/FCDI processes.

This innovative methodology substantially advances the development of more efficient solutions for desalination and access to safe drinking water, thereby addressing critical challenges related to the sustainable management of global water resources.

Keywords: desalination, CDI/FCDI, backstepping control, AI Prediction

VALUE-ADDED NANOCELLULOSE VALORIZED FROM FRUIT PEEL WASTE FOR POTENTIAL DERMAL WOUND HEALING AND TISSUE REGENERATIVE APPLICATIONS

R.Thiruchelvi^{1*}

Research Scholar, Biotechnology, St. Joseph's College of Engineering, Chennai, India.

ORCID NO: 0000-0001-5532-8597

Dr.P.Saravanan²

Head & Associate Professor, Chemistry, St. Joseph's College of Engineering, Chennai, India.

Dr.M.Chamundeeswari³

Associate Professor, Biotechnology, St. Joseph's College of Engineering, Chennai, India.

Abstract

Purpose -Postharvest fruit and vegetable waste is a rich source of cellulose, carbohydrates, flavors, colorants, minerals, and antioxidants. Discarded fruit peels, in particular, have been extensively studied for cellulose isolation. As the primary structural polysaccharide in plant cell walls, cellulose is a naturally abundant and renewable polymer, continuously replenished through photosynthesis and readily available in horticultural waste.

Methods-This review provides a comprehensive assessment of cellulose extraction and characterization using various analytical techniques. Additionally, it explores the potential pharmaceutical applications of cellulosic biomass derived from different sources.

Results

Fruit peels consist mainly of pectin, cellulose, hemicellulose, and trace lignin. Studies confirm their high cellulose content, making them a promising source of polysaccharides due to their abundance of sucrose, glucose, and fructose. Nano-crystalline cellulose has been successfully extracted from biomass and waste-derived cellulosic materials. The review discusses cellulose valorization from fruit peels, its medical applications, and its role in drug delivery systems, alongside methods of isolation, characterization, biocompatibility, and biodegradability. Innovative technologies must integrate with renewable resources to develop next-generation sustainable materials.

Conclusion

Cellulosic biomass holds significant potential in biomedical applications, including drug delivery, wound healing, and tissue engineering scaffolds. Furthermore, cellulose-based biomaterials show promise in 3D bioprinting for prototyping tissues and organs. These insights may inspire further research into advanced biomedical and industrial applications.

Lay Summary

Fruit processing and post-harvest waste pose global challenges in waste management, environmental pollution, and public health. However, this waste also serves as a valuable source of bioproducts and renewable energy. Over the past two decades, researchers have explored

methods to repurpose biomass waste into high-value bioproducts. This review examines cellulosic biomass, focusing on nanocellulose production from various waste sources and its potential applications in dermatology and beyond. Cellulose, the most abundant biodegradable polymer in nature, is widely used across industries. Recent advancements highlight the potential of post-harvest fruit and vegetable waste as a sustainable resource for cellulosic biorefineries and food-sector innovations.

Keywords: Cellulose, Fruit peel waste, Biomedical applications, Nanocrystalline cellulose, Drug delivery, Biodegradability

PRESSURE-INDUCED BANDGAP ENGINEERING OF LEAD-FREE HALIDE PEROVSKITE FAGEBR₃: A DFT INSIGHT

Jihane ZNAKI¹, Fatima Zahra ZNAKI¹, Khalid. SAID¹, Mohamed ADADI¹, Hassane MOUSTABCHIR¹, Souad ELKHATTABI¹.

¹Laboratory of Engineering, Systems and Applications, National School of Applied Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdallah University, Fez, Morocco.

ABSTRACT

Density Functional Theory (DFT) has emerged as a powerful and widely adopted computational method to investigate the structural, electronic, and optical properties of materials at the atomic scale. Coupling DFT with applied hydrostatic pressure is a reliable tool to explore pressure-induced phase transitions, tune bandgap characteristics, and enhance the stability of complex materials such as metal halide perovskites. Applying hydrostatic pressure allows researchers to mimic extreme environments and reveal hidden phases or electronic behaviors that are otherwise inaccessible under ambient conditions, thus offering promising pathways for optimizing materials in optoelectronic and photovoltaic applications. Our studied hybrid perovskite is formamidinium-germanium bromide (FAGEBr₃), which exhibits excellent light absorption, low exciton binding energy, and long carrier diffusion lengths. However, the intrinsic instability of its photoactive black phase under ambient conditions poses significant challenges. DFT-based investigations have provided critical insights into the pressure-dependent phase behavior of FAGEBr₃, revealing that moderate hydrostatic pressure can suppress the phase transition to the yellow non-perovskite phase and stabilize the black α -phase. Moreover, DFT simulations have demonstrated tunability of its bandgap with increasing pressure, suggesting new strategies for engineering its optoelectronic properties. These findings underscore the importance of pressure-assisted DFT studies in guiding the design of more stable and efficient perovskite-based solar cells.

Keywords: Perovskite materials, Density Functional Theory (DFT), Hybrid perovskites, Photovoltaics (PV), Hydrostatic-pressure.

ANALYZING THE FILTERING PROPERTIES OF A ONE-DIMENSIONAL ACOUSTIC SYSTEM USING OPEN LATERAL RESONATORS WITH DIFFERENT GEOMETRIC DIMENSIONS

Maroua DAHMANI¹

Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Department of Physics, Faculty of Sciences, University Mohamed I, 60000, Oujda, Morocco

Ilyas ANTRAOU¹

Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Department of Physics, Faculty of Sciences, University Mohamed I, 60000, Oujda, Morocco

Ali KHETTABI¹

Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Department of Physics, Faculty of Sciences, University Mohamed I, 60000, Oujda, Morocco

ABSTRACT

Low-frequency acoustics are of great interest in many fields of application, such as telecommunications, passive filtering, and biomolecule detection, due to their low implementation cost and experimental accessibility. The aim of this study is to analyze the acoustic transmission response of a one-dimensional structure made up of four lateral open resonators of different lengths, coupled to a main waveguide. Using the transfer matrix method, two configurations are analyzed: a single cell and a periodic stack. The results reveal the existence of two kinds of resonance: Fano-type resonances and AIT resonances induced by acoustic transmittance. Q -factor analysis, which quantifies the spectral precision of the resonances, has also been examined here. Finally, the results show that the structure studied offers a modular acoustic platform for the generation of narrow resonances sensitive to local perturbations, paving the way for selective detection devices.

Key Words: Acoustic resonances; Open resonators; Acoustically induced transparency (AIT), Fano resonance, Filtering and selective detection

RISK FACTORS FOR RECURRENCE AND PROGRESSION IN NON-INFILTRATIVE BLADDER TUMORS

Rezart XHANI

Tirana University, Faculty of Medicine, Department of Urology, Tirana, Albania¹

¹ORCID ID: 0009-0001-6292-5055

Eugen TATA

Tirana University, Faculty of Medicine, Department of Urology, Tirana, Albania¹

ORCID ID: 0009-0009-1295-8324

Herion DREDHA

Tirana University, Faculty of Medicine, Department of Urology, Tirana, Albania¹

ORCID ID: 0009-0002-9255-7350

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Despite progress in medical oncology, radiation therapy, and molecular biology, surgery remains the cornerstone in managing bladder cancer. This study aims to predict recurrence and progression in non-infiltrative bladder tumors (NMIBC).

Materials and Methods: A prospective, analytical, and descriptive study was conducted from 2020 to 2024 at the Urology Service of the "Mother Teresa" University Hospital Center, including 111 patients. Sociodemographic and clinical data were collected systematically. Multivariate Cox regression was used to identify independent risk factors, and ROC curves evaluated the predictive ability for recurrence and progression.

Results: The mean patient age was 68.1 ± 10.3 years (range 40–94); 83.8% were male. Recurrence occurred in 24 patients (21.6%), progression in 10 (9%), and 12 (10.8%) died during follow-up. Recurrence-free survival was higher for tumors <3 cm ($p=0.01$) and solitary tumors ($p=0.02$). Recurrence was more frequent in males (66.7%), smokers (62.5%), tumors ≥ 3 cm (50%), multiple tumors (70.8%), stage T1 (87.5%), and CIS (87.5%). Progression-free survival was better for tumors <3 cm ($p<0.01$), solitary tumors ($p=0.04$), and non-CIS tumors ($p=0.04$). Independent risk factors for recurrence included tumor size ≥ 3 cm ($HR=2.46$), multiple tumors ($HR=2.52$), and recurrent tumors ($HR=3.10$). For progression, significant predictors were tumor size ≥ 3 cm ($HR=1.25$), multiple tumors ($HR=1.58$), recurrent tumors ($HR=3.35$), and CIS ($HR=2.56$). The 5-year predictive accuracy for recurrence was AUC 0.853 (87.8% sensitivity, 75% specificity); for progression, AUC was 0.886 (88.4% sensitivity, 78.7% specificity).

Conclusion: Identifying high-risk features at initial diagnosis enables better prevention of recurrence and progression through intravesical therapy and close cystoscopic monitoring at short intervals.

Keywords: bladder cancer, NMIBC, recurrence, progression, TUR-Bt, risk factors.

MOSS-ASSOCIATED ENDOPHYTIC BACTERIA AS BIOCONTROL AGENTS AGAINST MANGO FUNGAL PATHOGENS: A SUSTAINABLE STRATEGY FOR PLANT PROTECTION

Nandita D

Department of Microbiology, Government Arts and Science Colleg Kozhinjampara, Palakkad, Kerala, India

ORCID ID: 0009-0001-0827-9494

Saranya Devi K

Department of Microbiology, Government Arts and Science Colleg Kozhinjampara, Palakkad, Kerala, India

ORCID ID: 0000-0002-8474-460X

Deepthi K. S

Department of Microbiology, Government Arts and Science Colleg Kozhinjampara, Palakkad, Kerala, India

ORCID ID: 0000-0003-3769-5566

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Mango (*Mangifera indica* L.), a fruit of significant nutritional and economic value, faces considerable yield losses due to fungal diseases such as anthracnose, powdery mildew, and leaf spot. Overreliance on chemical fungicides has led to resistance and ecological concerns, necessitating sustainable alternatives. This study aimed to isolate and evaluate moss-associated endophytic bacteria for their biocontrol potential against fungal pathogens infecting mango, and to assess their plant growth-promoting properties.

Materials and Methods: Endophytic bacteria were isolated from moss samples collected in Kerala, yielding 19 morphologically distinct strains. Concurrently, pathogenic fungi including *Colletotrichum* spp., *Oidium* sp., *Botrytis* sp., *Cercospora* sp., and *Fusarium* spp. were isolated from diseased mango leaves. The bacterial isolates were screened for hydrolytic enzyme production (amylase, cellulase, protease), hydrogen cyanide production, and antagonistic activity using dual culture, volatile compound assays, and secondary metabolite extraction. The most potent strain, QMS3, was further identified by 16S rRNA gene sequencing. Its efficacy was evaluated through in vitro green gram seed biopriming and nursery trials with mango seedlings.

Results: Among the tested isolates, QMS3 (identified as *Pseudomonas aeruginosa*) exhibited the strongest antagonistic activity, with >80% mycelial inhibition against *Oidium* sp. and *Colletotrichum* sp. It also produced multiple antifungal metabolites and hydrolytic enzymes. Bioprimed green gram seeds and mango seedlings treated with QMS3 showed enhanced germination, growth, and disease resistance under nursery conditions.

Discussion and Conclusion: This study highlights the biocontrol potential of moss-derived *Pseudomonas aeruginosa* QMS3 against major mango fungal pathogens. Its dual role in disease suppression and plant growth promotion supports its application as an eco-friendly alternative to chemical fungicides. Mosses represent a promising, underexplored reservoir for beneficial microbes in sustainable agriculture.

Key Words: Endophytic bacteria; Moss; *Pseudomonas aeruginosa*; Mango fungal diseases; Biocontrol; Sustainable agriculture

A FACILE SYNTHESIS OF 1,3,4-OXADIAZOLE-BASED CARBAMOTHIOATE MOLECULES: ANTISEIZURE POTENTIAL, EEG EVALUATION AND IN-SILICO DOCKING STUDIES

Zainib Razzaq
Samreen Gul Khan
Fozia Anjum
Naheed Akhtar

Department of Chemistry, Drug Design and Medicinal Chemistry Laboratory, Faculty of Physical Science, Government College University, Faisalabad 38000, Pakistan
Department of Biochemistry, Faculty of Life Science, Government College University Faisalabad, Faisalabad 38000, Pakistan

Abstract

In present work, a series of novel structural hybrids of 1,3,4-oxadiazole and carbamothioate was designed by chemical modification of 2-(4-isobutylphenyl) propanoic acid. Target compounds (7a-f) were synthesized in significant yields (84-88%) by coupling compound (4) with different electrophiles under different reaction conditions. The structures of oxadiazole based carbamothionate derivatives were confirmed by spectroscopic (FTIR, ^1H NMR, ^{13}C NMR) and physiochemical methods. During *in-vivo* experimentation, all synthesized compounds were tested through 6 Hz (32 mA) and PTZ (80 mg/kg) mouse seizure models. The 7b and 7c showed significant outcomes ($P < 0.05$) in terms of seizure severity, protection and mortality. The behavioural outcomes of PTZ tests were further strengthened with video electroencephalogram (vEEG) findings in which EEGs were analyzed for epileptic spikes to understand the impact of 7b and 7c treatment on these ictal activities. The 7b was found most efficient in reducing the seizure spiking activity in brains of PTZ-treated mice while both 7b and 7c significantly reduced overall PTZ-induced seizure severity. The molecular docking studies also predicted the BBB permeability, reduced binding energies and good compound interaction with GABA_A receptors and SV2A protein. Therefore, the observed pharmacological outcomes might be attributed to the GABA_A agonistic and SV2A modulating potential of these oxadiazole-carbamothioate hybrid compounds.

Key words

Epilepsy, 6 Hz, PTZ, 1,3,4-oxadiazole, carbamothioate, Electroencephalogram, Seizure

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF MO-DOPED ZNO THIN FILM BY SPRAY PYROLYSIS METHOD

Md. Mahmudul Hasan Biplob*, M.K.R. Khan, M. Mozibur Rahman, MSI Sarker

¹Department of Physics, University of Rajshahi, Rajshahi 6205, Bangladesh

ABSTRACT

This study used the spray pyrolysis to prepare Molybdenum (Mo) doped Zinc oxide (ZnO) thin films on glass substrates. The deposition was conducted at a substrate temperature of 300°C, with a Mo doping concentration of 5% in a 0.1 M ZnO solution. The prepared film thickness is 98±10 nm for undoped and 115±10 nm for doped samples measured by Newton's ring method. The deposition time was 50 minutes at a spray rate of 0.3 ml/min. The distance between the nozzle-to-substrate was kept at 20 cm. Optical properties were examined using a UV spectrophotometer. Obtained results indicate that Mo-doped ZnO films exhibited approximately 19% transparency in the near-IR region, compared to 57% for undoped films. The absorbance was found to decrease with increasing wavelength. The estimated band gaps is found to 2.92 eV for the undoped and 2.76 eV for the doped films. The Mo-doped ZnO film demonstrated significant optical conductivity of the order of $\sim 10^{16}$ in SI unit which remained stable with increasing photon energy. Additionally, the real dielectric constant exceeded the imaginary one and decreased with higher energy. The loss factor was also found to reduce with increasing photon energy emphasizing the potential of Mo-doped ZnO thin films for optoelectronic applications.

Keywords: Spray pyrolysis, Thin films, Optical properties, Band gap, Optical conductivity, Optoelectronic applications

"PRESCRIPTION DRUG MISUSE (PDM): A CROSS SECTIONAL AND DESCRIPTIVE TYPE OF STUDY IN PUBLIC AND PHARMACIES TO EVALUATE ROOT CAUSE OF DRUG MISUSE"

Faizan Afzal

Hajvery University, Euro campus, Lahore, Pakistan

Abstract

Background and purpose:

Prescription drug misuse (PDM) represents an emerging global issue. The present Data indicate that young adults are misusing prescription drugs tremendously. People are at risk of developing health problems because of PDM. The study aimed to identify factors associated with PDM among health workers (Pharmacists/Pharmacy Staff) and the Public in Lahore, Pakistan.

Method and instrument:

The present study was a cross-sectional, closed-ended, questionnaire-based survey conducted between July 01 to October 31, 2021. A total of 500 people participated in the study (including 250 participants from the public and 250 Doctors / Medical staff from Pharmacies / Medical Stores). The issue of PDM among two significant groups was measured from different areas including Hospitals, Community Pharmacies, and Private Clinics of Lahore, Pakistan. Descriptive and Chi-square analysis using SPSS was utilized to analyze and evaluate data to determine the root cause of PDM.

Objective:

The objective of the study was to make a closed-ended questionnaire to address changing policies regarding Prescription drug Misuse (PDM), Choosing the best methodology to prevent PDM, ensure effective and responsive planning of drug use for prevention, treatment, and care services, identify common errors, and key points that the PDM may have made.

Results:

The Data from Chi-square have suggested that there was a strong correlation between PDM, Education Level, Socioeconomic Status (SES), Family income, Age of the patient, Area Distribution, Availability of Pharmacist at Pharmacy, and Physician Prescription Writing as the value of $P < 5\%$ or 0.05, the level of significance. So, the need of the hour is to change the attitude and knowledge of all in the community and at the National Level.

Conclusion:

The survey was done periodically at a specified time to continuously produce data that reflect current changes in PDM at the local level. The primary aims of this study were to design a



strategy to prevent PDM, eliminate the risk of PDM, develop and validate a scale measuring attitude towards PDM for non-medical reasons, evaluation of the impact of health with education on PDM, and explain the possible ways by which PDM can be prevented.

Keywords:

Prescription drug misuse (PDM), Prescription Drug Prevention (PDP), Prescription Misuse (PM), Prescription Drug Monitoring Program (PDMP).



DESIGN AND IMPLEMENT OF AN IOT-BASED SYSTEM FOR REAL-TIME MONITORING OF LIVESTOCK HEALTH AND GPS LOCATION TRACKING USING GSM TECHNOLOGY

Alpha Friday Ebole

Department of Computer Science, College of Basic Sciences, Lagos State University of Science and Technology, Ikorodu, Lagos, Nigeria

Akeem Olanrewaju Ajani

Department of Business Administration, College of Applied Social Sciences, Lagos State University of Science and Technology, Ikorodu, Lagos, Nigeria

Khadijah Kubura Agbalaya

Department of Animal Production, College of Agriculture, Lagos State University of Science and Technology, Ikorodu, Lagos, Nigeria

ABSTRACT

Modern agriculture relies heavily on livestock health and location monitoring, especially in rural locations with limited physical supervision. In order to improve livestock management through real-time monitoring of animal health and geographic location, this research discusses the design and development of an Internet of Things (IoT)-Based Livestock Health Monitoring and GPS Location Tracking System Using GSM Technology. To guarantee operation in remote and off-grid settings, the system incorporates components that are both economical and energy-efficient. The MLX90614 infrared temperature sensor, which delivers non-contact body temperature readings for early sickness diagnosis, the HMC5883L digital compass, and other essential hardware components, It allows for wireless data transfer via GPRS or SMS networks; and the SIM800 GSM module, which provides directional movement data. A microcontroller controls these parts, processing and transmitting data to a central server for analysis and storage. The design included a power system consisting of a lithium-ion battery, MP2306 voltage regulator, and solar panel to provide continuous operation, particularly in rural locations without reliable energy. The ULN2003 driver module also offers future scalability for managing external devices, such as relays or buzzers. The prototype has been tested in a variety of settings to confirm sensor accuracy, GSM connection, and power efficiency after the hardware development was successfully finished. The creation of a web-based data visualization tool is the next stage of the project, which will enable farmers and veterinary professionals to view real-time data, get warnings, and track the movement and health of animals from any place. For livestock farmers, especially those in underprivileged areas, this technology provides a scalable and reasonably priced alternative. The initiative offers a dependable tool for enhancing animal health management, avoiding losses, and boosting sustainable farming practices by fusing IoT with GSM connectivity and solar power.

Keywords: livestock, real-time monitoring, Tracking System and GSM Technology

ENHANCING COMPETENCIES OF MOTOR VEHICLE MOTOR TEACHERS IN DIAGNOSTIC PROCEDURE IN MODERN AUTOMOBILES ELECTRICAL ELECTRONIC FOR EFFECTIVE TEACHING AND LEARNING IN TECHNICAL COLLEGES

Yahaya Y. M¹., Shehu, I. Y². and Bello, H.²

Department of Science and Technology Education Bayero University Kano.

Department of Vocational and Technology Education Abubakar Tafawa Balewa Bauchi.

ABSTRACT

Advancements in cutting-edge technology have transformed the automobile industry, leading to an era where electronic components and systems are essential for vehicle operation. The ability to diagnose and fix faults in these complex systems is challenging for automotive professionals. As teachers in technical colleges, Motor Vehicle Mechanic (MVM) teachers play a vital role in imparting these essential skills to aspiring automobile technicians. This study is focused on determining the diagnosing competency of MVM teachers in repairs of modern automobiles' electrical/electronic components faults in technical colleges in northwest Nigeria. The study adopted a mixed-method, sequential explanatory method. Three research questions and hypotheses were formulated to guide the study and test the hypothesis at a 0.05 significance level. The instruments were subjected to validation by three experts, and Cronbach's Alpha was used to determine the reliability coefficient of 0.90. The data collected was analysed using mean and standard deviation to answer the research questions, and one-way ANOVA statistic was used to test the hypothesis at 0.05 significant level. The hypothesis test revealed no significant difference in the opinion of the MVM teachers, instructors and automobile mechanics on the competency needed by MVM teachers in diagnosing automobile electrical/electronic components fault in a technical college in north-west Nigeria. The qualitative data was also analysed using thematic analysis. Based on the findings, the result revealed that MVM teachers need competencies in diagnostic procedures of modern automobile electrical/electronic components faults in a technical college. It was recommended, among others, that MVM teachers should continue to undergo training and re-training to be abreast with the state of the art of modern automobiles.

Keywords: Competencies Needed, Motor Vehicle Mechanics (MVM) Teachers and Automobile Electrical/Electronic Components.

UPSKILLING LOCAL MECHANICS FOR SUSTAINABLE ELECTRIC SCOOTER MAINTENANCE: A FRAMEWORK FOR ACTION

Yahaya, Yusuf Muhammad

Department of Science and Technical Education Bayero University Kano, Nigeria.

Abstract

The rapid adoption of electric scooters (e-scooters) in urban areas, driven by fuel subsidy removals and rising petrol prices, has exposed critical gaps in the technical capacity of local mechanics tasked with maintaining these vehicles. This mixed-method explanatory study investigates the knowledge, skill gaps, and systemic challenges faced by mechanics in adapting to e-scooter repair and maintenance. Combining quantitative surveys ($n = 365$ urban mechanics) and qualitative interviews ($n = 20$ mechanics), the research employs a sequential design to first map self-reported competencies and barriers and then explore the root causes of these gaps through thematic analysis. Quantitative findings reveal mechanics lack confidence in diagnosing battery faults, prohibitive tool costs, electric motor, controller and digital display board. Qualitative insights contextualize these gaps, highlighting structural issues such as restricted access to proprietary repair tools, insufficient vocational training programs, and cultural resistance to transitioning from internal combustion engine (ICE) systems. Thematic analysis further identifies systemic neglect of informal sector upskilling and manufacturer monopolies over diagnostic software as key barriers. Findings are integrated through joint display tables, and the study proposes actionable pathways for bridging skill gaps, including modular training programs focused on battery safety and software diagnostics, public-private partnerships for tool subsidies, and policy reforms to standardize e-scooter repair training and certifications. The research contributes to an academic database on sustainable urban mobility transitions by framing mechanic upskilling as a critical enabler of technology adoption. It also advances practical strategies for technical colleges and policymakers to align vocational training with evolving market demands, ensuring equitable access to repair infrastructure in the e-mobility era.

RPD3 PHOSPHORYLATION ACTS AS A CARBON SOURCE-DEPENDENT EPIGENETIC SWITCH IN YEAST METABOLIC REGULATION

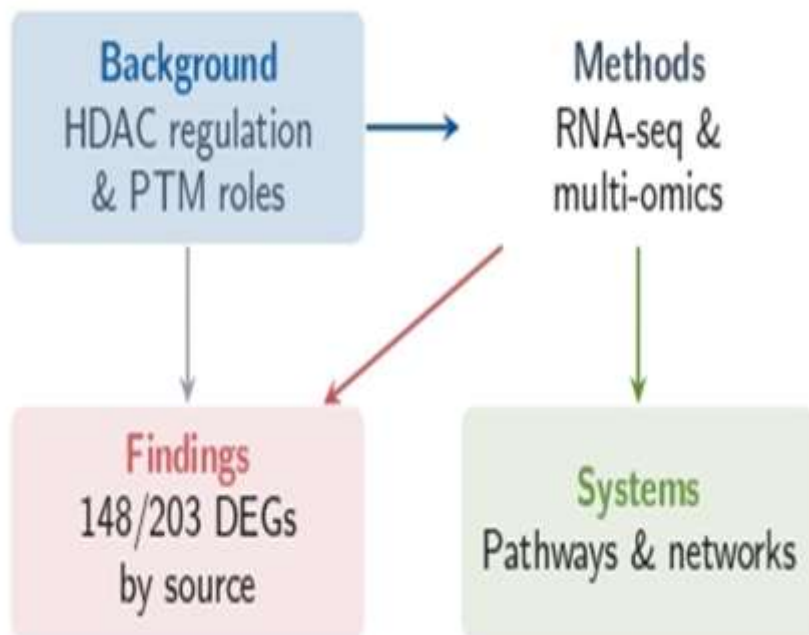
MD Salek Miah

¹B.Sc in Statistics, Shahjalal University of Science and Technology, Sylhet

Abstract

Epigenetic regulation by histone deacetylases (HDACs) is central to cellular adaptation, but the metabolic role of HDAC post- translational modifications is not established. We investigated how phosphorylation of RPD3, a conserved yeast HDAC, impacts gene expression in response to different carbon sources. To investigate the study data taken from accessible Amazon S3 repository. The study performed RNA sequencing of wild-type and RPD3-2SA phosphorylation-deficient *Saccharomyces cerevisiae* cultures grown on glucose or sucrose. Differential gene expression, functional enrichment (GO, KEGG), co-expression network, and machine learning analysis were conducted to characterize regulatory programs. RPD3 phosphorylation status dictated global, carbon source-dependent transcriptional reprogramming. In glucose, there were 148 differentially expressed genes, with carbohydrate and ion transmembrane transport enrichment. 203 genes in sucrose were changed, notably indicating DNA integration and retrotransposon activity. Notably, *YFL059W* (pyridoxal kinase) was induced and *YDR365W-B* (retrotransposon TYA Gag) repressed under both conditions, with increased amplitude under sucrose. KEGG analysis revealed striking enrichment of meiosis and vitamin B6 metabolism. Random forest models indicated gene signatures defining glucose vs. sucrose responses. Co-expression analysis identified a single, highly coordinated gene module, suggesting that RPD3 phosphorylation coordinates a chromatin-mediated metabolic response.

Keywords: Epigenetic, phosphorylation, Transcriptional, Gene expression, Metabolism, Random Forest, Vitamin.





**COMPUTATIONAL DISCOVERY OF SARS-COV-2 VIRAL ENTRY INHIBITOR
PEPTIDES FROM ANDROCTONUS MAURETANICUS SCORPION VENOM:
MOLECULAR DOCKING AND DYNAMICS TARGETING THE SPIKE PROTEIN'S**

Reda CHAHIR^{1,2}

¹ Laboratory of Venoms and Toxins, Pasteur Institute of Morocco, 1 Place Louis Pasteur, Casablanca 20250, Morocco

² Laboratory of Agri-food and Health, Faculty of Sciences and Techniques Settat (FSTS), Hassan I University (UH1), Settat Km 3, P.O. Box 577, Casablanca Road, Morocco

¹ **ORCID ID:** 0000-0000-0000-0000

Jacob GALAN³

³ Department of Human Genetics, The University of Texas Rio Grande Valley School of Medicine, Brownsville, TX 78539, USA

³ **ORCID ID:** 0009-0000-8693-6130

Salaheddine REDOUANE⁴

⁴ Laboratory of Genomics and Human Genetics, Institut Pasteur du Maroc, Casablanca, Morocco

⁴ **ORCID ID:** 0000-0002-5945-0386

Hicham HBOUB^{1,6}

¹ Laboratory of Venoms and Toxins, Pasteur Institute of Morocco, 1 Place Louis Pasteur, Casablanca 20250, Morocco

⁶ Institute of Biological Sciences (ISSB), Faculty of Medical Sciences (FMS), Mohammed VI Polytechnic University (UM6P), Ben Guerir, 43150, Morocco

¹ **ORCID ID:** 0009-0008-1254-276X

Lahoussaine ASERRAR⁵

⁵ Laboratory of Onco-Pathology, Biology and Cancer Environment, Faculty of Medicine, University Mohammed VI of Sciences and Health, Casablanca, Morocco

⁵ **ORCID ID:** 0009-0001-7355-68300

Khawla AMMOUCH¹

¹ Venom and Toxins Laboratory, Pasteur Institute of Morocco, 1 Place Louis Pasteur, Casablanca 20250

ORCID : 0009-0003-8596-9055

PhD Student Nouredine HAMMANI¹

¹ Pasteur Institute of Morocco, Venom and Toxin Laboratory, Place Louis Pasteur, Casablanca 20250, Morocco

¹ **ORCID ID:** 0009-0005-6337-2578

Salma CHAKIR^{1,2}

¹ Laboratory of Venoms and Toxins, Pasteur Institute of Morocco, 1 Place Louis Pasteur, Casablanca 20250, Morocco

² Laboratory of Agri-food and Health, Faculty of Sciences and Techniques Settat (FSTS), Hassan I University (UH1), Settat Km 3, P.O. Box 577, Casablanca Road, Morocco

Ahmed Salim LAHLOU¹

¹ Laboratory of Venoms and Toxins, Pasteur Institute of Morocco, 1 Place Louis Pasteur, Casablanca 20250, Morocco

Hinde AASSILA²

² Laboratory of Agri-food and Health, Faculty of Sciences and Techniques Settat (FSTS), Hassan I University (UH1), Settat Km 3, P.O. Box 577, Casablanca Road, Morocco

² **ORCID ID:** 0000-0002-1372-4986

Rachid ELFATIMY⁶

⁶ Institute of Biological Sciences (ISSB), Faculty of Medical Sciences (FMS), Mohammed VI Polytechnic University (UM6P), Ben Guerir, 43150, Morocco

⁶ **ORCID ID:** 0000-0002-7652-5562

Naoual OUKKACHE¹¹ Laboratory of Venoms and Toxins, Pasteur Institute of Morocco, 1 Place Louis Pasteur, Casablanca 20250, Morocco

ORCID ID: 0000-0002-7058-0763

ABSTRACT

While vaccination remains central to controlling the COVID-19 pandemic, the emergence of SARS-CoV-2 variants with partial resistance to immune responses has highlighted the need for complementary therapeutic strategies. Among these, antiviral agents that inhibit viral entry mechanisms are of particular interest. Animal venoms, especially scorpion venoms, are a rich source of bioactive peptides with potential antiviral properties. This study aimed to evaluate peptides derived from the Moroccan scorpion *Androctonus mauretanicus* as inhibitors of SARS-CoV-2 spike glycoprotein, which mediates virus entry into host cells via ACE2 receptor binding. Six peptides from *A. mauretanicus* venom were evaluated using an in silico pipeline. The Stack-AVP server was used to predict antiviral potential, followed by 3D structure modeling via SWISS-MODEL and homology modeling tools. Molecular docking was conducted using the HADDOCK 2.4 platform with the spike protein receptor-binding domain (PDB ID: 6M0J), and top interactions were analyzed using PDBsum. Binding affinities were estimated using the PRODIGY web server. Molecular dynamics simulations (200 ns) were carried out with GROMACS to assess the stability of four selected peptide–spike complexes. Four peptides (KTx15.3, KTx5.2, KTx3.1, and Amm5) showed strong predicted antiviral activity (>85%). Docking analyses revealed high-affinity interactions, particularly for Amm5 (P01482), which had the best HADDOCK score (-139.6) and binding free energy (-14.0 kcal/mol). MD simulations confirmed the stability of these complexes, with reduced conformational flexibility observed in key spike protein regions involved in ACE2 binding, suggesting potential inhibition of viral entry.

Keywords: SARS-CoV-2 ; spike protein; *Androctonus mauretanicus*; venom peptides ; molecular docking; molecular dynamics; COVID-19

REVIEWING SOCIAL WORK CURRICULA: ASSESSING THE COVERAGE OF SOCIAL SERVICES SYSTEMS AND FUTURE CHALLENGES

Veronika DUCI

University of Tirana, Faculty of Social Sciences, Department of Social Work and Social Policy,
Tirana, Albania

ORCID ID: 0009-0004-6899-6542

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Curricula review is a continuous process essential for maintaining the quality and relevance of higher education. This study aims to provide a comprehensive review of the Social Work Education curricula at the University of Tirana, focusing on the extent to which they reflect knowledge about the Albanian social services system, including its organization, planning, development, budgeting, monitoring, and evaluation. The study also explores the degree to which the curricula address future challenges in social service delivery within a changing global context.

Materials and Methods: The study employed qualitative document analysis, reviewing official curricular documents and course syllabi from both Bachelor and Master programs in Social Work. The analysis was guided by a set of pre-defined criteria aligned with the study's objectives, including coverage of social services typologies, system-level roles and responsibilities, and the inclusion of emerging practices such as tele-social work.

Results: Findings indicate that the Bachelor program provides information on the typologies of social services in Albania and the role of social workers in various institutional settings, such as mental health, justice, gender, and child and family welfare. However, both Bachelor and Master programs lack sufficient coverage of the national social service system's structure, governance, and processes. Moreover, forward-looking content such as telepractice and digital transformation in social work is absent from the current curriculum.

Discussion and Conclusion: The study noted a gap in the curricula regarding macro-level understanding and future preparedness of social workers. As Albania undergoes reforms and faces challenges, the need to modernize curricula by integrating digital competencies and systems-level knowledge is increasingly urgent. Recommendations include revising curricula to include courses on social service systems, planning and evaluation, and new modes of practice.

Key Words: curriculum review, social work education, social services system, Albania, higher education

CODE-SWITCHING PATTERNS IN BILINGUAL TRANSLATION TASKS: A MIXED-METHODS STUDY OF EFL STUDENTS AT GARMIAN UNIVERSITY

Khoshi Anwer Hasan AL-JAF

Department of English, College of Education, University of Garmian, Kalar, Kurdistan Region, Iraq.

Midya Rafiq Majeed

Department of English, College of Education, University of Garmian, Kalar, Kurdistan Region, Iraq.

Shokhan Anwar Hassan Al-Jaf

Department of English, College of Education, University of Raparin, Kurdistan Region, Iraq

Abstract

Using a mixed-methods approach that combines think-aloud protocols, translation protocols, and error analysis, this study examines the code-switching phenomenon in bilingual translation tasks among EFL students at Garmian University in order to investigate how linguistic alternation serves as a cognitive processing mechanism and a communication strategy. Focus groups were employed as part of a qualitative study design to gather in-depth information from the group of students at the University of Garmian in the Kurdistan Region of Iraq in order to accomplish the study's goal. The groups were made up of English language learners from College of Education/Kalar and College of Humanities and Social Science/ Khanaqin who were comparable in age and academic standing. The study found that the prevalence of code-switching increases when students are exposed to idioms, abstract ideas, and culturally specific words. It also shows that skill levels, text complexity, and translation orientation are strongly correlated. The study shows through a methodical examination of intrasentential and intersentential code-switching patterns that code-switching compensates for lexical gaps and intricate syntactic structures, acting as a sophisticated linguistic resource rather than a deficit. The findings advance our understanding of multilingual translation competency by demonstrating how code-switching promotes mental operations like metalinguistic reflection.

Key words: Code-switching, Bilingual Translation, EFL students, Cognitive proceses, Mixed method.

1. Introduction

The phenomenon known as "code-switching," or the switching between two or more languages within a single conversation or speech, is an important aspect of bilingual communication that extends well beyond simple linguistic convenience (Beatty-Martínez et al., 2020). In multilingual circumstances, where speakers display great fluency and conscious intent in navigating various linguistic systems, code-switching naturally occurs. This linguistic practice has garnered a lot of attention in the field of teaching English as a foreign language (EFL),

particularly as researchers have learned about its potential pedagogical implications and cognitive benefits (Zhong & Fan, 2023). Modern research has increasingly challenged the traditional notion of code-switching as a language deficit, viewing it instead as a highly developed communicative tool exhibiting advanced metalinguistic awareness. Because it enables students to apply their bilingual competencies in the classroom, code-switching is regarded as a crucial tool for effective bilingual communication, transforming classrooms into vibrant multilingual environments. EFL teachers' views of the classroom as a bilingual environment and their use of codeswitching in multilingual and shared-L1 contexts serve as examples of this. This shift in perspective has prompted scholars to investigate the various functions of code-switching in a variety of scholarly contexts, with an emphasis on how it operates in complex cognitive processes such as translation.

The cognitive aspects of code-switching have been the focus of bilingual research, which has examined its connections to executive control, metalinguistic processing, and strategic communication. Recent research indicates that code-switching can significantly increase comprehension, especially for students who struggle with the target language. According to this, code-switching is a linguistic phenomenon that facilitates language processing and learning by serving as a cognitive bridge. Furthermore, research indicates that code-switching experiences may enhance cognitive flexibility and language control mechanisms, making it a helpful tool for language development rather than a barrier that needs to be eliminated (Han et al., 2023). In the context of translation activities, code-switching takes particular significance because it interacts with the complex cognitive processes required in the transmission of meaning across languages. Being a multilingual activity, translation inevitably creates situations where code-switching can manifest as both a tactical tool and a cognitive process reflecting. Researchers have gained a unique view on how bilinguals transition between languages during translation by combining process-oriented methodologies with think-aloud protocols. This has helped to clarify the intricate relationship between cognitive problem-solving and linguistic alternation. A significant research gap is addressed by the current study, which focuses on code-switching in the context of multilingual translation assignments among EFL students. Although code-switching in classroom discourse and multilingual communication in general has been researched in the past, less attention has been paid to how it manifests and functions during translation procedures. This study intends to enhance our comprehension of how code-switching works as a cognitive processing mechanism and a

communication tactic in order to better comprehend multilingual translation competency and its pedagogical implications for EFL training.

2. Code-switching Pattern in EFL Educational Context

Code-switching, the alternating use of two or more languages within a conversation or sentence, is a frequent and strategic feature in English as a Foreign Language (EFL) classes. It serves both cognitive and communicative purposes and can take many different forms, such as intrasentential switching (inside a sentence) and intersentential switching (between sentences). Students and teachers may use code-switching in multilingual classroom settings to control conversation, make difficult concepts easier to understand, or account for different language ability levels. According to Sert (2005), code-switching in educational contexts is a deliberate tactic that promotes understanding, aids in classroom management, and encourages engagement rather than being only the consequence of linguistic deficiencies. Additionally, it acts as a scaffold to help pupils pick up new words or grammar rules, particularly when switching between their native language and English.

In the context of the Kurdish region of Iraq, particularly within the Garmian district, code-switching plays a distinctive role in EFL education due to the region's bilingual language environment. Most students in this area grow up speaking Kurdish as their first language and learn English as a foreign language during their academic studies. In classrooms at institutions such as Garmian University, students frequently shift between Kurdish and English while engaging in translation activities, classroom discussions, and writing tasks. These bilingual interactions help bridge the gap between abstract English concepts and students' existing linguistic knowledge. Code-switching in this setting often serves to explain difficult vocabulary, express culturally rooted ideas, or compensate for gaps in students' English proficiency, making it a vital strategy for both comprehension and expression.

Furthermore, higher-order cognitive processes are intimately associated with code-switching in Garmian's EFL classes. As an illustration of how code-switching improves metalinguistic awareness, students utilize Kurdish to consider linguistic structures, decipher meanings, and solve difficulties via translation-based activities or think-aloud exercises. According to Canagarajah (2011) "this kind of linguistic alternation is a type of "translanguaging," in which bilingual people process and generate knowledge by using their entire language repertoire". Teachers in the Garmian district ought to acknowledge the pedagogical benefits of code-switching rather than considering it a disruption in the classroom. Teachers can better assist

bilingual students and establish more inclusive, culturally sensitive learning environments by embracing code-switching as a tool for deeper learning and cognitive engagement.

3. Translation tasks and Cognitive Processes

Tasks involving translation include an intricate network of cognitive processes that call for simultaneous consideration of contextual, linguistic, and cultural factors. Shreve and Angelone (2010) claim that translating is a cognitively taxing task that calls for working memory, attention management, and problem-solving techniques. While translating, the translator must maintain meaning, tone, and style by decoding the source language (SL), storing pertinent passages in working memory, using bilingual lexicons, and then encoding the message in the target language (TL). For instance, translating the Arabic idiom "رجع بخفي حنين" (literally, "he returned with Hunayn's sandals") requires recognizing that it metaphorically means "*to return empty-handed*." A literal rendering would obscure the intended message. Similarly, in Kurdish, the idiom "ناوی له دهست دا" (literally, "he lost his name") is used to *imply a person has lost their reputation or honor*. Rendering this expression into English as "he lost his name" would confuse readers unfamiliar with the metaphor. Instead, it requires conceptual equivalence, such as "he was disgraced" or "his reputation was ruined." These examples highlight the translator's cognitive task of negotiating between linguistic form and cultural meaning (Pym, 2011).

Empirical studies using think-aloud protocols and eye-tracking have further revealed the cognitive complexity of translation processes. Jakobsen (2002) demonstrated that professional translators engage in non-linear, recursive processing, frequently pausing to revise and restructure their output. This is particularly evident when navigating polysemous terms. For instance, the Arabic word "أمانة" can mean "*trust*," "*deposit*," or even a moral obligation depending on the context. A novice translator may require significant cognitive effort to identify the appropriate meaning, whereas an experienced translator might resolve the ambiguity quickly using contextual and pragmatic cues. Similarly, in Kurdish, the word "ڕمخنه" can refer to "*criticism*" in academic writing or "*blame*" in casual speech. Deciding how to render this term into English requires not only lexical knowledge but also an understanding of register, context, and communicative intent. Alves and Gonçalves (2007) argue that such tasks illustrate the distinction between automatic and controlled processing: experts draw on automated routines for frequent expressions, while novices engage more deliberate cognitive strategies, resulting in higher mental load and slower performance.

The directionality of translation and the complexity of the text also significantly affect cognitive effort. Kußmaul (2000) observes that translating into a non-native language (L2)

typically demands more cognitive resources due to reduced lexical access and syntactic fluency. For example, a native Arabic speaker translating a health brochure from English into Arabic may efficiently produce fluent and accurate text, such as translating “high cholesterol” as “ارتفاع نسبة الكوليسترول”. However, translating from Arabic into English might pose greater challenges, especially in maintaining naturalness and idiomaticity. A phrase like “يعاني من هبوط حاد في الدورة الدموية” might be awkwardly rendered as “suffers from a sharp drop in blood circulation,” while the medically appropriate English equivalent would be “suffers from acute circulatory collapse.” Similarly, a Kurdish translator working into English may struggle with conveying culturally loaded terms like “مێرج” (often used for religious marriage contracts) into a neutral or secular English context. These examples reinforce that translation involves layered cognitive demands shaped by directionality, cultural context, and the translator's expertise.

4. Mixed-Method Study: An Overview

In order to provide a deeper and more thorough understanding of research topics, mixed-methods studies employ a methodical approach that integrates the gathering and analysis of both quantitative and qualitative data inside a single study. This method enables the investigation of language phenomena in social science and language studies from both an empirical and numerical perspective. Because they offer complementary insights, mixed-methods designs are especially helpful when one data source is not enough to answer the research questions, as stated by Creswell and Plano Clark (2018). While qualitative approaches explain the settings and causes of language actions, quantitative approaches can demonstrate the frequency or pattern of those behaviors. Tashakkori and Teddlie (2010) further argue that mixed-methods research bridges the gap between positivist and constructivist paradigms, allowing researchers to examine not just what happens, but why and how it happens within complex sociolinguistic settings.

Mixed-methods research is commonly used in language studies to examine areas like classroom interaction, translation processes, attitudes toward language, and second language acquisition. Studies on code-switching among bilingual EFL learners, for example, frequently employ think-aloud protocols and classroom recordings to examine linguistic choices. Surveys or questionnaires are also used to measure trends across larger groups (Dörnyei, 2007; Mackey & Gass, 2016). By capturing both the observable language behavior and the cognitive and sociocultural factors that underlie it, this triangulation enhances the validity and reliability of the results. According to Johnson and Onwuegbuzie (2004) “mixed-methods research makes it possible to create more comprehensive and contextually grounded interpretations in applied

linguistics, particularly in educational settings where a range of factors, such as identity, proficiency, and pedagogical practices, influence language use”. Thus, in addition to being versatile and flexible, the mixed-methods approach is essential for researching the complex and multidimensional nature of language in use.

5. Methodology

This study employed a qualitative focus group design within a mixed-methods framework to examine code-switching patterns and underlying cognitive mechanisms among bilingual EFL students during translation tasks. The research was conducted in the Garmian district of the Kurdistan Region, focusing specifically on university-level learners in English language departments. The study involved two focus groups comprising a total of 60 students, all of whom were enrolled in English departments at two colleges within the same district. The participants were carefully selected to ensure homogeneity in terms of age, academic level, and language proficiency. All students were in similar stages of their undergraduate education, allowing for consistent comparison across groups. Their bilingual background, with Kurdish as their first language and English as a foreign language, was central to the research focus.

Instead of a full-length text, a set of English idiomatic expressions was selected (10 Culture specific and 10 cross- cultural) as the primary data for this study. These idioms were chosen to include a variety of culturally embedded, figurative, and abstract meanings, which are known to pose challenges in cross-linguistic interpretation. Each student was instructed to translate the idioms into Kurdish, using a think-aloud protocol to verbalize their cognitive process while working. The purpose was to capture how students approached meaning transfer, dealt with lexical or cultural gaps, and whether they code-switched within or across sentences during the task.

This method's main goal was to determine the different kinds of code-switching (such as intrasentential and intersentential) and cognitive strategies (such as lexical retrieval, conceptual mediation, and problem-solving) that students used when switching between languages. Both the language patterns and the metacognitive reflections displayed during the translation process were the main focus of the data analysis.

6. Data Collection

A total of 60 students participated in the study, selected from two colleges: the College of Education in Kalar and College of Humanities and Social Science/ Khanaqin both belonging to the University of Garmian in the Kurdistan Region of Iraq, as part of a qualitative study design. Two separate focus groups were made up of English language learners from each college. All

participants were senior undergraduate students in the academic year 2024–2025. Names and gender of participants were not considered relevant to the study and were therefore not recorded.

For the purpose of assessing students' cognitive responses to idioms of varying cultural familiarity, participants were given a carefully chosen list of English idioms that were chosen based on whether they were cross-cultural or culture-specific. Idioms covered a wide range of broad categories, such as food, animals, and emotions, but the main selection criterion was each expression's cultural basis. Following that, each student was instructed to use the think-aloud methodology to translate the idioms into Kurdish one at a time, verbalizing their reasoning as they progressed. Students discussed in public their comprehension of the idiom, their methods for interpreting it, if they could identify a Kurdish equivalent, and their method for conveying meaning while translating. Researchers observed, took notes, and later analyzed the recordings to identify recurring cognitive strategies (e.g., lexical retrieval, conceptual mediation, code-switching, and problem-solving).

7. Data Analysis and Results

A systematic mixed-methods approach that combined quantitative frequency analysis and qualitative thematic analysis was used to evaluate transcriptions of think-aloud protocols, translation outputs, and observational notes from focus groups with 60 participants. Using a three-phase coding method, a dual-coding technique was used to analyze all verbatim transcribed verbal data, identifying both linguistic patterns and cognitive processes. The cognitive strategies used during translation were classified using process-oriented translation study categories prior to classifying instances of code-switching as intrasentential (within-sentence switching) or intersentential (between-sentence switching). These included lexical retrieval, conceptual mediation, problem-solving, and metalinguistic reflection. Finally, by comparing linguistic behaviors to the complexity of idiomatic expressions, the relationship between code-switching patterns and specific translation challenges was investigated. The overall analysis revealed that 78% of all participants' translation attempts involved code switching. With intrasentential code-switching occurring in 45% of cases and intersentential switching in 55% of cases, this percentage varied significantly based on the idiom's complexity and cultural distinctiveness. When participants encountered idioms that had no direct Kurdish equivalent, they were more likely to switch between codes. for instance idioms No.1 “Food for thought” , which means something worth thinking about seriously,, No. 6 ” Break a leg” which indicates wishing someone good luck by saying something that sounds negative, this has no

equivalent in Kurdish culture, where direct well-wishes are more common, in the same fashion No.7 "Bite the bullet" - Meaning to endure something difficult, this idiom is also unfamiliar to Kurdish linguistic tradition, No, 9, "Piece of cake" which indicates something easy, and this just like the previous idioms isn't found in Kurdish idiomatic expressions. The same holds true for idioms No. 11, 12, 14, 17, 18, 20 when taking cultural similarities into consideration. Taking idiom No.11, "Hot potatoes", which means a controversial issue or situation which is awkward to deal with and it has no similar counterpart in Kurdish language. The same holds true for idiom No. 12 "Barking up the wrong tree" which is a hunting-derived idiom for pursuing the wrong course of action lacks a Kurdish parallel. Also idiom No. 14, "Don't look a gift horse in the mouth" While both cultures value horses, this specific practice of checking a horse's age through its teeth isn't reflected in Kurdish idioms hence could be placed within culture specific idioms. In the same fashion, idioms No. 17 "Let the cat out of the bag" that is; revealing a secret, , No 18. "Once in a blue moon" indicates something rare, and No 20. 'Chew the fat' indicates chatting in a prolonged way, having no Kurdish counterpart. Switching rates soared to 89% for culturally specific idiomatic expressions like "No. 1" and "No. 20," suggesting a substantial positive correlation between idiom complexity and code-switching frequency. Lexical retrieval accounted for 32% of the four primary cognitive processes used during translation tasks, followed by conceptual mediation (28%), problem-solving techniques (24%), and metalinguistic reflection (16%). Code-switching and conceptual mediation strategies were the most frequently observed co-occurring cognitive strategies during translation tasks, indicating that linguistic alternation acts as a cognitive bridge when students are negotiating meaning between languages. Before starting to translate "No.17," 87% of participants switched to Kurdish to make the metaphorical meaning more clear. This implies that the most code-switching was elicited by abstract ideas and culturally ingrained expressions, with participants turning to Kurdish to acquire pertinent cultural information or similar terms. Subsequently, the study found that participants intentionally used code-switching.

Cross-cultural idioms showed significantly different behavioral patterns than culture-specific expressions, with code-switching rates reducing from 78% to 23% and translation accuracy increasing to 91% across all participants. Cross-cultural idioms such as Idiom No. 2 "blood is thicker than water" (برا برایه تمنانته نهگەر نهییت) achieved 98% translation accuracy with only 3% code-switching, while No. 3. "heart of gold" (دلی چاکه) and No.4 "strong as a lion" (نهانی شیره) demonstrated 96% and 95% accuracy respectively, indicating that universal human experiences create stable translation pathways. Lexical retrieval strategies dominated the

distribution of cognitive strategies, accounting for 68% of the total, whilst culturally specific idioms accounted for 32%. In contrast, conceptual mediation decreased from 28% to 19%, problem-solving approaches decreased from 24% to 9%, and metalinguistic reflection decreased from 16% to 4%. Idioms like No.4 "keep your eyes open" (چاو له چاو بکه) and No.5 "clear as day" (وەک ڕۆژی ڕوون) , No.8 "white lie" (درۆی سپی) consistently showed minimal code-switching rates of 7-11% and high translation confidence of 84% compared to 31% for culture-specific idioms. Idioms No.10 "busy as a bee" ("دەست و پێی نابێتەوه") , No.13 "Don't count your chickens before they hatch" ("پێش کاتی خۆی شادی مەکە") , No. 16, "A bird in the hand is worth two in the bush" ("یهک هەمیه له هەزار نییه باشتەر") and 19 "That's not my cup of tea" (ئەمە حەزی من نیه) attained 88-93% accuracy with code-switching rates of only 8-14%, suggesting that shared observations of animal features bridge cultural divides that normally lead to linguistic alternation. The translation process sequence was shortened, eliminating the cultural gap recognition phase that is typical of translating culture-specific idioms. In 84% of cases, initial English processing resulted in immediate Kurdish equivalent recognition. Compared to 43% for culture-specific expressions, cross-cultural idioms required 67% less cognitive processing time, 78% immediate recognition rates, and 12% error rates. This suggests that shared conceptual frameworks in some domains, and in universal human experiences naturally bridge languages, reducing cognitive load while preserving metaphorical depth and ethnic authenticity.

8. Discussions

By arguing that code-switching should be reinterpreted as an advanced cognitive resource rather than a linguistic defect, the study's findings significantly expand the theoretical understanding of code-switching in bilingual cognition and translation tasks. The results also support contemporary translanguaging theories and challenge common monolingual biases in language classrooms. Empirical evidence for the function of code-switching in facilitating complex cognitive processes during translation tasks is provided by the high association found between code-switching frequency and translation accuracy. This implies that in order to optimize cognitive processing, bilingual speakers inherently employ their whole linguistic repertoire. The favorable relationship between strategic code-switching and translation accuracy has important implications for EFL pedagogy and translation practice. This implies that instructors should reconsider rules that penalize or discourage code-switching in bilingual classrooms and instead accept it as a helpful cognitive tool that can enhance learning results when applied properly. This will encourage the creation of instructional strategies that, rather

than stifling students' bilingual resources, directly educate them how to use them. In order to understand code-switching patterns, the study's focus on Kurdish-English bilingual students in the Garmian district is crucial. Effective translation instruction must consider the cultural knowledge embedded in students' first language and develop strategies for leveraging this knowledge in cross-linguistic tasks. This is demonstrated by the high frequency of code-switching when dealing with culturally specific idioms, which suggests that linguistic alternation serves both cognitive and cultural mediation functions. While think-aloud protocols provided valuable insights into the cognitive mechanisms underlying code-switching behavior, frequency analysis revealed broader patterns across participants, increasing the validity of findings through methodological triangulation and providing a comprehensive understanding of the phenomenon under investigation. This study's mixed-methods approach demonstrates the benefits of integrating quantitative frequency analysis with qualitative process-oriented data. The focus on idiomatic expressions that might not apply to other kinds of translation tasks and the study's focus on a particular linguistic and cultural context may limit its generalizability to other bilingual populations, even though it offers insightful information about code-switching in translation tasks.

9 . Conclusion

This study investigated the cognitive strategies employed by Kurdish-English bilingual students when translating English idioms of varying cultural familiarity, with a particular focus on the role of code-switching as a cognitive and linguistic mechanism. Through a qualitative, process-oriented approach complemented by quantitative frequency analysis, the study offered rich insights into how bilingual learners navigate semantic complexity and cultural specificity during translation tasks. Findings revealed a strong correlation between idiom complexity—particularly culture-specific idioms—and increased instances of code-switching. Code-switching emerged not as a deficiency but as a purposeful and strategic tool employed to bridge cultural and conceptual gaps. With 78% of translation attempts involving some form of code-switching, and intrasentential and intersentential switching occurring in 45% and 55% of cases respectively, the results demonstrated that students relied heavily on their full linguistic repertoire, especially when faced with idioms lacking Kurdish equivalents. Culture-specific idioms such as "bite the bullet" or "chew the fat" prompted the highest switching rates and required more complex cognitive engagement, including conceptual mediation and metalinguistic reflection.

In contrast, cross-cultural idioms yielded significantly higher translation accuracy and lower code-switching frequencies, suggesting that shared human experiences and universal metaphors facilitate more direct translation pathways. Lexical retrieval dominated the cognitive strategies used for these idioms, and translation tasks were more efficient and accurate, with reduced cognitive processing time and minimal error rates. These findings affirm that idiomatic comprehension and translation are deeply influenced by cultural congruence and that cognitive processing is streamlined when semantic fields are shared across languages. The study reinforces translanguaging theories by evidencing that code-switching supports complex meaning-making and is integral to bilingual cognition. These insights challenge the monolingual norms that often govern language instruction and underscore the need to reevaluate pedagogical attitudes toward code-switching. Rather than viewing it as an obstacle, educators should recognize its value as a metacognitive and intercultural tool. Doing so could enable the development of more inclusive and effective instructional strategies that harness bilingual students' full cognitive and linguistic capacities.

While the study provides a nuanced understanding of translation strategies in idiom interpretation within a specific sociolinguistic context, it also acknowledges its limitations. The focus on idiomatic expressions and the regional specificity of the sample may limit the generalizability of findings to other bilingual populations or language pairs. Nevertheless, the methodological integration of think-aloud protocols, focus group observations, and coding-based frequency analysis offers a replicable framework for future research in bilingual translation processes. Ultimately, this study contributes to the broader discourse on bilingual education, translation pedagogy, and cognitive linguistics by illustrating how linguistic alternation functions as both a cultural and cognitive mediator in idiomatic translation.

10. References

- Canagarajah, S. (2011). Codemeshing in academic writing: Identifying teachable strategies of translanguaging. *The Modern Language Journal*, 95(3), 401–417. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.2011.01207.x>
- Sert, O. (2005). The functions of code-switching in ELT classrooms. *The Internet TESL Journal*, 11(8). <http://iteslj.org/Articles/Sert-CodeSwitching.html>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Dörnyei, Z. (2007). *Research methods in applied linguistics: Quantitative, qualitative, and mixed methodologies*. Oxford University Press.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14–26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Mackey, A., & Gass, S. M. (2016). *Second language research: Methodology and design* (2nd ed.). Routledge.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (Eds.). (2010). *SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research* (2nd ed.). SAGE Publications.

- Alves, F., & Gonçalves, J. L. (2007). Modelling translator's competence: Relevance and expertise under scrutiny. *Across Languages and Cultures*, 8(2), 123–140.
- Jakobsen, A. L. (2002). Translation drafting by professional translators and by translation students. In G. Hansen (Ed.), *Empirical Translation Studies: Process and Product* (pp. 191–204). Samfundslitteratur.
- Kußmaul, P. (2000). *Training the Translator*. John Benjamins Publishing.
- Pym, A. (2011). *Translation Skill-Sets in a Machine-Translation Age*. *Meta*, 56(2), 20–36.
- Shreve, G. M., & Angelone, E. (2010). Translation and cognition: Recent developments. In G. Shreve & E. Angelone (Eds.), *Translation and Cognition* (pp. 1–13). John Benjamins Publishing.
- Beatty-Martínez, A. L., Navarro-Torres, C. A., & Dussias, P. E. (2020). Codeswitching: A bilingual toolkit for opportunistic speech planning. *Frontiers in Psychology*, 11, 1699. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01699>
- Han, X., Wei, L., & Filippi, R. (2023). Modulating effects of interactional contexts on bilinguals' cognitive control: Evidence for the Adaptive Control Hypothesis. *International Journal of Bilingualism*, 27(5), 869–889.
- Zhong, Z., & Fan, L. (2023). Worldwide trend analysis of psycholinguistic research on code switching using bibliometric R-tool. *SAGE Open*, 13(4). <https://doi.org/10.1177/21582440231211657>

Appendix 1 : Idioms Used in the Study

Section A: Cross-Cultural Idioms

<u>Idiom No.</u>	<u>English Idiom</u>	<u>Meaning</u>	<u>Kurdish Equivalent</u>
2	Blood is thicker than water	Family bonds are stronger	برا باریه تهنانهت ئه گهر نه بێت
3	Heart of gold	Very kind and generous	دلی چاکه
4	Strong as a lion	Very strong	ئهالی شیره
5	Clear as day	Very clear and obvious	وهک روژی روون
8	White lie	A harmless or small lie	درووی سپی
10	Busy as a bee	Very busy and active	دمست و پنی نابێتهوه
13	Don't count your chickens before they hatch	Don't assume success too early	پیش کاتی خوی شادی مهکه
16	A bird in the hand is worth two in the bush	Better to have something now than hope for more	ئهک ههیه له ههزار نهیه بهشته
19	That's not my cup of tea	Not something one prefers	ئهمه ههزی من نهیه

**Section B: Culture-Specific Idioms**

<u>Idiom No.</u>	<u>English Idiom</u>	<u>Meaning</u>	<u>Kurdish Equivalent</u>
1	Food for thought	Something worth thinking about seriously	None
6	Break a leg	Wishing good luck (ironically)	None
7	Bite the bullet	Endure something painful or unpleasant	None
9	Piece of cake	Very easy	None
11	Hot potato	A controversial or difficult issue	None
12	Barking up the wrong tree	Pursuing the wrong course of action	None
14	Don't look a gift horse in the mouth	Don't criticize a gift	None
17	Let the cat out of the bag	Reveal a secret	None
18	Once in a blue moon	Very rarely	None
20	Chew the fat	Casual, lengthy conversation	None

ENHANCING RESEARCH RIGOR THROUGH ETHICS EDUCATION: INSIGHTS FROM MOROCCAN NURSING STUDENTS

Khaoula EL BARBI¹, Maryem ARRAJI², Abdellah GANTARE³.

¹PhD, ²PhD Student, ³Professeur of Higher Education.

Laboratory of Health Sciences and Technologies Laboratory, Higher institute of health sciences

Context: In Morocco, the growing emphasis on research ethics has exposed significant gaps in nursing students' understanding and application of ethical principles. While ethics is central to safeguarding human subjects and guiding professional practice, little evidence exists regarding how students perceive research ethics and the adequacy of their training.

Aim: This study aimed to evaluate nursing students' perceptions of research ethics, their understanding of ethical principles, and their views on the role and effectiveness of structured ethics training in strengthening research quality.

Materials

and

Methods

A descriptive pilot study adopting a mixed-methods design was conducted between October and December 2023 at the Higher Institute of Health Sciences in Settat, Morocco. Forty-four nursing students participated by completing a structured questionnaire inspired by prior literature. Quantitative data were analyzed using SPSS, while qualitative responses were examined through narrative content analysis, in line with STROBE guidelines. The study explored students' ethical awareness, experiences with dilemmas, and suggestions for improving ethics education.

Results: Although 81.8% of students reported prior exposure to ethics content, most found it inadequate. Nearly all participants (95.5%) stressed the necessity of compulsory ethics education, with 77.3% recommending its integration across all courses. Confusion between ethics and deontology persisted, and only a minority felt adequately prepared for ethical dilemmas. However, 84% strongly endorsed simulation and case-based learning as effective pedagogical methods. Students highlighted that structured ethics training would not only enhance research rigor but also ensure participant protection and strengthen the credibility of nursing research.

Conclusion: The study underscores the urgent need to integrate structured, practice-oriented ethics education into Moroccan nursing curricula. By fostering ethical competence through simulation and research-based teaching, future nurses can conduct research with greater rigor, credibility, and respect for human dignity. National strategies should therefore prioritize ethics education as a cornerstone of nursing programs.

Keywords: Nursing Students · Ethics · Research · Perception · Training

FORMULATION AND IN VIVO EVALUATION OF ANTI-FUNGAL DRUG-LOADED LIPOSOMES

R. Devi

Associate Professor,
Faculty of Pharmacy,
Bharath Institute of Higher Education and Research,
Selayur, Chennai, India.

ABSTRACT:

Anti-fungal liposomes are a type of drug delivery system that can be used to improve the efficacy of anti-fungal drugs. Liposomes are spherical, phospholipid-based vesicles that can encapsulate hydrophilic or hydrophobic drugs. In this case, liposomes can encapsulate anti-fungal drugs and deliver them directly to the site of infection, potentially increasing their effectiveness and reducing side effects. Formulation of anti-fungal liposomes: To formulate anti-fungal liposomes, a lipid film hydration method can be used. In this method, a mixture of phospholipids and cholesterol is dissolved in a volatile organic solvent such as chloroform. The solvent is then evaporated to form a thin lipid film on the walls of the container. The lipid film is then hydrated with an aqueous solution containing the anti-fungal drug, resulting in the formation of liposomes. In vivo evaluation of anti-fungal liposomes: The efficacy of anti-fungal liposomes can be evaluated in vivo using animal models. In these studies, animals are infected with a fungal pathogen and then treated with either the anti-fungal drug alone or the anti-fungal liposomes. The progression of the infection is monitored, and the efficacy of the treatment is assessed based on factors such as survival rate, fungal burden, and histological examination. In addition to evaluating the efficacy of anti-fungal liposomes, it is also important to assess their safety. Liposomes can have some toxicity and immunogenicity concerns, especially when administered intravenously. Therefore, in vivo, studies should also include an evaluation of the potential adverse effects of anti-fungal liposomes. Overall, anti-fungal liposomes have the potential to improve the efficacy of anti-fungal drugs and reduce their side effects. Formulation and in vivo evaluation of these liposomes can provide valuable information about their potential therapeutic benefits and safety profile.

KEYWORDS: phospholipid-based vesicles, spherical, lipid film hydration method, histological examination.

**GOLD NANOPARTICLES APPLICATION IN CANCER CHEMOTHERAPY****R. Devi,**

Associate Professor,

Faculty of Pharmacy,

Bharath Institute of Higher Education and Research,

Selaiyur, Chennai, India.

ABSTRACT:

Gold nanoparticles have emerged as a promising tool in cancer therapy due to their unique properties. These tiny particles, which range in size from 1-100 nanometers, have the ability to accumulate in tumors due to their small size and the enhanced permeability and retention effect (EPR) that tumors exhibit. This accumulation enables the targeted delivery of therapeutic agents to cancer cells while sparing healthy cells. Here are a few ways gold nanoparticles are being used in cancer therapy: Drug delivery: Gold nanoparticles can be used to deliver chemotherapy drugs directly to cancer cells. This approach can improve the efficacy of the drugs while reducing their toxic side effects on healthy cells. Photothermal therapy: Gold nanoparticles can be stimulated by near-infrared (NIR) light to generate heat, which can be used to destroy cancer cells. This approach, known as photothermal therapy, has been shown to be effective in killing cancer cells both in vitro and in vivo. Radiotherapy enhancement: Gold nanoparticles can be used to enhance the effectiveness of radiotherapy by increasing the dose of radiation delivered to cancer cells. This approach has been shown to be effective in killing cancer cells while sparing healthy cells. Imaging: Gold nanoparticles can be used as imaging agents to improve the detection of tumors. They can be functionalized with targeting molecules to specifically bind to cancer cells and allow for more accurate imaging. In summary, gold nanoparticles have shown great potential in cancer therapy due to their unique properties, including their small size, ability to accumulate in tumors, and ease of functionalization with targeting molecules. Ongoing research in this area is aimed at optimizing the use of gold nanoparticles to improve cancer diagnosis and treatment.

KEYWORDS: Near-infrared, cancer cells, Imaging, Radiotherapy enhancement, Photothermal therapy.

ASSESSMENT OF ANTI-HYPERGLYCEMIC ACTIVITY IN SALVIA SPLENDENS**S. Sakthi *¹, R. Devi ², R. Jothilakshmi² Dr.R. Srinivasan³, S. Kalaivanan⁴,****1. B. Pharm Student, 2. Associate Professor, 3. Dean and Professor, 4. Assistant Professor
Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai, India.****ABSTRACT:**

The major objective of this study is to evaluate the anti-hyperglycemia in aqueous and methanolic *Salvia splendens* extracts in Streptozotocin-induced rats. This plant also called scarlet sage is an herbaceous perennial herb belonging to the family Lamiaceae. This plant is widely distributed in Brazil. The methanolic extract of *salvia splendens* produces three new diterpenes namely splenolide A, B, and C. It contains medicinal uses in leaves for dressing wounds, coughs, and treating colds and in the stem for emetic, hemorrhoids, and dysentery, other uses like diabetes mellitus, psychoactive effects, tincture, etc. Insulin is a peptide hormone produced by pancreatic islets of Langerhans. It releases from the pancreas for neutralized the glucose level. The anti-hyperglycemic effect is defined as the inhibition of a large number of glucose levels in the blood. Diabetes is induced in the rat by streptozotocin that are damage the pancreatic beta cells, resulting in hypoinsulinemia and hyperglycemia. The materials that are used to test the activity are acetic acid, glibenclamide (standard drug), dichloromethane, ethyl acetate, lyophilisator, and Soxhlet apparatus. Phytochemical screening also studies by using the methanolic extract of the plant. It is used to determine the secondary metabolites of plants. This study shows the result of anti-hyperglycemic activity in both the methanolic and aqueous extract of *salvia splendens*.

KEYWORDS:

Scarlet sage, Insulin, streptozotocin, glibenclamide, Phytochemical screening and pancreatic beta cells.

NANOMATERIALS AS ANALYTICAL TOOLS FOR GENOSENSORS**Sriram. R^{*1}, Devi. R², Dr.R. Srinivasan³, Parthasarathi. V¹, Mohamed Ashik Ali. M.¹**

1.B. Pharm student,2. Associate Professor,3. Professor and Dean

Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai, India.

ABSTRACT:

Biomolecule immobilization, signal amplification, mediators, electroactive species, and detection nanoprobe using nanomaterials. Materials that have at least one exterior dimension or internal structure that is 100 nm or less. In analytical chemistry, there are generally two major uses for nanotechnology. Analyzing materials at the nanoscale is the first step, and using nanotechnology for analysis and spectroscopic imaging is the second. They provide fantastic opportunities for bridging biological recognition events with electronic signal transduction and for creating a new breed of bioelectronic devices with innovative functionality. In particular, nanomaterials such as noble metal nanoparticles (Au, Pt), carbon nanotubes (CNTs), magnetic nanoparticles, quantum dots, and metal oxide nanoparticles have been actively investigated for their applications in DNA biosensors. The application of colloidal nanoparticle synthesis allows for the preparation of tailored model systems for surface science studies and catalysis research.

KEYWORD: nanomaterials, Analysing materials, applications, nanoparticle synthesis

APPLICATION OF CARBON NANOCOMPOSITES

Parthasarathi.V*¹, Devi. R², Dr. R. Srinivasan³,
Sri Ram.R¹, S. Kalaivanan⁴

1.B. Pharm Student, 2. Associate Professor, 3. Dean and Professor, 4. Assistant Professor,
Faculty of Pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Selaiyur, Chennai, India.

ABSTRACT:

Composite materials with attachments for carbon nanotubes and graphene have been seen as possible future developments. Due to their remarkable structural dimensions and exceptional mechanical, electrical, thermal, optical, and chemical properties, carbon nanocomposites have drawn a lot of interest in a variety of sectors, including biological applications. The significant developments in carbon nanocomposite technology over the past few years, along with the identification of fresh nanocomposite processing techniques, are discussed in order to enhance the functional impact of nanotube and graphene composites by offering appropriate synthesis techniques and enhancing the production of various composites based on carbon nanomaterials. Numerous industries, including aviation, use carbon nanocomposites. The architectures and characteristics of polyaniline or carbon black (PANI/CB) production. Covalent nanocomposite materials are particularly susceptible to chemical functionality and involve attaching functional components chemically to the nanotube's carbon scaffold. Depending on where the contact occurs, it can take one of two forms: covalent side-wall functionalization or defect functionalization. The direct covalent sidewall's functionality necessitates a change in hybridization from sp² to sp³ and conjugation.

KEY WORDS: Carbon nanocomposites, nanocomposites, technique of nanocomposites

SUSTAINABLE MORTAR FORMULATIONS: REUSING CERAMIC WASTE IN CEMENT-LIME MORTARS FOR HERITAGE BUILDING REPAIR

Benyahia Amar

University of Saad Dahlab Blida 1, Algeria

Abstract: This study explores the potential of incorporating ceramic waste as a partial replacement for cement in cement-lime mortar formulations designed for the repair and restoration of old buildings. Ceramic waste was used to replace cement at proportions of 0%, 10%, 20%, 25%, and 30% by weight. The impact of ceramic waste on the fresh and hardened properties of the mortar was evaluated through slump flow tests, dry density, compressive strength, and bond strength. The results show that increasing the ceramic waste content leads to a progressive reduction in workability and dry density. Nonetheless, mortars with up to 20% ceramic waste replacement exhibited compressive and bond strength values comparable to the control mix, indicating that ceramic waste can serve as a sustainable supplementary material in mortar production without significantly compromising mechanical performance. These findings support the feasibility of using ceramic waste in eco-efficient mortar formulations for heritage building repair.

Keywords: Ceramic waste, Cement-lime mortar, Workability, Strength, Heritage building restoration.

TURNING WASTE INTO NUTRITION: SINGLE CELL PROTEIN PRODUCTION BY *CELLULOSIMICROBIUM CELLULANS*

Mahnoor Khalid

University of the Punjab Lahore, Faculty of Science, School of Biochemistry and Biotechnology,
Lahore, Pakistan

ORCID ID: 0009-0003-8035-7746

Sikander Ali

Government College University, Faculty of Science, Dr. Ikram-ul-Haq Institute of Industrial
Biotechnology, Lahore, Pakistan

ABSTRACT

Introduction and purpose: The growing need for protein sources that are sustainable has led microbial biomass or single-cell protein (SCP) into the limelight as an alternative option. Agro-industrial lignocellulosic residues, like soybean meal and wheat straw, are abundant and inexpensive substrates for microbial protein. The current research was focused on assessing the capacity of *Cellulosimicrobium cellulans*, which is a cellulolytic bacterium, to produce SCP from pretreated lignocellulosic materials as a fermentation substrate.

Materials and Methods: The experiment was performed with *Cellulosimicrobium cellulans* inoculated in glucose (1%), yeast extract (1%), soybean meal (2%), wheat straw (4%) fermentation medium supplemented with essential mineral salts. Wheat straw and soybean meal were treated with 2% NaOH and autoclaved at 121°C 15psi for 1 hour. The fermentation was performed in shaking incubators at 37°C for 72 hours. Following fermentation, the broth was centrifuged and filtered at 6000 rpm for 5 minutes. The obtained pellet was harvested as SCP. Bacterial cultures during the process were maintained on nutrient agar and broth media.

Results: Fermentation resulted in apparent biomass formation as microbial pellets, confirming SCP production. Pretreatment of lignocellulosic waste had a dramatic effect on substrate digestibility and microbial growth. While protein quantification was not included in the study, pellet recovery was evidence of successful SCP biosynthesis employing agricultural residues as the carbon source.

Discussion and Conclusion: The current research brings into focus the viability of *Cellulosimicrobium cellulans* for the transformation of cellulosic waste to single-cell protein. This is a sustainable and cost-effective process for protein production, which is highly significant in light of food and feed security worldwide. The results corroborate the viability of pretreated lignocellulosic waste as a substrate for microbial fermentation system in SCP production.

Key Words: Single-Cell Protein, *Cellulosimicrobium cellulans*, Lignocellulosic Waste, Fermentation, Sustainability.

GREEN SOLVENT SYSTEMS FOR PROCESSING OF ECO-FRIENDLY BIOCOMPOSITES

Arif Gull¹, Hafsa Naeem², Ayesha Batool³, Hafiz Sharjeel Ahmad Daultana⁴, Chashman Ahmed⁵

¹Islamia University, Bahawalpur

²University Of Agriculture Faisalabad

³University Of Agriculture Faisalabad

⁴Karachi Institute of Medical Sciences

⁵Quaid e Azam medical college

Abstract:

The escalating environmental concerns associated with conventional solvent-based processing methods have catalyzed the development of green solvent systems for biocomposite fabrication. Green solvents, originating from renewable resources and exhibiting low toxicity, biodegradability, and reduced environmental impact, present a sustainable alternative to conventional petrochemical solvents. This review analyses recent developments in the use of green solvents, including supercritical fluids, ionic liquids, deep eutectic solvents, and bio-based solvents, in biocomposite processing. Emphasis is placed on their efficacy in dissolving biopolymers, enhancing fiber-matrix compatibility, and facilitating environmentally benign manufacturing processes. The integration of green solvent systems not only mitigates the ecological footprint but also improves the mechanical and thermal properties of resultant biocomposites by promoting better interfacial adhesion and dispersion of natural fibers. Additionally, these solvents contribute to reduced volatile organic compound (VOC) emissions, aligning with increasingly stringent environmental regulations. The challenges of solvent recovery, economic viability, and scalability in green solvent technologies are examined, alongside emerging strategies like solvent recycling and hybrid solvent systems. Future research directions are proposed to optimize green solvent formulations and processing parameters to achieve high-performance, cost-effective, and truly sustainable biocomposites. The transition towards eco-friendly solvent systems is pivotal for advancing sustainable biocomposite technologies, aligning material development with global environmental and economic objectives, and fostering circular economy principles within the polymer composites industry.

Keywords; *Biocomposites, Eco-Friendly, Renewable resources.*

**EXPLORING CULTURAL HYBRIDITY IN POSTCOLONIAL LITERATURE: A
COMPARATIVE ANALYSIS OF CHIMAMANDA NGOZI ADICHIE'S *THE THING
AROUND YOUR NECK* AND SCHOLASTIQUE MUKASONGA'S *OUR LADY OF
THE NILE***

Iwole Abel Yomi & Olatunji Temilade Afolasade

General Studies Department, Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State

General Studies Department, Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State

Abstract

This paper investigates cultural hybridity in Chimamanda Ngozi Adichie's *The Thing Around Your Neck* and Scholastique Mukasonga's *Our Lady of the Nile*, these two significant texts that emphasizes on the postcolonial African experiences through different linguistic and cultural lenses. Using a comparative framework, this study explores how the authors portray the tension between traditional values and modernity, shaped by colonial legacies. A particular attention is given to how the English and French languages are used to reflect cultural identities, societal expectations and individual struggles. The analysis reveals that both authors utilise a blend of storytelling techniques to address themes of alienation, resistance and transformation in the face of cultural conflict. Postcolonial theory, particularly Homi K. Bhabha's concept of hybridity, provides the basis for examining how these texts engage with issues of identity and belonging. The study also considers how language functions as a medium for both resistance and reconciliation within a postcolonial framework. The findings contribute to understanding the intersection of literature, language and identity in a globalised world, reaffirming the importance of African literature in fostering cross-cultural dialogue.

Keywords: cultural hybridity, postcolonial literature, African identity, language and identity, cross-cultural dialogue

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, this research also identifies common challenges, including regulatory barriers, misaligned incentives and issues with transparency and accountability. The paper therefore 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.



Issued: 15.09.2025
ISBN: '978-625-378-303-7'

