13. ULULARARASI

GÖBEKLİTEPE

BİLİMSEL ÇALIŞMALAR KONGRESİ

24-25 OCAK 2026 ŞANLIURFA

EDİTÖRLER:

Prof. Dr. Aytekin DEMİRCİOĞLU

Prof. Dr. Beyhan ZABUN

www.isarconference.org

İKSAD Publishing House

KONGRE KİTABI

INDEX

CONGRES ID		II-VIII
PROGRAM		LX-XLII
GALLERY		XLIII-XLVI
ACADEMIC INCENTIVE		XLVII
NOTIFICATIONS		XLVIII-LXIII

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

13th INTERNATIONAL GÖBEKLİTEPE SCIENTIFIC STUDIES CONGRESS

DATE AND PLACE

24-25,** JANUARY **2026 ŞANLIURFA ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

EDITOR

Prof. Dr. Aytekin DEMİRCİOĞLU

Prof. Dr. Beyhan ZABUN

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Prof. Dr. Hilmi YÜCEL
Prof. Dr. Mehmet DEMİR
Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
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. Başak Gül AKAR
Assoc. Prof. Dr. Caner YERLİ
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. Melih OKCU
Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER DANACI
Assoc. Prof. Dr. Sahure YARİŞ
Assoc. Prof. Dr. Seda BENGİ
Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK
Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI
Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN
Assoc. Prof. Dr. Zühal OKCU
Dr. Abdullah ATILGAN
Dr. Canan TERCAN
Dr. Elvan CAFEROV
Dr. Fatma AZİZOĞLU
Dr. Gönül GÖKÇAY
Dr. Hakkı ŞİMŞEK
Dr. Hayri YILDIRIM
Dr. Laleş USLU AZARAK
Dr. Mine KIRKYOL
Dr. Sevil ÖZCAN
Dr. Sümeyye GÖKÇENOĞLU
Dr. Şengül ŞENTÜRK
Dr. Rana BAYTİN ALACI

ISBN: '978-625-378-578-9

“COMPLIANCE WITH PUBLICATION ETHICS IS THE SOLE RESPONSIBILITY OF THE AUTHORS; ACCORDINGLY, THEY BEAR BOTH ETHICAL AND LEGAL ACCOUNTABILITY”

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Adil AKINCI
Bilecik Şeyh Edebali University

Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Atatürk University

Prof. .Dr. Aparna SRIVASTA
Noida International University

Prof. Dr. Ahmet Niyazi ÖZKER
Bandırma Onyedi Eylül University

Prof. Dr. Ali AKİL
Saiyed Parul University

Prof. Dr. Ali OKATAN
İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Anvar ABBASOV
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Prof. Dr. Anwar Ali Shah G. SYED
University Of Sindh Jamshoro

Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ
Inonu University

Prof. Dr. Arif BABANLI
Süleyman Demirel University

Prof. Dr. Cengiz SARIKÜRKCÜ
Afyonkarahisar University

Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Sakarya University

Prof. Dr. Ekrem Yaşar AKÇAY
Süleyman Demirel University

Prof. Dr. Emrullah FATİŞ
Kırşehir Ahi Evran University

Prof. Dr. Faiz Muhammad SHAİKH
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
Alkıtab University

Prof. Dr. Halil BOLU
Dicle University

Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK
Selçuk University

Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK
Gaziantep University

Prof. Dr. Gülsen ASMAN
Gazi University

Prof. Dr. Ivan PAVLOVİC
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Azerbaycan Devlet Pedagoji University

Prof. Dr. İshak KESKİN
İstanbul University

Prof. Dr. Jaın SADHNA
Unıversıty Of Delhı

Prof. Dr. Kübra KARAMAN
Yozgat Bozok University

Prof. Dr. Mehmet Fırat BARAN
Siirt University

Prof. Dr. Mehmet Şahin
Gaziantep University

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet University

Prof. Dr. Morakeng Edward
Kenneth LEBAKA University Of Zululand

Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Cumhuriyet University

Prof. Dr. Manole COJOCARU
Titu Maiorescu University

Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ
Osmaniye Korkut Ata University

Prof. Dr. Mustafa METE
Gaziantep University

Prof. Dr. Mustafa Onur ALADAĞ
Selçuk University

Prof. Dr. Nurdan KALAYCI
Gazi University

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet University

Prof. Dr. Orhan ZEYBEK
Balıkesir University

Prof. Dr. Sancar BULUT
Kayseri University

Prof. Dr. Selahattin YAVUZ
Erzincan Binali Yıldırım University

Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK
Hitit University

Prof. Dr. Sevi ÖZ
Ankara Hacı Bayram Veli University

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk University

Prof.Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Bitlis Eren University

Prof. Dr. Zharkynbıke SULEIMENOVA
Kazakh National Women's Pedagogical University

Prof. Dr. Zülfü GÜROCAK
Fırat University

Assoc. Prof. Abdurahman KARAMAN
Uşak University

Assoc. Prof. Dr. Ebubekir DİRİCAN Marmara University

Assoc. Prof. Dr. Eda ÖZ ÇELİKBAŞ
Karabük University

Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL
Iğdır University

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

Assoc. Prof. Dr. Faruk KALAY
Yüzüncü Yıl University

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

Assoc. Prof. Dr. İkramettin DAŞDEMİR
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. İsa YILDIRIM
Atatürk University

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

Assoc. Prof. Dr. Muzaffer DENİZ
Van Yüzüncü Yıl Üni

Assoc. Prof. Dr. Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL – Çukurova 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
Azerbaycan Bakü Biznes University

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

Assoc. Prof. Dr. Abdulkerim DİLER
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Armel MBON
Marien Ngouabi University

Assoc. Prof. Dr. Asuman SAVAŞCIHABEŞ
Nuh Naci Yazgan University

Assoc. Prof. Dr. Azimbaeva GULBAYRA
Kazakh National Women's Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Karabük Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr.Elif Feyza TOPDAŞ
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Hasan TELLİ
Mersin University

Assoc. Prof. Dr. Oqtay QULİYEV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Assoc. Prof. Dr. Orhan TURAN
Batman University

Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk RENÇBER
Gaziantep University

Assoc. Prof. Dr. Sahure YARİŞ
Dicle University

Assoc. Prof. Dr. Salman Bashir MEMON
Shah Abdul Latif University

Assoc. Prof. Dr. Sevcan YILDIZ
Akdeniz University

Assoc. Prof. Dr. Syed Ali
Raza NAQVI Government College University Faisalabad

Assoc. Prof. Dr. Tamer TURGUT
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Victoria POSTOLACHE
Alecu Russo Balti State University

Assoc. Prof. Dr. Yılmaz KÜÇÜK
Gazi University

Assoc. Prof. Dr. Yılmaz SEÇİM
Necmettin Erbakan University

Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Azerbaycan Devlet Pedagoji University

Dr. Ajay B. GADİCHA
Sant Gadge Baba Amravati University

Dr. Amira TANDİROVİC GURSEL
Adana Alparslan Türkeş University of Science and Technology

Dr. Andaç Kutay SAKA
Ordu University

Dr. Aqil MEMMEDOV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Babak SAFAEI
Tsinghua University

Dr. Elşen MEMMEDLİ
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Esra KEŞER
Osmaniye Korkut Ata University

Dr. Faisal SULTAN
Hazara University

Dr. Ghanshyam BARMAN
Uka Tarsadia University

Dr. Gülnar MİRZEYEVA
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Gülşen MEHERREMOVA
Azerbaycan Diller University

Dr. Hamdi DAĞISTANLI
Ankara University

Dr. Hassan ZARIOUH
Mohammed First University

Dr. Iram Liaqat AWAN
Government College University

Dr. Irina-Ana DROBOT
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania

Dr. İslam DEVİREN
MEB

Dr. Joanna HERNİK
West Pomeranian University of Technology

Dr. Murat KAYA
Kayseri ÜNİVERSİTY

Dr. Mine KIRKYOL
Artvin Çoruh University

Dr. Müslüm ÖZTÜRK
Kilis 7 Aralık University

Dr. Nurhoca AKBULAYEV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Rana BAYTİN ALACI
VAN YY University

Dr. Rida ZULFİQAR
University of Szeged

Dr. Taha Yasin ÖLMEZTOPRAK
Adıyaman University

Dr. Tatia DOLİDZE
European University

Dr. Yaşar SUBAŞI
Van Yüzüncü Yıl University

Dr. Yeşim BEDİR
Atatürk University

Dr. Aygün MEHERREMOVA
Bakü Devlet University

Dr. Ali ARSHAD
University Utara

Dr. Bhavtosh AWASTHİ
Jecrc University India

Dr. Chems Eddine BOUKHEDIMI
University of Tizi Ouzou

Dr. Moses Adeolu AGOI
Lagos State University of Education

Dr. Muhammad IMRAN
Government College University

Scıentific Development and Innovative Approach

13th INTERNATIONAL GÖBEKLİTEPE SCIENTIFIC RESEARCH AND INNOVATION CONGRESS
24-25 JANUARY ŞANLIURFA

Congress Program

Participant Countries:

TÜRKİYE-ALGERIA-ALBANIA-BRAZIL-CHINA-CAMBODIA-ROMANIA-INDIA-MOROCCO-MACEDONIA-MOLDOVA-NIGERIA-KOSOVO-PAKISTAN-PHILIPPINES-TÜRKMENİSTAN-SERBIA-UKRANIE

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

To be able to make a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID instead of "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session. The presentation will have **15 minutes** (including questions and answers). 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. Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time. All congress participants can connect live and listen to all sessions. During the session, your camera should be turned on at least %70 of session period. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

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. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session. **Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number, exp. Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN

Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır. Sunumlar için **15 dakika** (soru ve cevaplar dahil) süre ayrılmıştır. Online sunum yapabilmek için **https://zoom.us/join** sitesi 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 **10 dk öncesinde** oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir. Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir. Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

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. **Zoom'a giriş yaparken önce lütfen adınızı, soyadınızı ve SALON numaranızı yazınız, Örnek: Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

MEETING ID: 860 1300 2771

PASSCODE: 710711

https://us02web.zoom.us/j/86013002771?pwd=bRbTqYDl3ip9AhTdeQuC7tjDOrbbF3.1

25.01.2026 / Hall-1, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	10 ^{00} : 12 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. İbrahim AKTAŞ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Effect Of Role Conflict And Role Ambiguity Perception In Demographic Variables On Teamwork: A Study On Nurses Working In The Intensive Care Unit Of Kahramanmaraş K.S.Ü Health Application And Research Hospital	Prof. Dr. Abdullah SOYSAL Neziha PALA Mehmet Burak ÇETİNKAYA	Kahramanmaraş Sütçü İmam Universiy TÜRKİYE
Production Of Polycaprolactone/ Chlorogenic Acid Nanofibers For Wound Dressing Applications	İlke ERTUĞRAN Şebnem DÜZYER GEBİZLİ Gülce SEVDAR ÇEÇEN Gökhan GÖKTALAY	Bursa Uludag University TÜRKİYE
Melatonin	Assoc. Prof. Dr. İbrahim AKTAŞ	Adiyaman University TÜRKİYE
Effects Of Plant-Derived Compounds On Non-Coding Rnas Involved In Fibrotic Mechanisms: A Review	Pınar AKSOY Önder YUMRUTAŞ Muhittin DOĞAN	Gaziantep University TÜRKİYE Adıyaman University TÜRKİYE
Comparison Of Bioelectrical Impedance Analysis And Skinfold Measurement Values In Determining Body Composition In Elite Female Footballers	Selin ÇETİNSÖZ Assoc. Prof. Dr. İnci Banu AYÇA	Marmara University TÜRKİYE
Assessment Of Occupatıonal Noıse Exposure In Weavıng And Carpet Factorıes	Aysun KOCAGÜN Assoc. Prof. Dr. Fatma OĞUZ ERDOĞAN	Kocaeli University TÜRKİYE
Evaluation Of Midwifery Services In Turkey From The Perspective Of Health Policies	Yeşim SUSAN Assoc. Prof. Dr. Seyhan ÇANKAYA	Selcuk University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-2, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	10 ^{00} : 12 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Ferdi DOĞAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Improved Rlsa-Based Approach For Automated Cell Segmentation In Solar Panels, Independent Of Busbar Number	Assist. Prof. Dr. Ferdi DOĞAN	Adıyaman University TÜRKİYE
Comparative Analysis Of The Binding Interactions And Pharmacokinetic Suitability Of Microalgal Astaxanthin Pigment With Insulin, Glucagon, And Glp-1 Receptors Associated With T2dm	Nil SAZLI Deniz KARATAŞ	Manisa Celal Bayar University TÜRKİYE
Development Of Black Cumin Cake-Filled Biodegradable Pla Composites For Reducing Plastic Pollution Through A Circular Economy Approach	Abubekir DOĞAN Müslüm ALTUN Mithat ÇELEBİ Şerif ÇİTİL	Adıyaman University TÜRKİYE Yalova University TÜRKİYE
Investigation Of The Effects Of Ground Velocity (Pgv) And Duration On The Seismic Failure Mechanisms Of Masonry Minarets In The February 6, 2023 Kahramanmaraş Earthquakes	Muhammed Emin GÖKCELER Emin HÖKELEKLİ	Bartin University TÜRKİYE
The Development And Future Of High Speed Rail In The World And In Turkey	Cuma KILIÇ Assoc. Prof. Dr. Mustafa Kürşat ÇUBUK	Gazi Üniversity TÜRKİYE
Before–After Assessment Of Scrubber Installation On Cii, Eexi And Fuel Cost Performance Of A Tanker Using Real Operational Data	Okay PALANDIZ Esma UFLAZ	Istanbul Technical University TÜRKİYE
Optimizing Solar Collector Thermal Efficiency Of The Water Heating System	Ahmed SAJAWAL Dr.Kemal MAŞERA	Middle East Technical University TÜRKİYE
Thermal Runaway In Lithium-Ion Batteries In Aviation: A Digital Twin–Focused Review From Civil And Military Perspectives	Ayşenur TOPCU Özge YETİK	Eskişehir Osmangazi University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-3, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	10 30 : 12 15		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Yavuz DELİBALTA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Hittite Agricultural Storage And Archaeobotanical Data From Alacahöyük	Assist. Prof. Dr. Şükrü ÜNAR	Burdur Mehmet Akif Ersoy Universiy TÜRKİYE
An Example Of Disinformation In The Middle Ages: The Death Of Sultan Ahmad Jalayir And The Rumor Of The "Hidden Sultan" In Baghdad	Assist. Prof. Dr. Yavuz DELİBALTA	Kafkas University TÜRKİYE
The Events In Batak Village During The 1876 April Uprising And The Allegation Of Massacre	Dr. Tekin Aycan TAŞCI Yalçın YEŞİLKAYALI	Erciyes University TÜRKİYE
The Use Of Cultural Heritage As A Soft Power Tool In International Relations: The Case Of Göbeklitepe	Dilan KAYA	Munzur University TÜRKİYE
A Military Organization Ignored In The Process Of Awarding Independence Medals To Regimental Flags That Participated In The War Of Independence: Gendarmerie Regiments	Murat BIYIK	-
Cassas And Ancient Myra: Document And Imagination	Assoc. Prof. Dr. Ufuk ÇETIN	Tekirdağ Namık Kemal University TÜRKİYE
Elite Domestic Culture And Mosaic Art In The Ancient City Of Zeugma	Assoc. Prof. Dr. Şehnaz ERASLAN ALICIGÜZEL	-

25.01.2026 / Hall-4, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	10 ^{30} : 12 ^{15}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Lect. Dr. Murat ATA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Possible Effects Of Increased Mobile Phone Use On Young Efl Learners' Language Development	Lect. Dr. Murat ATA Zeynep ÇETİNKAYA Mehmet TÜR Hilal Naz KULA	Dokuz Eylül University TÜRKİYE
A Needs Analysis Of The Inefficiency Of English-Speaking Abilities Of High School Language Students	Lect. Dr. Murat ATA Ayşegül İNCE Ecren Ülkü ÖZMEN Yağmur Nisa ARISOY	Dokuz Eylül University TÜRKİYE
The Discursive Construction Of Learned Helplessness In Autism Representations: A Case Study Of Temple Grandin (2010)	Lect. Esra ŞİRİN ARKOÇ Prof. Dr. İbrahim COŞKUN	Trakya University TÜRKİYE
Developing An Intention-Based Chatboot For Teaching English Using Deep Learning And Natural Language Processing Methods	Şevval İYİK	Istanbul Topkapı University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-5, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	10 30 : 12 30		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Ayşe ASİLTÜRK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Mega Trend Shaping The Future Of Economy And Society: Artificial Intelligence	Assoc. Prof. Dr. Ayşe ASİLTÜRK	Trabzon University TÜRKİYE
Becoming A College Graduate In The Age Of Artificial Intelligence: Strategies For Graduate 5.0	Assoc. Prof. Dr. Ayşe ASİLTÜRK	Trabzon University TÜRKİYE
The Political Anatomy Of The East That Offered Its Riches To Britain: The Artistic Propaganda Of The East India Company In The Light Of Barthes	Muharrem DERİN	Akdeniz University TÜRKİYE
Statistical Analysis Of Orographic And Thermal Wind Characteristics In The Eastern Black Sea Region In Terms Of Energy Potential	Assist. Prof. Dr. Ahmet ÖZTÜRK Assist. Prof. Dr. Fatin SÖNMEZ	Artvin Çoruh University TÜRKİYE
Digital Diaspora: The New Geography Of Migration And The New Codes Of Identity	Ferhat ATIK, Ph.D.	Girne Amerikan University TÜRKİYE
Artificial Intelligence And Social Media Content Moderation: A Bibliometric Analysis Of Research Trends (2020-2025)	Hassan Ali MOHAMED	Karabuk University TÜRKİYE
Modeling The Heat Transfer Performance Of Carreau-Yasuda Nanofluid Containing Gyrotactic Motile Microorganisms On A Porous Medium In Bioconvection Flow Using Machine Learning	Dr. Andaç Batur ÇOLAK	Niğde Ömer Halisdemir University TÜRKİYE
Artificial Neural Network Modeling Of Bioconvective Radiative Casson Fluid Flow Over Multiple Geometries Using Bayesian Regularization	Dr. Andaç Batur ÇOLAK	Niğde Ömer Halisdemir University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-6, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	10 [30] : 12 [15]		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Hamza ÖZ

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Peer Bullying In Primary School: Dynamics, Effects, And Solutions	Rukiye Kübra ARTUNÇ KARA Canan OKUMUŞ Assoc. Prof. Dr. Gökhan UYANIK	Kastamonu University TÜRKİYE
A Synthesis Of Studies On Gifted Children In The Early Childhood Period In Turkey: Methodological And Content Analysis	Rukiye Kübra ARTUNÇ KARA Canan OKUMUŞ Assoc. Prof. Dr. Gökhan UYANIK	Kastamonu University TÜRKİYE
Turkey's Foreign Policy Through Ngos In The Balkans: Civil Society Engagement During The Bosnian Crisis Of The 1990s	Muratcan IŞILDAK	International Balkan University
Social Entrepreneurial Leadership In The Context Of Motivation Theories	Assist. Prof. Dr. Hamza ÖZ	Yozgat Bozok University TÜRKİYE
Determination Of Oxide And Alkaline Earth Metal Distributions In Perlite Minerals	Bedirhan GINALI Assist. Prof. Dr.Nilgün ONNAR	Istanbul Arel University TÜRKİYE
Wireless Infrastructure Systems That Can Be Installed For Electronic Monitoring Of Marine Pollution Along Turkey's Coasts	Assoc. Prof. Dr. Tayfun ACARER Assist. Prof. Dr. Murat SAKA	Piri Reis University TÜRKİYE
The Effect Of Leadership Styles On Employee Motivation Among Sports Managers: The Case Of Provincial Directorates Of Youth And Sports	Hüseyin CAN Assist. Prof. Dr. Nevzat MUTLUTÜRK	NİSANTASİ University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-7, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	10 30 : 12 45		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Aytekin DEMİRCİOĞLU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
How Invisible Are Microplastics? Chemistry Teachers' Perceptions And Metaphors Regarding A Socio-Scientific Issue	Assist. Prof. Dr. Senem ÇOLAK YAZICI	Düzce University TÜRKİYE
Yunus Emre In The Works Of Mustafa Necati Sepetçioğlu	Dr. Meltem YANIK	Ordu University TÜRKİYE
Investigation Of The Relationship Betweeen Parental Attitudes, Parenting Stres, And Mindful Parenting In Parents Of Children Aged 6-10	Nurşah TOPRAK Assist. Prof. Dr. Nilgün ONNAR	İstanbul Arel University TÜRKİYE
Meta-Synthesis Of Studies On Green Chemistry Awareness	Gizem DOĞAN Duygu BİLEN	Dicle University TÜRKİYE
Muhammad Abduh's Perspective On The Prohibition Of Imagery: A Comparative Analysis With Classical Fiqh Doctrine	Selman GÜNDÜZ	Necmettin Erbakan Üniversity TÜRKİYE
Nurettin Topçu's Understanding Of Morality And Society In Philosophy And Sociology Teaching: Within The Scope Of A Social Sciences Textbook	Prof. Dr. Aytekin DEMİRCİOĞLU Prof. Dr. Beyhan ZABUN	Kastamonu University TÜRKİYE
Teaching Philosophy Of Science And Sociology Of Science In Nurettin Topçu's Works:The Scope Of A Social Sciences Textbook	Prof. Dr. Beyhan ZABUN Prof. Dr. Aytekin DEMİRCİOĞLU	Kastamonu University TÜRKİYE
Review Of The Ministry Of National Education's Ethical Guideline For Artificial Intelligence Applications	Assist. Prof. Dr.Ebru ERSARI	Kafkas University TÜRKİYE
An Examination Of The Capacity Of The National Artificial Intelligence Application Bilge Ai To Solve 8th Grade Mathematics Questions	Assist. Prof. Dr.Ebru ERSARI	Kafkas University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-8, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 ^{00} : 12 ^{30}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Muhammed Said TUĞCU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Construction And Dissolution Of Class Identities In A Simulation Universe: A Semiotic Analysis Of Evcilik (2024)	Assist. Prof. Dr. Muhammed Said TUĞCU	Kütahya Dumlupınar University TÜRKİYE
Forms Of Bodily Visibility In Digital Visual Culture Within Martine Syms's Artistic Practice	Assoc. Prof. Dr. Engin ASLAN	Dokuz Eylül University TÜRKİYE
An Examination Of Stoneware Kitchenware Designs Within The Framework Of Fundamental Design Principles	Aysun ERZİNCAN Demet HANCI Erol TÜRKMEN Melisa ÇİÇEK Muhammet ARSLAN	Keramika Tasarım Merkezi, TÜRKİYE
The Representation Of Space, Body, And Borders In The Film "My Favourite Cake" (2024)	Fırat ORMANCI Damla ÖZHAN	Dokuz Eylul University TÜRKİYE
The Relationship Between Borderline Personality Features And Defense Mechanisms	Assist. Prof. Dr. Hande Tasa Aziza MADALİMOVA	Istanbul Aydın University TÜRKİYE
The Aesthetics of Belief and Horror at Göbekli Tepe	Kıvılcım FEYZİOĞLU	Süleyman Demirel University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-9, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 ^{00} : 12 ^{45}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Medine İRAK

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Documenting The Memory Of Stone: The Role Of Visual Artistic Narrative Methods In The Archiving And Transmission Of Cultural Heritage At Göbeklitepe	Assoc. Prof. Dr. Medine İRAK	Istanbul Atlas University TÜRKİYE
An Advanced Computational Approach For Architectural Design	Hede MESTAFA Assoc. Prof. Dr. Ayca Gulten	Fırat University TÜRKİYE
Structural Problems In Traditional Diyarbakır Houses	Senanur ŞENGÜL Esra ARAL Pınar CAN	Dicle University TÜRKİYE
The Relationship Between Historic Fabric And Contemporary Architecture In The Saint George (Kara Papaz) Church, Diyarbakir	Muhammed Nasır BATUR Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK	Dicle University TÜRKİYE
Contemporary Intervention Approaches In Historic Buildings: The Case Of Diyarbakır İçkale A Block Courthouse Building	Amine Zilan DEMİR Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK	Dicle University TÜRKİYE
Evaluating Destination Image In The Context Of User-Generated Content (Ugc): A Research On Göbeklitepe	Assist. Prof. Dr. Mustafa Çağatay KIZILTAŞ	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
Cittaslow (Slow City) And Sustainable Tourism	Leman YILDIRIM	Batman University TÜRKİYE
Detecting Fake News Using Tf-Idf And Support Vector Machines	Hanieh GADAMI Fatih ŞAHIN	topkapi University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-10, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 ^{00} : 13 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Veysel KAPLAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Assessment Of The Relationship Between Age At Onset And Selected Mefv Gene Mutations In Patients Evaluated For Familial Mediterranean Fever	Ömer Faruk ANAKÖK Livanur YÜCEL	Bolu Abant İzzet Baysal University TÜRKİYE
Is Histopathological Examination Of Every Specimen Necessary After Hemorrhoidectomy?	Kubilay DALCI Mustafa ALÇIN	Cukurova University TÜRKİYE
Anastomotic Leakage In Colorectal Cancer: A Retrospective Analysis	Kubilay DALCI Mustafa ALÇIN	Cukurova University TÜRKİYE
Analysis Of Factors Associated With Re-Excision In Patients Undergoing Breast-Conserving Surgery	Ahmet Gökhan SARITAŞ Ali YILDIRIM	Cukurova University TÜRKİYE
The Predictive And Prognostic Significance Of Sentinel Lymph Node Biopsy In Recurrent Breast Cancer	Ahmet Gökhan SARITAŞ Ali YILDIRIM	Cukurova University TÜRKİYE
The Effect Of Care Burden On Sleep Quality And Burnout Levels Of Individuals Caring For Cancer Patients	Tuba KARATAŞ Musa PAÇA Assoc. Prof. Dr. Veysel KAPLAN	Mehmet Akif İnan Education and Research Hospital TÜRKİYE Harran University TÜRKİYE
Current Approaches In The Diagnosis And Management Of Bruxism: A Clinical, Digital And Multimodal Avaluation	Mustafa Ceyhun ÇAKIROĞLU Zeynep BAŞAĞAOĞLU DEMİREKİN	Suleyman Demirel University TÜRKİYE
Psychological Well-Being Across Bmi Groups Among University Students: A Comparative Analysis By Sex	Bekir Erhan ORHAN Halil ASLANBAŞ	Istanbul Aydın University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-11, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 ^{00} : 13 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Murat TOPAL

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Reflective Optical Sensing–Based Control Of The Turkish Coffee Brewing Process	Salih AÇIKEL Serkan ŞENGÜL Soner PATAN Ünal KÜÇÜK Ömer IŞIK	Deka Elektronik, Arge Merkezi TÜRKİYE İstanbul Arel University TÜRKİYE
Pigment Production From Streptomyces Griseorubens And Evaluation Of Its Applicability In Dairy Technology	Şahide YÜKSEL Melike BARAN EKİNCİ	Burdur Mehmet Akif Ersoy University TÜRKİYE
Numerical Assessment Of Seismic Behaviour Of A Pressurised Buried Gas Pipeline Using Rs2	Maryam ALRUBAYE Mahmut ŞENGÖR Ahmed ALAHMAD	Çankaya University TÜRKİYE Al Karkh University IRAQ
Modeling A Floating Solar Power Plant To Meet The Electricity Needs Of Recreational Areas: The Case Of Kahramanmaraş Kilavuzlu Park	Esma Nur BOZKURT Mustafa TEKİN	Kahramanmaraş Sütçü İmam University TÜRKİYE
Determination And Removal Of Boron From Critical Raw Materials In The Tunceli Biological Wastewater Treatment Plant	Assoc. Prof. Dr. Murat TOPAL Emine Işıl ARSLAN TOPAL Erdal ÖBEK Erdal ÇELİK	Munzur University TÜRKİYE Fırat University TÜRKİYE İstanbul Teknik University TÜRKİYE
Nanoremediation: A New Approach To Pollution Removal	Emine Işıl ARSLAN TOPAL Assoc. Prof. Dr. Murat TOPAL Erdal ÖBEK Erdal ÇELİK	Fırat University TÜRKİYE Munzur University TÜRKİYE İstanbul Teknik University TÜRKİYE
The Role Of Unmanned Aerial Vehicle Systems As Force Multipliers And Their Operational Constraint	Utku ÇELİK Res. Assist. Dr. Mehmet BOLAT Assist. Prof. Dr. Rıdvan Fırat ÇINAR	Siirt University TÜRKİYE Ankara University TÜRKİYE Batman University TÜRKİYE
Experimental And Numerical Investigation Of Tube-In-Tube Buckling Restrained Braces	Dr. Evrim OYGUC Assoc. Prof. Dr. Resat OYGUC Prof. Dr. Abdul HAYIR	Istanbul Technical University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-12, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 ^{00} : 12 ^{45}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. İlkay SARAÇOĞLU

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Subbject: Sports Branch Prediction Using A Biopsychosocial Artificial Intelligence Model	Aslı Serife SERTCELIK	Topkapı University TÜRKİYE
Short-Term Forecasting Of Hourly Electricity Prices In The Turkish Electricity Market: An Explainable Artificial Intelligence Approach	Umut Baran GÜVEN İhsan KORKMAZ Ramazan SOLMAZ	Kahramanmaraş İstiklal University TÜRKİYE
Artificial Intelligence-Supported Values Education For Visually Impaired Elementary Education Students: An Action Research Study	Özlem AĞGÜL Merve COŞGUN DEMİRDAĞ	Atatürk University TÜRKİYE
Morphocode-Nlp: Enhancing The Performance Of Local Large Language Models (Llms) In Enterprise Code Generation Via Morphological Analysis And Hierarchical Ontology Mapping	Fatih YILDIRIM Fatih ŞAHİN	İstanbul Topkapı University TÜRKİYE
A Bibliometric Review Of General Ai Ethics Research: Trends, Themes, And Future Directions (2019–2025)	Ilyas Abdisalam Ibrahim	Karabuk University TÜRKİYE
Endüstri 5.0, Dijital İkiz Tabanlı Yöneylem Araştırması İle Araç Rotalama Optimizasyonu	MEHMET ALİ İPEK Assist. Prof. Dr. İlkay SARAÇOĞLU	HALİÇ University TÜRKİYE
Artificial Intelligence-Powered Avionics Systems: From The Cockpit Of The Future To Current Applications	Seyfettin Mert ÖKSÜZOĞLU Res. Assist. Dr. Mustafa ÇAKIR	Iskenderun Technical University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-13, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 30 : 13 30		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Onur ÇOMAKLI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effect Of Granular Soil Characteristics On Geotextile Behavior Under Vertical Loads	Murat GULEN Havvanur KILIÇ	Siirt University TÜRKİYE Yildiz Technical University TÜRKİYE
Design And Analysis Of Impact Absorber Barrier Using Waste Tires	Seyit Ali ÇENGEL Assist. Prof. Dr. Turgay ERGİN	Gazi University TÜRKİYE
Process, Microstructure, And Performance Of Metal Matrix Composites Fabricated By Selective Laser Melting: A Critical Review	Assoc. Prof. Dr. Onur ÇOMAKLI	Erzurum Technical University TÜRKİYE
Processing And Performance Of Pure Ti, Ti6al4v, And Agti Alloys Fabricated By Selective Laser Melting: A Review	Assoc. Prof. Dr. Onur ÇOMAKLI	Erzurum Technical University TÜRKİYE
The Effect Of Silicate-Based Fire Retardant Solutions And Varnishes On The Fire Resistance Of Scots Pine Wood	Assoc. Prof. Dr. Hacı İsmail KESİK Asiye KÖYLÜOĞLU Sena Nur YAMANER	Gazi University TÜRKİYE
Determination Of Fire Performance Of Beech And Ayous Woods Used In Wooden Boats Under Silicate-Based Solution, Varnish, And Paint Applications	Assoc. Prof. Dr. Hacı İsmail KESİK Sena Nur YAMANER Asiye KÖYLÜOĞLU	Gazi University TÜRKİYE
A Real-Time Mobile Voice Conversion Application And An Ai-Based Approach For Internet-Based Voice Transmission	Talha Yunus ATEŞ Assist. Prof. Dr. Sevilay UÇAR YÜZBAŞ	İstanbul Nişantaşı University TÜRKİYE
Effective Use Of A Test Embankment – A Case Study From Turkey	Dr. Mahmut Yavuz ŞENGÖR	Çankaya University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-14, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 ^{30} : 13 ^{30}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Ece ACAR

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Regulation Of Moral Emotions Through Leadership: A Model Proposal For Healthcare Professionals	Dr. Ayşe Tuğba YILDIZ	-
The Gap Between Measured Performance And Managed Performance: A Review In Healthcare Organizations	Dr. Ayşe Tuğba YILDIZ	-
Inverse Nodal Analysis With Delay In Sturm-Liouville Systems	Merve ARSLANTAŞ	Sivas Cumhuriyet University TÜRKİYE
Evaluation Of Fall Risk In The Homes Of Individuals Wiih Stroke: The Safranbolu Sample	Eylül ESEN Assoc. Prof. Dr. Ece ACAR	Karabuk University TÜRKİYE
Evaluation Of Ergonomic Knowledge And Postural Awareness In Physiotherapy Interns	Tuna TAŞCI Assoc. Prof. Dr..Ece ACAR Ebru ŞAHİN Elif Niray TORUN	Karabuk University TÜRKİYE
Current Nutritional Approaches In Hashimoto's Thyroiditis: An Evidence-Based Review	Merve CEYLAN Assist. Prof. Dr. Nuray Esra AKSAKAL	Biruni University TÜRKİYE Haliç University TÜRKİYE
The Impact Of Social Compliance Audits In The Textile And Ready To Wear Industry	Dursun ÖZÇELİK Assoc. Prof. Dr. Mehmet Emre ERGİN	Kocaeli University TÜRKİYE
Psychiatric Treatment Methods Non-Psychopharmacology: Neuromodulation And Other Biological Approaches	Assoc. Prof. Dr. Gamze SARIKOÇ Edanur BAYRAK BOYNO	University of Health Sciences TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-15, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 [30] : 12 [45]		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Doğa BAŞER

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (Nafld) And Its Association With Ultra-Processed Food Consumption: A Review	Merve UZUN Assist. Prof. Dr. Nuray Esra AKSAKAL	Biruni University TÜRKİYE Haliç University TÜRKİYE
The Desire To Have Children In The Context Of Declining Fertility In Türkiye	Assoc. Prof. Dr. Doğa BAŞER Rabia GÜÇLÜ	Selcuk University TÜRKİYE
The Effect Of Pilates Training On Core Muscle Endurance	Hatice KAYNAK Assoc. Prof. Murat TOMRUK, PT, PhD	Burdur Mehmet Akif Ersoy University TÜRKİYE
Investigation Of Turkish Psychometric Properties Of The Thinking About Epilepsy Questionnaire	Res. Assist. Dr. Fulya Merve KOS Aslı AKDENİZ KUDUBEŞ Murat BEKTAŞ Dijle AYAR	Bilecik Seyh Edebali University TÜRKİYE Dokuz Eylul University TÜRKİYE Alaaddin Keykubat University TÜRKİYE
Development Of An Epilepsy Self-Management Scale For Peers And Examination Of Its Psychometric Properties	Res. Assist. Dr. Fulya Merve KOS Dijle AYAR Murat BEKTAŞ Aslı AKDENİZ KUDUBEŞ	Bilecik Seyh Edebali University TÜRKİYE Alaaddin Keykubat University TÜRKİYE Dokuz Eylul University TÜRKİYE
The Use Of Sperm In Reproductive Biotechnology	Nurten Ezgi DEMIROĞLU Elif Merve ÇINAR	Dicle University TÜRKİYE
Investigation Of The Effect Of Combined Treatment Of Flaxseed Oil, Matcha And Prickly Pear Extract On Hippocampal Neuroinflammation In An Experimentally Induced Alzheimer's Model	Meryem Ezgi BOZDAĞ Prof. Dr. Feyzullah BEYAZ	Erciyes University TÜRKİYE
A Holistic Analysis Of Genetic, Environmental, And Psychological Factors Affecting Racing Performance In Horses	Mustafa ERZEN Mehmet Hanifi YALÇIN Zahit Kutalmış KAYA	Necmettin Erbakan University TÜRKİYE
Play Behaviors In Foals: An Examination Of The Relationship Between Developmental Processes, Social Dynamics And Welfare	Mustafa ERZEN Mehmet Hanifi YALÇIN Zahit Kutalmış KAYA	Necmettin Erbakan University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-16, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 [30]: 13 [45]		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assist. Prof. Dr. Atilla Yusuf TURGUT

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Surface Experience: Rena Detrixhe's Red Dirt Rugs	Assoc. Prof. Dr. Şirin KOÇAK Res. Assist. Amine Hande TUNCER	Uşak University TÜRKİYE
Tpab Competencies Of Bilsem Visual Arts Teachers	Elif TUNCER Assoc. Prof. Dr. Reyhan YÜKSEL GEMALMAYAN	Gazi University TÜRKİYE
The Hyacinth Flower And Its Significance In 18th Century Ottoman Illumination Art	Assist. Prof. Dr. Atilla Yusuf TURGUT	Mimar Sinan Fine Arts University TÜRKİYE
Historical Development Of Turkish Carpet Art And The Place Of Uşak Carpets In Anatolian Carpet Art	Assoc. Prof. Dr. Şirin KOÇAK Çetin DAVRAZ	Uşak University TÜRKİYE
The Example Of Glen Martin Taylor In Creative Discourse And The Process Of "Re-Creation" In Contemporary Ceramic Art	Assist. Prof. Dr.Seda ÖZCAN ÖZDEN Naile ÇEVİK	Cappadocia University TÜRKİYE Ankara Hacı Bayram Veli University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-17, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	11 ^{30} : 13 ^{30}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Çiğdem AKMAN**

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Neither Village Nor Neighbourhood: The Rural Neighbourhood As A Hybrid Model In Turkish Local Governance	Ceren BELKAR Prof. Dr. Çiğdem AKMAN	Süleyman Demirel University TÜRKİYE
The Ecological Municipalism Approach In Local Goverment Legislation	Ceren BELKAR Prof. Dr. Çiğdem AKMAN	Süleyman Demirel University TÜRKİYE
Institutional Resilience And Strategic Adaptation In An Age Of Uncertainty: A Conceptual Evaluation On Smes In Turkiye	Dr. Tuba YILDIRIM	Türkiye
A Conceptual Research On Artificial Intelligence In The Tourism Sector	Şeyma Nur ÜNAL	Karabuk University TÜRKİYE
A General Overview Of Foreign Trade Within The Scope Of Export-Oriented Industrialization Policies	Assist. Prof. Dr.Esra GÜRBÜZ	Trakya University TÜRKİYE
The Impact Of Global Entrepreneurship On Foreign Trade Markets	Assist. Prof. Dr.Esra GÜRBÜZ	Trakya University TÜRKİYE

25.01.2026 / Hall-18, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Dr. Saloni SHARMA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Synthesis, Characterization, DFT, ESP, ELF, Fukui Indices, ADMET, Molecular Docking, Monte Carlo And Molecular Dynamics Of 2,2'-Bi(1,3,4-Oxadiazole) Derivatives	Assiya ATIF Soukaina AMEUR Bendaoud AHMED Houssine AIT SIR Salah MOHAMMED Zeroual ABDELLAH	Chouaib Doukkali University MOROCCO
Effect Of Ocimum Basilicum Extract On The Physicochemical Properties Of Postharvest Tomato'	Houari Fatima ZOHRA Mechaala SARA Houari HAKIM Yahia KHELAF	El Oued University ALGERIA
Adoption Of Innovations And Improved Rice Processing Technologies Among International Funds For Agricultural Development Rice Processors In Niger State, Nigeria	H. ISAH M. IBRAHIM U. H. MUHAMMAD	Federal University NIGERIA
Precision Livestock Farming In Nigeria: Current Challenges And Innovative Solutions	Agwu Ani EKWE	Federal Polytechnic Ngodo-Isuochi NIGERIA
Integrated Control And Mitigation Strategies For African Swine Fever In Commercial And Smallholder Pig Production Systems	Agwu Ani EKWE	Federal Polytechnic Ngodo-Isuochi NIGERIA
Biomarkers In Early Disease Detection And Drug Development	Dr. Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Deemed to be University INDIA
Effects Of E-Agriculture Extension Service Usage Among Poultry Farmers In Niger State, Nigeria	Umar, U. N Olaleye R. S. Ajayi O. J,; Ahmad I. I. Jibrin	Federal University of Technology NIGERIA
Islamic Economy And Sustainable Engineering Technology In Nigeria	Alhassan Alkali Yunusa Ibrahim Umar Yakubu ABDULLAHI MUHAMMAD HASSAN	Federal University NIGERIA

25.01.2026 / Hall-19, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Fedwa BEGHDADI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Novel II-Conjugated Quinoxaline-Based Organic Materials For Photovoltaic Applications: Investigation By TD-DFT	El mostafa BENHARAF Maryem JEMRI Abdelmajid HEMMES Hamid NASRELLAH Abdellah ZEROUAL Mohammed EL IDRISSI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
Women Participation In Catering Entrepreneurship And Economic Empowerment In Tertiary Institutions Of Niger State, Nigeria	Maryam Haruna ALIYU Amina DADA Fatima YERIMA	-
Elastic Properties Of E Glass Composites Laminated	Adel DELIOU Takiyeddine Bouklia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	University of UMSB of Jijel ALGERIA
Actinobacteria-Mediated Inhibition Of Alternaria Spp. And Associated Mycotoxins	Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	Hassiba Benbouali University ALGERIA
Actinobacteria-Derived Bioactive Molecules For Sustainable Management Of Phytopathogenic Bacteria	Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	Hassiba Benbouali University ALGERIA
Actinomycetes From Saharan Soils As Biological Inhibitors Of Phytopathogenic Fungi	Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	Hassiba Benbouali University ALGERIA
Bioactive Molecules Extracted From Actinomycetes Using Dichloromethane Against Erwinia-Kp.	Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	Hassiba Benbouali University ALGERIA

25.01.2026 / Hall-20, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: MSc. Selvije LAJQI

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Explainable Artificial Intelligence As A Reliability-Oriented Framework For Decision Support In High-Risk Socio-Technical Systems	Olaniyi Habib, ALIU Joy Oluwabukola, OLAYIWOLA	Federal Polytechnic Ilaro NIGERIA
Science, Innovation, And Global Transformation	MSc.Selvije Lajqi	University "HaxhiZeka"Pejë KOSOVO
Environmental Impacts Of Agriculture In The Mediterranean Region And Pathways Toward Sustainable Management	ELABBARI Chaimaa Pr. Labjar Najoua Pr. EL Hajjaji souad	V University in Rabat MOROCCO
Impact Of The Upfc Device On The Ac Network In Presence Of Faults	Ghanem MENAOUER Mankour MOHAMED Mohamed LAOUER	University of Djillali Liabes, University of Relizane, University of Saida ALGERIA
Effect Of Lipid Based Nutritional Supplements During Pregnancy On Maternal Anthropometry And Hematological Indices; A Randomized Controlled Trial	Kalsoom TARIQ, Bela INAYAT Hashim KHAN, Hafsa ZAFAR Nabila SHER, Sadia FATIMA	Khyber Medical University PAKISTAN
Green Economy, Pollution Increase And Its Impact On Health Care Financing Management	Ivan RAMOV Elizabeta Popova RAMOVA	MIT University Skopje MACEDONIA
Servo Clock On Arduino	Rahimova YULDUZ Nazarov KERIM	Oguz han Engineering and technology university TÜRKMENİSTAN
Hydrochemical Characterization And Suitability Of Groundwater For Drinking And Irrigation In The Biskra Region, Algeria	Femmam HADJIRA, Mekaoussi HAYAT Merrouchi FARIDA, Maassem AYA Mansouri ABIR	Batna1 University, Oum El Bouaghi University ALGERIA

25.01.2026 / Hall-21, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Michele TODINO**

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Narta–Vjosa Delta As A Climate-Sensitive Wetland: Land-Use Transformation, Vulnerability, And Sustainable Development Opportunities	PhD. Esmeralda LAÇI Asoc. Prof. Dr. Sonila PAPATHIMIU	University "Ismail Qemali" of Vlore ALBANIA University of Tirana ALBANIA
Study Of Behaviour Of Symmetric Laminated Composites	Adel DELIOU, Takiyeddine BOUKELIA Samir DJIMLI, Mohamed KEMIHA Abdelkader FIDJAH, Khmissi BELKAID Meriem DEHBI	University of UMSB of Jijel ALGERIA
TD-DFT Screening Of Acrylic-Based Organic D-II-A Dye Molecules For Reliable And Highly Efficient Dye-Sensitized Solar Cells	Mohamed Kadour ATOUAILAA Bader BOUKILI, Arif AHMED Abdelkhalk ABOULOUARD Mustapha BOULGHALAT Ouahibi KAOUTAR Mohammed EL IDRISSI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
Inclusive Futures Literacy As An Educational Capability For Navigating Uncertainty And Sustaining Learning Futures	Prof. Dr. Michele TODINO Prof. Dr. Alessio DI PAOLO Paolo FUSCO, Ph.D	University of Salerno,ITALY
DFT/TD-DFT Theoretical Characterization Of Organic Dyes For Dsscs: Electronic Structure And Photovoltaic Performance	Ahmed ARIF, Badreddine BOUKILI Mohamed Kadour ATOUAILAA Ikram MENNAS, Abdelkhalk ABOULOUARD, Mohammed EL IDRISSI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
Analyzes Of Reduced Model Of Stone Columns By The Finite Element Method	Dr. Mekaoussi AMAL Mekaoussi HAYAT Mekaoussi ZAHIA	Batna2 University, Tamanghasst University ALGERIA
Application Of Artificial Intelligence Techniques In The Prediction Of Wastewater Treatment Plant Effluent Quality Parameters.	Dr. Mekaoussi HAYAT, Femmam HADJIRA, Mekaoussi AMAL Mekaoussi ZAHIA	Batna1 University ALGERIA
Rapid Degradation Of A Pharmaceutical Contaminant In Water Using A Zn/Fe Bimetallic MOF Under Simulated And Natural Sunlight	Lynda FERFECHE Nadra DEBBACHE	Frères Mentouri Constantine 1 University ALGERIA

25.01.2026 / Hall-22, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: **Prof. Dr. Mohammed EL IDRISSI**

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Role Management Church In Build Family Which Harmonious	Afri Yunita HENUK Mutiara JUWITA	University Christian Indonesia
Computational Molecular Design Of Non-Fullerene Acceptors For Opvs	Ikram MENNAS Prof. Dr. Mohammed EL IDRISSI Prof. Dr. Abdelkhalk ABOULOUARD El mostafa BENHARAF Kaoutar OUAHIBI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
Learning Difficulties In Geology At The Secondary School Level: A Case Study Of The Provincial Delegation Of Oujda–Angad (Eastern Morocco)	Dr. Soufiane ZIANI Dr. Jamila ABDERBI Dr. Zahra ZERROUQI	Mohammed 1st University MOROCCO
Ethyl Carbamate: Toxicant Risk Assessment Requires Urgent Monitoring	Hafiza Ghulam FATIMA Dr. Muhammad Muddassir ALI	University of Veterinary and Animal Sciences,Lahore, Pakistan
Nutritional Strategies For Optimal Performance In Wdsf Dancesport Athletes	Milos RABRENOVIC Monika STOJANOVA	-
Psychosocial Barriers To Learning: A Global Perspective On Student Resilience	Dr. Rohi RANI	Directorate of school education
The Ballot Box Effect: Political Volatility And Consumer Retrenchment In Kosovo's 2025 Electoral Cycle	Vivianit FEJZA	Methodius University
Epidemiology Of Chronic Kidney Disease In Moroccan Adult Population	Moustakim Rachida Friki Firdaous Barakat Imane EL Hendaoui Hajar Liba Habiba Mziwira Mohamed Belahsen Rekia	Chouaib Doukkali University MOROCCO

25.01.2026 / Hall-23, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Dr. B. MAHADEVAN

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Approach On Professional Information On Literacy Skill Among The Faculty Of Vellalar College For Women In Erode	Dr. B. MAHADEVAN	Vellalar College for Women INDIA
Impact Of Entrepreneurship Mindset On Student Entrepreneurial Intentions And Career Aspiration	Dr. Mulikat Folashade Usman Ejembi Victoria	Usmanu Danfodiyo University NIGERIA
Quantitative Analysis Of Emission Spectra From Everyday Light Sources Using Low-Cost Fiber-Optic Spectroscopy	Hamza ALI Zain ALI	Nanjing University CHINA
Phenotype-Guided Mutational Screening In Charcot-Marie-Tooth Disease Type 1: A Clinically Stratified Approach	Sumaira KANWAL, Shazia PERVEEN Adeeba KHADIM, Maida SADAQAT	COMSATS University PAKISTAN
The Geometry Of Stability: Decoding Systems Through Eigen-Analysis	Nandhitha B, Nandhini BL Rithanya D. Mariadas Roshini Sangamitra C., Rishika L., Pragna P.	RMK Engineering College, INDIA
The Impact Of Job Satisfaction On Turnover Intentions: Addressing Academic Brain Drain In Cambodian Higher Education	Dina PEN, Ratana LOCH Rany SAM, Vatheana NUT Putheara DY	Svay Rieng University, Cambodia
Factors Driving Farmers To Raise Bali Cattle In Barru Regency, South Sulawesi Province, Indonesia	Sitti Nurani SIRAJUDDIN A. Tanri UJI Nurul Magfirah ASHAR NAJMAH	Hasanuddin University
Jackfruit Luncheon: Developing Plant-Based Meat Alternatives From Unripe Jackfruit (Artocarpus Heterophyllus)	Luz Claire Q. SAN JUAN Johanna Mikaela G. VENTURA Niña Nina M. REYES, Jhannet D. MOTAS Klenton R. TORREVILLAS	Cavite State University PHILIPPINES

25.01.2026 / Hall-24, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Assoc. Prof. Dr. Petre IZABELLA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Okara-Enriched Pancakes: A Sustainable Approach To Reducing Soybean Byproduct Waste	Ezra Jirah C. PANGAN, Joanna Ishi H. CASULLA, Marianemae V. ESPELİTA Dazle Jane G. MAGBİTANG Klenton R. TORREVILLAS	Cavite State University PHILIPPINES
Turning Waste Into Taste: Developing Okara Into Protein-Rich Meat Substitute For Lumpiang Shanghai	Merrylene M. FLORES, Sharina Mae Q. SABADO, Angeline G. LİBOT, Joelina M. REYES, Klenton R. TORREVILLAS	Cavite State University PHILIPPINES
The Usefulness Of Assessing Arterial Function In Pregnant Women At Cardiovascular Risk – In The Second Trimester	Assoc. Prof. Dr. Petre IZABELLA Iurciuc STELA, Iurciuc MIRCEA, Furau CRISTIAN, Buleu FLORINA Petre ION	Western University ROMANIA
Religiosity And Cultural Diversity Awareness Among College Students In Mindanao	Iris T. MIRANDA Glenford C. FRANCA Aldwin T. MIRANDA	Holy Cross of Davao College, Davao City, PHILIPPINES
The Weaknesses Of Yadav Et Al.'S Symmetric Key-Based Authentication And Key Agreement Scheme For Fog And Dew Computing	Ping YU	Chinese Culture University
Evaluating The Nutritional Improvements Of Kaong Marshmallows Over Commercial Marshmallows	Ma. Alexa M. MARFIL, Jodel N. ASCAREZ, Alyanna May D. FESTIN Hanz Francois M. LAURITO Dr. Joan L. FORTUNA	Cavite State University PHILIPPINES
High-Fiber Soyffee Polvoron: The Utilization Of Soy Pulp (Okara) And Spent Coffee Grounds As A Functional Ingredients	Jessabel E. RAMOS, Wilkin L., AGUILAR, Cherievel R. FRANCISCO, Rosenda A. RODRIGUEZ, Dr. Joan L. FORTUNA	Cavite State University PHILIPPINES
Utilization Of Kaong (Arenga Pinnata) Vinegar Infused The Formulation Of Banana Ketchup As An Alternative Ingredient	John Carlo D. BRAVO, Jhon Vincent S. HUGO, Abegael B. ISANAN, Jude Andrei D. LONTOC, Dr. Joan L. FORTUNA	Cavite State University PHILIPPINES

25.01.2026 / Hall-25, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Dr. Sc. Agim BERISHA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Nutritional Strategies For Optimal Performance In Wdsf Dancesport Athletes	Milos RABRENOVIC Monika STOJANOVA	Educational and Cultural Activities "Open Science", North MACEDONIA
The Ballot Box Effect: Political Volatility And Consumer Retrenchment In Kosovo's 2025 Electoral Cycle	Vivianit FEJZA	Methodius University
Cybersecurity As A Lever For Economic Resilience Of Organizations Facing Digital Risks	Fatine BENKIRANE Fatima Zahrae HAMDANI Mohamed AIT OUDRA Samir ERRABIH Hayat EL BOUKHARI	Sidi Mohamed Ben Abdellah UniversityMOROCCO
Strengthening Governance And Audit In The Face Of Artificial Intelligence And Cybersecurity Challenges	Fatine BENKIRANE Fatima Zahrae HAMDANI Mohamed AIT OUDRA Samir ERRABIH Hayat EL BOUKHARI	Sidi Mohamed Ben Abdellah University MOROCOO
Transethosome Based Natural Product Formulations	Shom Prakash KUSHWAHA Pushpendra SONI Syed Misbahul HASAN	Integral University INDIA
Risk Management And Internal Control In The Public Sector In Kosovo	Dr. Sc. Agim BERISHA	Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Development,KOSOVO
Ai-Powered Threat Detection In Modern Computer Networks: A Comprehensive Study	Vinayakalakshmi T MOHANAVEL T	Annamalai University
Performance Analysis Of Shortest Path Algorithms	Vinayakalakshmi T MOHANAVEL T	Annamalai University

25.01.2026 / Hall-26, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 30 : 14 30		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Mohammed WAHEEB

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Central Marble Slab In The Baptismal Courtyard At The Baptism Site (Al- Maghtas): An Architectural–Liturgical Interpretation From The Byzantine Period	Mohammed WAHEEB	-
The Global Impact Of The Discovery Of The Baptism Site On The Eastern Bank Of The Jordan River	Mohammed WAHEEB	Queen Rania Faculty of Archaeology Heritage, Tourism-Jordan
In Search For Wadi Abqer In Jordan-South Levant (Archaeology &Amp;Anthropology)	Abdullaziz HWEDY	Al-Albayt University
An Implicit Finite Difference Method For Solving The Fractional Pseudo-Hyperbolic Telegraph Equation With Caputo Derivative	Sadeq Taha ABDULAZEEZ	-
Barrow Entropy : Idea Of Fractals Explains Origin Of Dark Energy	Ritabrata BISWAS	The University of Burdwan INDIA
Eco-Friendly Synthesis Of Silver Nanoparticles Using Plant Extracts: A Comprehensive Review Of Antimicrobial Applications	Ayana Araújo DE SOUZA Danilo Santos FADIGAS Yago Marinho LEAL Maria Elaine Valadão DOS SANTOS, Tonya Azevedo DUARTE	Federal University of Bahia, BRAZİL
Photovoltaic Performance Of Zno/N + -A-Si:H Solar Cells : A Theorical By Study A Simulation With Scaps-1d Software	Fransisco KONAN Bouchaib HARTİTİ	Hassan II University MOROCCO
Environmental Nanotechnology For Sustainable Remediation: Principles, Applications, And Case Studies	Suresh KUMAR	Deemed to be University INDIA
Advanced Biological Treatment Of Agro-Food Industry Effluents	Mohamed EL MORSY Prof. Dr. Laila AFIA	Ibnou Zohr University

25.01.2026 / Hall-27, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 30 : 14 30		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Laila AFIA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effect Of Fuel Subsidy Removal On Poverty Status Of Women In Rural Households Of Abia State Nigeria	Bako, R. U., Mohammed, U. S. Emejiwe, P. C., Akinbuwa K. M.	Federal University of Technology NIGERIA
Rare De Novo Variant Of Neuroendocrine Prostate Cancer - Case Report	Furău ALEXANDRU-MARIUS Bobora RĂZVAN-DANIEL Iurciuc STELA, Buleu FLORINA Petre ION	Western University of Arad ROMANIA
Building Sustainable Agricultural Systems In Water-Scarce Regions	Mira MERAD, Kamel GUIMEUR Hanane BEDJAOUI	Mohamed Khider University ALGERIA
Haloxylon Salicornicum (Moq.) Bunge Ex Boiss. A Succulent Plant, Promising Contender For Phytoremediation Of Highly Saline Soils	Sana SAFDAR, Syed Mohsan Raza SHAH, Muhammad JAVED, Zaheer ABBAS, IQRA	University of Education PAKISTAN
Ai In The English Classroom: Opportunities And Risks	Ina ANDONI Natalia BOLGARI	MOLDOVA
The Impact Of Biomarkers To Assess The Risk And Severity Of Endometriosis In The Postoperative Phase - Ml Analysis	Marina Adriana MERCIONI Izabella PETRE, Elena BUSUIOC Ramona DRAGOMIR, Ion PETRE	University of Medicine and Pharmacy “Victor Babes” Timisoara ROMANIA
High-Resolution Drought Assessment Using Python-Based Remote Sensing And Sentinel-2 Data	Ziaul Haider CHOWDHURY Md. Osman Gani RASEL Md. Mahfuj Ahmed SIZAN	Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University,

25.01.2026 / Hall-28, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 30 : 14 30		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Dilawar Khan

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Hydrogen Storage Technologies: Materials, Challenges And Future Perspectives	Mouna FAKIR	Mohammed V University MOROCOO
The 1,2,3-Triazole Scaffold In Medicinal Chemistry: A Review Of Synthetic Innovations And Therapeutic Applications	Abubakar HALLİRU Abubakar SANİ	Umaru Musa Yar'adua University NIGERIA
Assessing The Influence Of Complex Aqueous Matrices On The Photocatalytic Degradation Of Organic Pollutants Using Hematite (Fe 2 O 3)	ZEBIRI Zakarya	University Constantine ALGERIA
Matrices In Data Science And Machine Learning	M.Varshana DEEPA K. PRIYANKA, S. SHAPNA K. VARSHITHA, D. RAGAVARSHINI, S. DHANAVANTHARI	RMK Engineering College INDIA
The Impact Of Foreign Direct Investment On Income Inequality: A Comparative Study Of Saarc And Asean Countries	Rifat ULLAH, Dr. Alam KHAN Prof. Dr. Dilawar KHAN	Kohat University
Biological Antioxidant Effects Of Selective Extract From Robinia Pseudoacacia L. Flower	Cornelia NİCHİTA	University of Bucharest ROMANIA
Effects Of Interactive Simulation-Based Instructional Strategy On Secondary School Chemistry Students' Achievement In Abuja Municipal Area Council, Fct-Abuja	ESU, Godwin Samuel	Department Of Science Education (Chemistry Education) Federal University Of Technology NIGERIA
Integrated Valorization Of Organic Waste For Methane Production And Digestate Conversion Into Biochar For Advanced Water Treatment In A Circular Green Energy Framework	CHAOUI Ayoub, SAGHIR Yahya BENAFQIR Mohamed, MOHAMED Ezzahery, NOUREDDINE El alem	Ibnou Zohr University MOROCCO

25.01.2026 / Hall-29, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 860 1300 2771
	12 30 : 14 30		PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION Chaimae ASSATA

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Ultrasonication-Assisted Extraction Of Homopolysaccharides From Blue Oyster Mushroom(Pleurotus Ostreatus)	HARMAN, Nitika SAINI Sahilpreet SINGH, Diksha BHATT	Shahpur, Jalandhar INDIA
Optimization Of Green Hydrogen Production By Solar-Driven Photocatalysis	Chaimae ASSATA	Mohammed V University MOROCOO
Engineering $Bi_{24}O_{31}Cl_{10}/V_2O_5$ Heterostructures For Enhanced Photocatalytic Removal Of Rhodamine B Under Visible-Light Irradiation	Amal CHTOUKI, Salma BIKERCHALEN, Bahcine BAKIZ, Aziz TAOUFYQ Abdeljalil BENLHACHEMI	Université Ibn Zohr, B.P MOROCCO
Structural Engineering Of II-Conjugated Quinoxaline-Based Materials For Enhanced Photovoltaic Performance: A Theoretical Approach	El mostafa BENHARAF, Kaoutar OUAHIBI, Maryem JEMRI, Abdelmajid HEMMES, Hamid NASRELLAH, Erradi EL MOSTAFA Abdellah ZEROUAL, Mohammed EL IDRISSI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO
The Impact Of Internal Audit And The Consideration Of Human Resources As A Development And Management Factor On The General Business Of Legally Heterogeneous Entities	Slobodan POPOVIĆ, Milan RADAKOVIĆ, Željko TURČINOVIĆ, Aleksandra BRAKUS, Ivan PAJOVIĆ, Snježana ĐOKIĆ, Zeljko GRUBLJEŠIĆ	Faculty of Sport, University SERBIA
Introduction Of Proper Use Of Human Resources In The Management Of Heterogeneous Legal Entities In Order To Make Valid Management Decisions	Slobodan POPOVIĆ, Milan RADAKOVIĆ, Željko TURČINOVIĆ, Aleksandra BRAKUS, Ivan PAJOVIĆ, Snježana ĐOKIĆ, Zeljko GRUBLJEŠIĆ	Faculty of Sport, University SERBIA
Structure-Based Drug Repurposing To Inhibit The DNA Gyrase Of Mycobacterium Tuberculosis	Balasubramani G. L., Rinky RAJPUT Manish GUPTA, Pradeep DAHIYA Jitendra K. THAKUR, Rakesh BHATNAGAR Abhinav GROVER	Banaras Hindu University INDIA
Modeling Spatial Dependence of Childhood Malnutrition in Thailand Using OLS and Spatial Regression Models	Most. Jannatul Fardos Asha Md. Aminur Rahman Md. Ashraful Islam Khan	Faculty of Science, University

25.01.2026 / Hall-30, Session-6

ANKARA LOCAL TIME
12 30 : 14 30

MEETING ID: 860 1300 2771
PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Prof. Dr. Ashraq Monir Mahmed

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Overnight Shock: Border Liberalization And Its Impact On China's Consumer Price Index	Dr. Amit Joshi Mr. Vinodkumar Chandrasekaran Matthew Johansson Hariyanto	Raffles Christian School Kebon Jeruk,Indonesia
The Political Economy Of Decarbonization: Challenges And Pathways In Renewable Energy Transitions	Babita Gupta	Integral University, Lucknow
Utilization Of Orange Peel Powder As A Natural Food Additive To Improve Cake Quality	Baidiaa Hafidh Mohammed Shams Waleed Khalid Ali M. Saadi	Northern Technical University, Iraq
Chemical, Functional, And Antioxidant Properties Of Beetroot (Beta Vulgaris) Peels And Their Utilization In Functional Biscuit Production	Prof. Dr. Ashraq Monir Mahmed Yasameen Hameed Jasim Sara Diaa Hatiff	University ofBaghdad IRAQ Samarra University IRAQ
Harnessing The Adsorption Of Methylene Blue Using Avocado Pit Activated Carbon Through Incorporation With Chitosan In Composite Beads: DFT Insights And Optimization Using Box- Behnken Design	Soukaina El Bourachdi	Sidi Mohamed Ben Abdellah University MOROCOO
A Journey Of Eradication Of Lymphatic Filariasis In India: A Review	ANITA PANDEY DR. SOPHIYA AMBRELA NAMAN SAHA	Kirodimal Govt. Arts and Science College INDIA
Evaluating The Structural And Functional Traits Of Various Pearl Millet Germplasm Under The Environmental Conditions In Dera Ghazi Khan, Punjab, Pakistan	Syeda Sabika Zahra Naqvi Syed Mohsan Raza Shah	University of Education PAKISTAN
Hydrogen Storage Technologies: A Comprehensive Review Of Safety, Challenges, And Future Perspectives	BOUDRAHAM Salima MABROUKI Jamal AIT OUJALLAL Ilham ABROUKI Younes	Mohammed V University MOROCOO
Bridging the Education Gap: The Role of Financial Inclusion in Enhancing Higher Education Participation of ST Youth in Tamil Nadu	Dr. Kavita Singh Komal Yaditi Singh	SRM University

25.01.2026 / Hall-31, Session-6

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 860 1300 2771

PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: K.R.Padma

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Bio-Physicochemical Profiling And Cancer Immunotherapeutic Evaluation Of Protein Isolate From Unripe Diospyros Peregrina Fruit	Anwesha Gupta Title De Sandhita Mazumder Akshara Achar S Tishta Mandal Roshni Bibi Oishi Mukherjee Melvin George Koustav Sarkar	SRM Institute of Science and Technology INDIA
The Impact Of Flooding On Keana Community Of Nasarawa State And The Intervention Efforts Of Government Agencies In Curbing The Menace	IBRAHIM ABDULRAHMAN SAADATU IBRAHIM	Federal University of Technology Minna
Neem-Based Biofertiliser And Cow Dung Substitute For Npk Fertiliser And Enhance Millet Growth: Holistic Impacts On Rhizobacterial Diversity And Population Dynamics	Yahaya YUNUSA Riko Idris ABUBAKAR Yupa CHROMKAEW	Chiang Mai University
An Updated Review Of Abortion Law, Policy, And Service Delivery In India: Recent Trends And Future Perspectives	K.R.Padma	Women's University PAKISTAN
Analysis Of Dielectric Properties Of Malignant And Healthy Tissues In Solid Organs For Microwave Ablation Modeling	Anita Todorović Tatjana Milanović Marija Radmilović-Radjenović	University of Belgrade SERBIA
The Significance Of Studying The History Of Civic Education In The Usa For Ukraine	Senior Lecturer Anatolii MYSHKO	Uzhhorod National University UKRANIE
The Role Of Nutritional Interventions In The Management Of Bipolar Disorder: Mechanisms, Clinical Evidence, And Future Directions	Mónika Fekete Andrea Lehoczki Eszter Pázmándi Vince Fazekas-Pongor	Institute of Preventive Medicine and Public Health , Budapest, Hungary
Theoretical Exploration Of Cdmnte/WS_2 Heterojunction SolarCells Through SCAPS-1D Modeling	Nassiba ALLAG Hakima CHERIF Imad Eddine KAID Madiha MAAMIR	University of El Oued ALGERIA
Combined Experimental and Theoretical Investigation of Melaminium Dihydrogen Pyrophosphate: Synthesis, Crystal Structure, Hirshfeld Surface Analysis, and Reactivity Mapping	Elmehdi Majdi Soufiane Zerraf Said Belaaouad	Hassan II University MOROCCO

25.01.2026 / Hall-32, Session-6

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 860 1300 2771

PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: PhD. BOUSLAH Mahmoud

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Design And Application Of A Low-Cost Openplc Arduino System For Smart Irrigation Control	Hakima CHERIF Madiha MAAMIR Nassiba ALLAG Hania ABOUB	University of El Oued ALGERIA
Design And Implementation Of A Low-Cost Openplc Arduino System For Cold Room Control	Hakima CHERIF Nassiba ALLAG Madiha MAAMIR Hania ABOUB	University of El Oued ALGERIA
Implementation Of A Light-Based Solar Panel Tracking System Using Arduino	Akinleye, Abiodun Olamilekan Adaramola, Ojo Jayeola	Federal Polytechnic Ilaro NIGERIA
Structure-Based Drug Repurposing To Inhibit The DNA Gyrase Of Mycobacterium Tuberculosis	Balasubramani G L Rinky Rajput Manish Gupta Pradeep Dahiya Jitendra K Thakur Rakesh Bhatnagar Abhinav Grover	Jawaharlal Nehru University INDIA
Optimizing Voluntary Disclosure Through Chief Executive Officers' Dynamics: Evidence From Industrial Goods Firms In Nigeria	Orjinta, Hope Ifeoma (Ph.D)	Chukwuemeka Odumegwu Ojukwu University NIGERIA
Acoustic Performance Of Eco-Friendly Mortars Incorporating Sludge- Incineration Residues: A Review	PhD. BOUSLAH Mahmoud Pr. MAZA Mekki Pr. RAHMOUNI Zine EL Abidine Pr. TEBBAL Nadia	University of M'sila ALGERIA
Integrating The Green And Blue Economy İn Dobrogea: A Horizon 2030 Approach	Ionel BOSTAN Cristina LAZAR Nicoleta ASALOS	Stefan cel Mare University ROMANIA
Focusing External Public Audit On The Consolidation Of Public Finances	Ionel BOSTAN Bogdan Narcis FİRTESCU Adriana Alina SPATARİU	Stefan cel Mare University ROMANIA
Endophytic Bacteria from Moroccan Medicinal Plants: Growth-Promoting and Biocontrol Capacities	Hicham EL KISSANI Hamza EL KISSANY Kaoutar ELFAZAZI Abdelouahed HAJJAJI	Sultan Moulay Slimane University MOROCCO

25.01.2026 Hall-33, Session-6

ANKARA LOCAL TIME

12 30 : 14 30

MEETING ID: 860 1300 2771

PASSCODE: 710711

HEAD OF SESSION: Prof. DR. Nuryanti Mustari

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
IMPLEMENTATION OF THE TOURISM POLICY OF THE 'BEAUTIFUL MALINO' EVENT PROGRAM IN IMPROVING TOURISM ACCESSIBILITY AND FACILITIES (A STUDY OF THE TOP–DOWN POLICY IMPLEMENTATION MODEL OF MAZMANIAN AND SABATIER)	St. Nurfadillah. A Andi Farras Abbiyu Basmar Prof. DR. Nuryanti Mustari, S.IP., M.Si	Universitas Muhammadiyah Makassar
Current Advances and Future Prospects in Cancer Immunotherapeutics	B. Monika G. Priya Murugesan Kamaraj	Faculty of Science and Humanities INDIA
Developing and Evaluating Digital Teaching-Learning Resources in Pakistani Higher Education: Meta-Analytic Review	Syed Izatullah Rabeeya Nasir Afshan Naseem	University of Management and Technology PAKISTAN
Low Temperature Technique for Household Waste Reduction	Aditya Darshan Mukesh Kumar	University of Delhi INDIA
Environmental Nanotechnology for Sustainable Remediation: Principles, Applications, and Case Studies	Suresh Kumar	Deemed to be University INDIA
Crystal Structure, X-ray Diffraction Analysis, and Computational Study of a New Organic–Inorganic Compound:2-Ethyl-N-phenylmethanaminium Dihydrogen Phosphite	El.Majdi S. Zerraf Said Belaaouad	Hassan II University MOROCCO
Artificial Intelligence for Pre-Detection of Diabetes A Biomedical Engineering Approach	Amr Farhan Abduladeem G.M. Al-Selwi Ayoub Echchahed Badreddine Labakoum Aissam Lyazidi	University Mohammed V, Rabat MOROCCO

PHOTO GALLERY

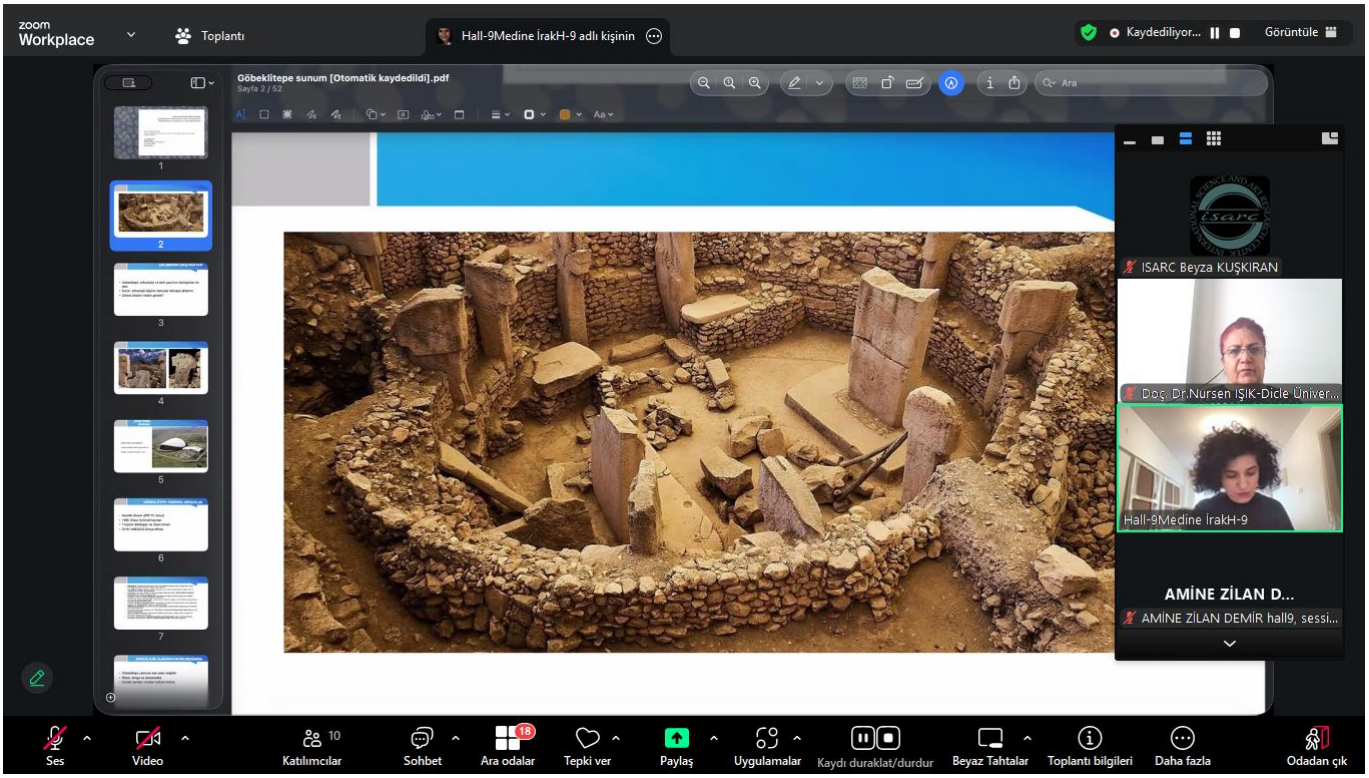


PHOTO GALLERY

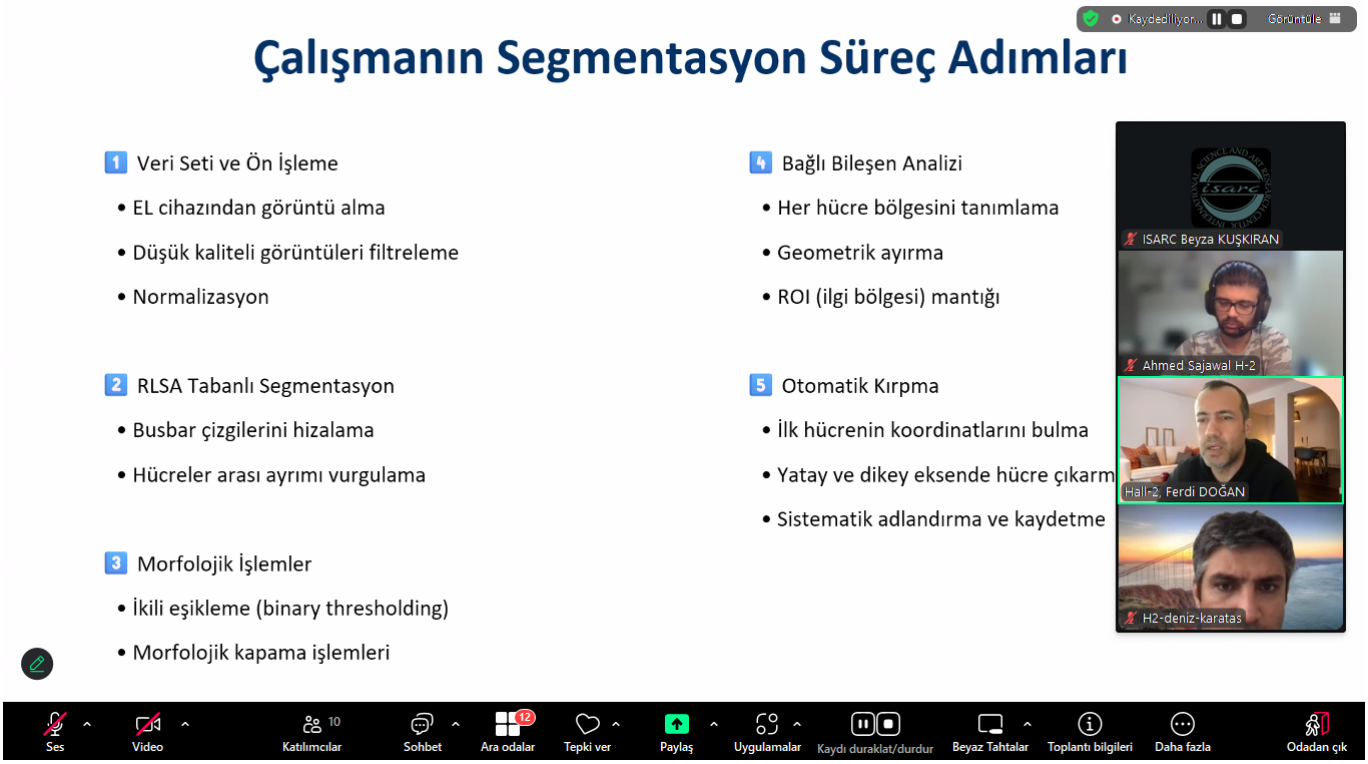
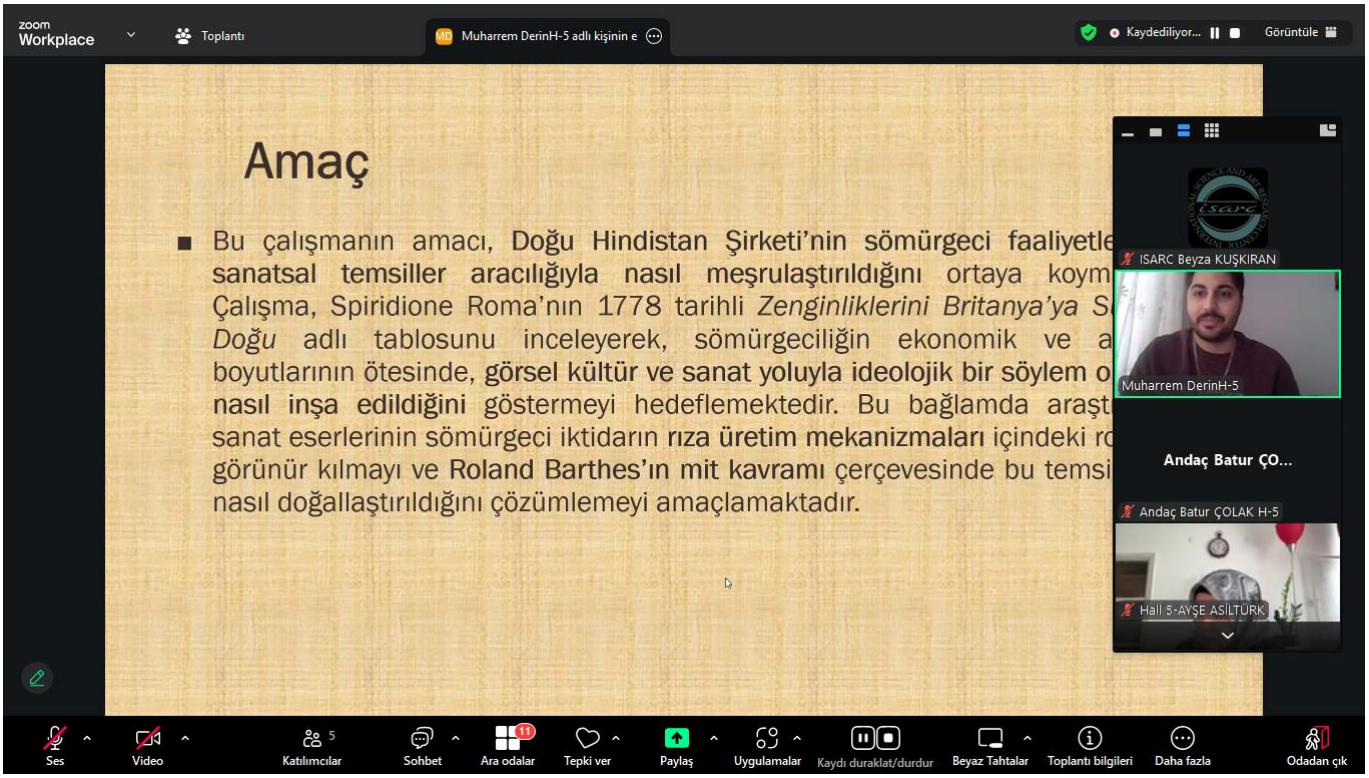


PHOTO GALLERY



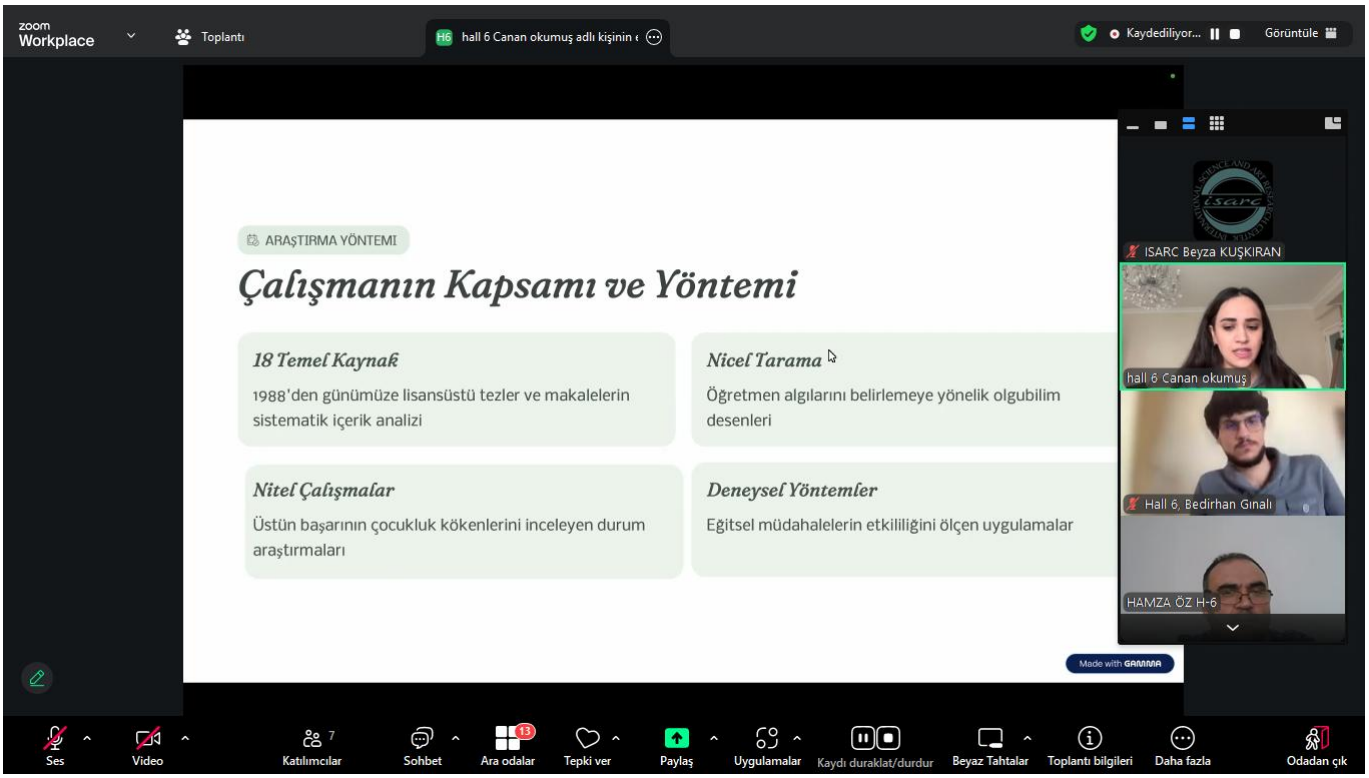
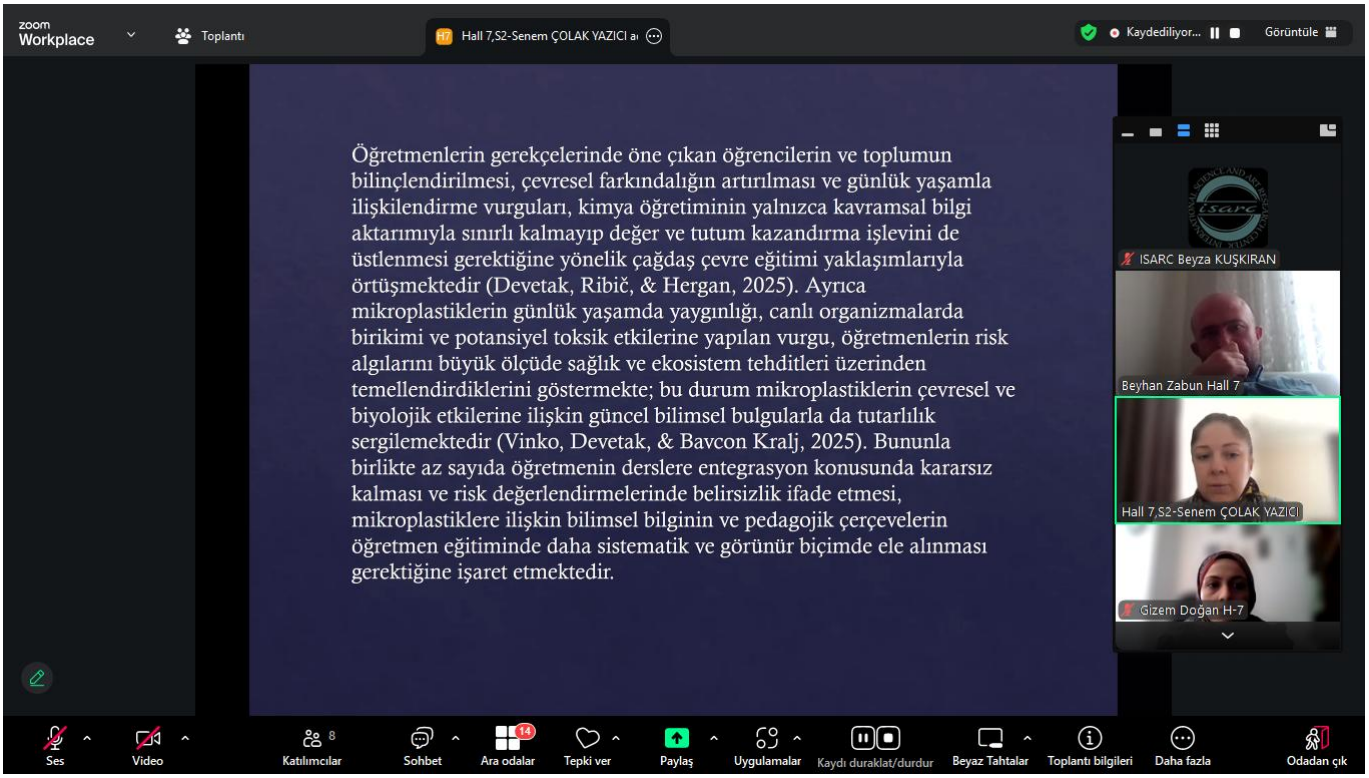


PHOTO GALLERY



INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

KONU:KONGRE KATILIMCI BİLGİSİ **04.02.2026**

İLGİLİ MAKAMA

13. ULUSLARARASI GÖBEKLİTEPE BİLİMSEL ÇALIŞMALAR KONGRESİ 24-25 OCAK 2026 tarihleri arasında ŞANLIURFA 'da ve online olarak 17 farklı ülkeden (Türkiye:124 ve diğer Ülkeler:129; Toplam:253 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

AUTHOR	TITLE	No
İbrahim AKTAŞ	MELATONİN	1-4
Ina Andoni Natalia Bolgari	AI IN THE ENGLISH CLASSROOM: OPPORTUNITIES AND RISKS	5-12
Atilla Yusuf TURGUT	THE HYACINTH FLOWER AND ITS SIGNIFICANCE IN 18TH CENTURY OTTOMAN ILLUMINATION ART	13-26
Aytekin DEMİRCİOĞLU Beyhan ZABUN	NURETTIN TOPÇU'S UNDERSTANDING OF MORALITY AND SOCIETY IN PHILOSOPHY AND SOCIOLOGY TEACHING: WITHIN THE SCOPE OF A SOCIOLOGY TEXTBOOK	27-31
Aytekin DEMİRCİOĞLU Beyhan ZABUN	TEACHING PHILOSOPHY OF SCIENCE AND SOCIOLOGY OF SCIENCE IN NURETTIN TOPÇU'S WORKS: THE SCOPE OF A SOCIOLOGY TEXTBOOK	32-35
Ayşe ASİLTÜRK	A MEGA TREND SHAPING THE FUTURE OF ECONOMY AND SOCIETY: ARTIFICIAL INTELLIGENCE	36-46
Ayşe ASİLTÜRK	BECOMING A COLLEGE GRADUATE IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: STRATEGIES FOR GRADUATE 5.0	47-57
Ayşe Tuğba YILDIZ	REGULATION OF MORAL EMOTIONS THROUGH LEADERSHIP: A MODEL PROPOSAL FOR HEALTHCARE PROFESSIONALS	58-65
Ayşe Tuğba YILDIZ	THE GAP BETWEEN MEASURED PERFORMANCE AND MANAGED PERFORMANCE: A REVIEW IN HEALTHCARE ORGANIZATIONS	66-71
Ahmed SAJAWAL Kemal MAŞERA	OPTIMIZING SOLAR COLLECTOR THERMAL EFFICIENCY OF THE WATER HEATING SYSTEM	72-83
Ilyas Abdisalam Ibrahim Ilker Türker	A BIBLIOMETRIC REVIEW OF GENERAL AI ETHICS RESEARCH:TRENDS, THEMES, AND FUTURE DIRECTIONS (2019–2025)	84-94
Ivan Ramov Elizabeta Popova Ramova	GREEN ECONOMY, POLLUTION INCREASE AND ITS IMPACT ON HEALTH CARE FINANCING MANAGEMENT	95-103
Şükrü ÜNAR	AGRICULTURE AND STORAGE IN THE HITTITE PERIOD AT ALACAHÖYÜK	104-110
Mustafa ERZEN Mehmet Hanifi YALÇIN Zahit Kutalmış KAYA	A HOLISTIC ANALYSIS OF GENETIC, ENVIRONMENTAL, AND PSYCHOLOGICAL FACTORS AFFECTING RACING PERFORMANCE IN HORSES	111-115
Mustafa ERZEN Mehmet Hanifi YALÇIN Zahit Kutalmış KAYA	PLAY BEHAVIORS IN FOALS: AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DEVELOPMENTAL PROCESSES, SOCIAL DYNAMICS AND WELFARE	116-120
Aysun KOCAGÜN Fatma OĞUZ ERDOĞAN	ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL NOISE EXPOSURE IN WEAVING AND CARPET FACTORIES	121-128
Aziza MADALİMOVA Hande Tasa	THE RELATIONSHIP BETWEEN BORDERLINE PERSONALITY FEATURES AND DEFENSE MECHANISMS	129-139
Ceren BELKAR Çiğdem AKMAN	THE ECOLOGICAL MUNICIPALISM APPROACH IN LOCAL GOVERNMENT LEGISLATION	140-146
Ceren BELKAR Çiğdem AKMAN	NEITHER VILLAGE NOR NEIGHBOURHOOD: THE RURAL NEIGHBOURHOOD AS A HYBRID MODEL IN TURKISH LOCAL GOVERNANCE	147-154
Şirin KOÇAK Amine Hande TUNCER	A SURFACE EXPERIENCE: RENA DETRİXHE'S RED DIRT RUGS	155-165

John Carlo D. BRAVO Jhon Vincent S. HUGO Abegael B. ISANAN Jude Andrei D. LONTOC Dr. Joan L. FORTUNA	UTILIZATION OF KAONG (ARENGA PINNATA) VINEGAR INFUSED THE FORMULATION OF BANANA KETCHUP AS AN ALTERNATIVE INGREDIENT	166-172
Muratcan IŞILDAK	TURKEY'S FOREIGN POLICY THROUGH NGOS IN THE BALKANS: CIVIL SOCIETY ENGAGEMENT DURING THE BOSNIAN CRISIS OF THE 1990S	173-190
Mustafa Ceyhun ÇAKIROĞLU Zeynep BAŞAĞAOĞLU DEMİREKİN	CURRENT APPROACHES IN THE DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF BRUXISM: A CLINICAL, DIGITAL AND MULTIMODAL AVALUATION	191-199
Vivianit FEJZA	THE BALLOT BOX EFFECT: POLITICAL VOLATILITY AND CONSUMER RETRENCHMENT IN KOSOVO'S 2025 ELECTORAL CYCLE	200-206
Abdullah SOYSAL Neziha PALA Mehmet Burak ÇETİNKAYA	THE EFFECT OF ROLE CONFLICT AND ROLE AMBIGUITY PERCEPTION IN DEMOGRAPHIC VARIABLES ON TEAMWORK: A STUDY ON NURSES WORKING IN THE INTENSIVE CARE UNIT OF KAHRAMANMARAŞ K.S.Ü HEALTH APPLICATION AND RESEARCH HOSPITAL	207-220
Ferhat Atik	DIGITAL DIASPORA: THE NEW GEOGRAPHY OF MIGRATION AND THE NEW CODES OF IDENTITY	221-228
Şehnaz ERASLAN	ELITE DOMESTIC CULTURE AND MOSAIC ART IN THE ANCIENT CITY OF ZEUGMA	229-241
Merrylene M. FLORES Sharina Mae Q. SABADO Angeline G. LİBOT Joelina M. REYES Klenton R. TORREVILLAS	TURNING WASTE INTO TASTE: DEVELOPING OKARA INTO PROTEIN-RICH MEAT SUBSTITUTE FOR LUMPIANG SHANGHAI	242-250
Andaç Batur ÇOLAK	MODELING THE HEAT TRANSFER PERFORMANCE OF CARREAU-YASUDA NANOFLUID CONTAINING GYROTACTIC MOTILE MICROORGANISMS ON A POROUS MEDIUM IN BIOCONVECTION FLOW USING MACHINE LEARNING	251-260
Andaç Batur ÇOLAK	ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODELING OF BIOCONVECTIVE RADIATIVE CASSON FLUID FLOW OVER MULTIPLE GEOMETRIES USING BAYESIAN REGULARIZATION	261-270
Hanieh GHADAMI Fatih Şahin	DETECTING FAKE NEWS USING TF-IDF AND SUPPORT VECTOR MACHINES	271- 279
MURAT GÜLEN HAVVANUR KILIÇ	INFLUENCE OF GRANULAR DRAINAGE FILL PROPERTIES ON GEOSYNTHETIC PERFORMANCE UNDER HIGH VERTICAL STRESSES	280- 289
Salih AÇIKEL Serkan ŞENGÜL Soner PATAN Ünal KÜÇÜK Ömer IŞIK	REFLECTIVE OPTICAL SENSING–BASED CONTROL OF THE TURKISH COFFEE COOKING PROCESS	290-298
Fırat ORMANCI Damla ÖZHAN	THE REPRESENTATION OF SPACE, BODY, AND BORDERS IN THE FILM "MY FAVOURITE CAKE" (2024)	299-309
Mónika Fekete Andrea Lehoczki Eszter Pázmándi Vince Fazekas-Pongor	THE ROLE OF NUTRITIONAL INTERVENTIONS IN THE MANAGEMENT OF BIPOLAR DISORDER: MECHANISMS, CLINICAL EVIDENCE, AND FUTURE DIRECTIONS	310-318
Ufuk ÇETİN	CASSAS AND ANCIENT MYRA: DOCUMENT AND IMAGINATION	319-323

Medine İRAK	DOCUMENTING THE MEMORY OF STONE: THE ROLE OF VISUAL ARTISTIC NARRATIVE METHODS in THE ARCHIVING AND TRANSMISSION OF CULTURAL HERITAGE AT GÖBEKLİTEPE	324-342
HASSAN ALİ MOHAMED İlker TÜRKER	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SOCIAL MEDIA CONTENT MODERATION: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH TRENDS (2020-2025)	343-358
Paolo FUSCO Michele TODINO Alessio DI PAOLO	INCLUSIVE FUTURES LITERACY AS AN EDUCATIONAL CAPABILITY FOR NAVIGATING UNCERTAINTY AND SUSTAINING LEARNING FUTURES	359-367
Ece ACAR Eylül ESEN	EVALUATION OF FALL RISK IN THE HOMES OF INDIVIDUALS WITH STROKE: THE SAFRANBOLU SAMPLE	368-374
Ece ACAR Tuna TAŞCI Ebru ŞAHİN Elif Niray TORUN	EVALUATION OF ERGONOMIC KNOWLEDGE AND POSTURAL AWARENESS IN PHYSIOTHERAPY INTERNS	375-379
Haci İsmail KESİK Asiye KÖYLÜOĞLU	EFFECTS OF SILICATE-BASED FIRE RETARDANT SOLUTIONS AND VARNISHES ON THE COMBUSTION RESISTANCE OF SCOTS PINE WOOD	380-387
Haci İsmail KESİK Sena Nur YAMANER	DETERMINATION OF FIRE PERFORMANCE OF BEECH AND AYOUS WOODS USED IN WOODEN BOATS BY SILICATE-BASED SOLUTION, VARNISH, AND PAINT APPLICATIONS	388-396
Dilan KAYA	THE USE OF CULTURAL HERITAGE AS A SOFT POWER TOOL IN INTERNATIONAL RELATIONS: THE CASE OF GÖBEKLİTEPE	397-405
Ömer Faruk ANAKÖK Livanur YÜCEL	ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN AGE AT ONSET AND SELECTED MEFV GENE MUTATIONS IN PATIENTS EVALUATED FOR FAMILIAL MEDITERRANEAN FEVER	406-413
Meltem YANIK	YUNUS EMRE IN THE WORKS OF MUSTAFA NECATİ SEPETÇİOĞLU	414-420
Ma. Alexa M. MARFIL Jodel N. ASCAREZ Alyanna May D. FESTIN Hanz Francois M. LAURITO Joan L. FORTUNA	EVALUATING THE NUTRITIONAL IMPROVEMENTS OF KAONG MARSHMALLOWS OVER COMMERCIAL MARSHMALLOWS	421-431
Engin ASLAN	FORMS OF BODILY VISIBILITY IN DIGITAL VISUAL CULTURE WITHIN MARTINE SYMS'S ARTISTIC PRACTICE	432-437
Fatih YILDIRIM Fatih ŞAHİN	MORPHOCODE-NLP: ENHANCING THE PERFORMANCE OF LOCAL LARGE LANGUAGE MODELS (LLMS) IN ENTERPRISE CODE GENERATION VIA MORPHOLOGICAL ANALYSIS AND HIERARCHICAL ONTOLOGY MAPPING	438-443
Esma Nur BOZKURT Mustafa TEKİN	DESIGNING A FLOATING PV TO MEET THE ELECTRICITY DEMAND OF RECREATIONAL AREAS: THE CASE OF KAHRAMANMARAŞ KILAVUZLU PARK	444-453
Ebru ERSARI	REVIEW OF THE MINISTRY OF NATIONAL EDUCATION'S ETHICAL GUIDELINE FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS	454-458
Ebru ERSARI	AN EXAMINATION OF THE CAPACITY OF THE NATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION BILGE AI TO SOLVE 8TH GRADE MATHEMATICS QUESTIONS	459-463
Murat BIYIK	A MILITARY ORGANIZATION IGNORED IN THE PROCESS OF AWARDING INDEPENDENCE MEDALS TO REGIMENTAL FLAGS THAT PARTICIPATED IN THE WAR OF INDEPENDENCE: GENDARMERIE REGIMENTS	464-473

Mustafa Çağatay KIZILTAŞ	EVALUATING DESTINATION IMAGE IN THE CONTEXT OF USER-GENERATED CONTENT (UGC): A RESEARCH ON GÖBEKLİTEPE	474-481
Emine Işıl ARSLAN TOPAL Murat TOPAL Erdal ÖBEK Erdal ÇELİK	NANOREMEDIATION: A NEW APPROACH TO POLLUTION REMOVAL	482-490
Murat TOPAL Emine Işıl ARSLAN TOPAL Erdal ÖBEK Erdal ÇELİK	DETERMINATION AND REMOVAL OF BORON FROM CRITICAL RAW MATERIALS IN THE TUNCELİ BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT PLANT	491-498
Kıvılcım FEYZİOĞLU	THE AESTHETICS OF BELIEF AND HORROR AT GÖBEKLİ TEPE	499-509
Nil SAZLI Deniz KARATAŞ	COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BINDING INTERACTIONS AND PHARMACOKINETIC SUITABILITY OF MICROALGAL ASTAXANTHIN PIGMENT WITH INSULIN, GLUCAGON, AND GLP-1 RECEPTORS ASSOCIATED WITH T2DM	510-521
Evrim OYGUC Resat OYGUC Abdul HAYIR	EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF TUBE-IN-TUBE BUCKLING RESTRAINED BRACES	522-531
Okay PALANDIZ Esma UFLAZ	BEFORE–AFTER ASSESSMENT OF SCRUBBER INSTALLATION ON CII, EEXI AND FUEL COST PERFORMANCE OF A TANKER USING REAL OPERATIONAL DATA	532-548
Ezra Jirah C. PANGAN Joanna Ishi H. CASULLA Marianemae V. ESPELİTA Dazle Jane G. MAGBİTANG Klenton R. TORREVILLAS	OKARA-ENRICHED PANCAKES: A SUSTAINABLE APPROACH TO REDUCING SOYBEAN BYPRODUCT WASTE	549-556
Pınar AKSOY Önder YUMRUTAŞ Muhittin DOĞAN	EFFECTS OF PLANT-DERIVED COMPOUNDS ON NON-CODING RNAS INVOLVED IN FIBROTIC MECHANISMS: A REVIEW	557-565
Jessabel E. RAMOS Wilkin L.. AGUILAR Cherievel R. FRANCISCO Rosenda A. RODRIGUEZ Joan L. FORTUNA	HIGH-FIBER SOYFFEE POLVORON: UTILIZATION OF SOY PULP (OKARA) AND SPENT COFFEE GROUNDS AS FUNCTIONAL INGREDIENTS	566-572
Senanur ŞENGÜL Esra ARAL Pınar CAN Fatma Meral Halifeoğlu	STRUCTURAL PROBLEMS IN TRADITIONAL DİYARBAKIR HOUSES	573-582
Umut Baran GÜVEN İhsan KORKMAZ Ramazan SOLMAZ	SHORT-TERM FORECASTING OF HOURLY ELECTRICITY PRICES IN THE TURKISH ELECTRICITY MARKET: AN EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACH	583-590
Şevval İYİK	DEVELOPING AN INTENTION-BASED CHATBOT FOR TEACHING ENGLISH USİNG DEEP LEARNİNG AND NATURAL LANGUAGE PROCESSİNG METHODS	591-599
Şirin KOÇAK Çetin DAVRAZ	HISTORICAL DEVELOPMENT OF TURKISH CARPET ART AND THE PLACE OF UŞAK CARPETS IN ANATOLIAN CARPET ART	600-610
Merve Ceylan Nuray Esra AKSAKAL	CURRENT NUTRITIONAL APPROACHES IN HASHIMOTO'S THYROIDITIS: AN EVIDENCE-BASED REVIEW	611-617
Yeşim SUSAN Seyhan ÇANKAYA	EVALUATION OF MIDWIFERY SERVICES IN TURKEY FROM THE PERSPECTIVE OF HEALTH POLICIES	618-629
Amine Zilan DEMİR Nursen IŞIK	CONTEMPORARY INTERVENTION APPROACHES IN HISTORIC BUILDINGS: THE CASE OF DİYARBAKIR İÇKALE A BLOCK COURTHOUSE BUILDING	630-638

Muhammed Nasır BATUR Nursen IŞIK	THE RELATIONSHIP BETWEEN HISTORIC FABRIC AND CONTEMPORARY ARCHITECTURE IN THE SAINT GEORGE (KARA PAPAZ) CHURCH, DİYARBAKIR	639-648
Mehmet Ali İPEK İlkay SARAÇOĞLU	INDUSTRY 5.0-ORIENTED VEHICLE ROUTING OPTIMIZATION USING DIGITAL TWIN-BASED OPERATIONS RESEARCH	649-660
Murat ATA Ayşegül İNCE Ecren Ülkü ÖZMEN Yağmur Nisa ARISOY	A NEEDS ANALYSIS OF THE INEFFICIENCY OF ENGLISH-SPEAKING ABILITIES OF HIGH SCHOOL LANGUAGE STUDENTS	661-665
Murat ATA Zeynep Çetinkaya Mehmet Tür Hilal Naz Kula	THE POSSIBLE EFFECTS OF INCREASED MOBILE PHONE USE ON YOUNG EFL LEARNERS' LANGUAGE DEVELOPMENT	666-669
Muhammed Emin GÖKCELER Emin HÖKELEKLİ	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF GROUND VELOCITY (PGV) AND DURATION ON THE SEISMIC FAILURE MECHANISMS OF MASONRY MINARETS IN THE FEBRUARY 6, 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES	670-675
Seyfettin Mert ÖKSÜZOĞLU Mustafa ÇAKIR	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-POWERED AVIONICS SYSTEMS: FROM THE COCKPIT OF THE FUTURE TO CURRENT APPLICATIONS	676-682
Gizem DOĞAN Duygu BİLEN	META-SYNTHESIS OF STUDIES ON GREEN CHEMISTRY AWARENESS	683-692
Nurten Ezgi DEMİROĞLU Elif Merve ÇINAR	THE USE OF SPERM IN REPRODUCTIVE BIOTECHNOLOGY	693-701
Ayşenur TOPCU Özge YETİK	THERMAL RUNAWAY IN LITHIUM-ION BATTERIES IN AVIATION: A DIGITAL TWIN–FOCUSED REVIEW FROM CIVIL AND MILITARY PERSPECTIVES	702-704
Şeyma Nur ÜNAL	A CONCEPTUAL RESEARCH ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE TOURISM SECTOR	705-721
Gamze SARIKOÇ Edanur BAYRAK BOYNO	PSYCHIATRIC TREATMENT METHODS NON-PSYCHOPHARMACOLOGY: NEUROMODULATION AND OTHER BIOLOGICAL APPROACHES	722-734
Utku ÇELİK Mehmet BOLAT Rıdvan Fırat ÇINAR	THE ROLE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE SYSTEMS AS FORCE MULTIPLIERS AND THEIR OPERATIONAL CONSTRAINTS	735-746
Luz Claire Q. SAN JUAN Johanna Mikaela G. VENTURA Niña Nina M. REYES Jhannet D. MOTAS Klenton R. TORREVILLAS	JACKFRUIT LUNCHEON: DEVELOPING PLANT-BASED MEAT ALTERNATIVES FROM UNRIPE JACKFRUIT (Artocarpus heterophyllus)	747-754
Hatice KAYNAK Murat TOMRUK	THE EFFECT OF PILATES TRAINING ON CORE MUSCLE ENDURANCE	755-756
Marina Adriana Mercioni Izabella Petre Elena Busuioc Ramona Dragomir Ion Petre	THE IMPACT OF BIOMARKERS TO ASSESS THE RISK AND SEVERITY OF ENDOMETRIOSIS IN THE POSTOPERATIVE PHASE - ML ANALYSIS	757
Petre Izabella Iurciuc Stela Iurciuc Mircea Furau Cristian Buleu Florina Petre Ion	THE USEFULNESS OF ASSESSING ARTERIAL FUNCTION IN PREGNANT WOMEN AT CARDIOVASCULAR RISK – IN THE SECOND TRIMESTER	758

Furău Alexandru-Marius Bobora Răzvan-Daniel Iurciuc Stela Buleu Florina Petre Ion	RARE DE NOVO VARIANT OF NEUROENDOCRINE PROSTATE CANCER - CASE REPORT	759
Ionel BOSTAN Cristina LAZAR Nicoleta ASALOS	INTEGRATING THE GREEN AND BLUE ECONOMY IN DOBROGEA: A HORIZON 2030 APPROACH	760
Ionel BOSTAN Bogdan Narcis FİRTESCU Adriana Alina SPATARİU	FOCUSING EXTERNAL PUBLIC AUDIT ON THE CONSOLIDATION OF PUBLIC FINANCES	761
Lynda FERFECHE Nadra DEBBACHE	RAPID DEGRADATION OF A PHARMACEUTICAL CONTAMINANT IN WATER USING A ZN/FE BIMETALLIC MOF UNDER SIMULATED AND NATURAL SUNLIGHT	762
Suresh Kumar	ENVIRONMENTAL NANOTECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE REMEDIATION: PRINCIPLES, APPLICATIONS, AND CASE STUDIES	763
Adel DELIOU Takiyeddine Boukelia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Abdelkader FIDJAH Khmissi BELKAID Meriem DEHBI	STUDY OF BEHAVIOUR OF SYMMETRIC LAMINATED COMPOSITES	764
K.R.Padma	AN UPDATED REVIEW OF ABORTION LAW, POLICY, AND SERVICE DELIVERY IN INDIA: RECENT TRENDS AND FUTURE PERSPECTIVES	765
Afri Yunita Henuk Mutiara Juwita	ROLE MANAGEMENT CHURCH IN BUILD FAMILY WHICH HARMONIOUS	766
Vivianit FEJZA	THE BALLOT BOX EFFECT: POLITICAL VOLATILITY AND CONSUMER RETRENCHMENT IN KOSOVO'S 2025 ELECTORAL CYCLE	767
Milos RABRENOVIC Monika STOJANOVA	NUTRITIONAL STRATEGIES FOR OPTIMAL PERFORMANCE IN WDSF DANCESPORT ATHLETES	768
ZEBIRI Zakarya	ASSESSING THE INFLUENCE OF COMPLEX AQUEOUS MATRICES ON THE PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF ORGANIC POLLUTANTS USING HEMATITE (FE_2O_3)	769
RIFAT ULLAH Alam Khan Dilawar Khan	THE IMPACT OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT ON INCOME INEQUALITY:A COMPARATIVE STUDY OF SAARC AND ASEAN COUNTRIES	770
Amal CHTOUKI Salma Bikerchalen Bahcine BAKIZ Aziz TAOUFYQ Abdeljalil BENLHACHEMI	ENGINEERING $BI_{24}O_{31}CL_{10}/V_2O_5$ HETEROSTRUCTURES FOR ENHANCED PHOTOCATALYTIC REMOVAL OF RHODAMINE B UNDER VISIBLE-LIGHT IRRADIATION	771
Baidiaa Hafidh Mohammed Shams Waleed Khalid Ali M. Saadi	UTILIZATION OF ORANGE PEEL POWDER AS A NATURAL FOOD ADDITIVE TO IMPROVE CAKE QUALITY	772
Anita Todorović Tatjana Milanović Marija Radmilović-Radjenović	ANALYSIS OF DIELECTRIC PROPERTIES OF MALIGNANT AND HEALTHY TISSUES IN SOLID ORGANS FOR MICROWAVE ABLATION MODELING	773
El.Majdi S. Zerraf Said Belaaouad	CRYSTAL STRUCTURE, X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS, AND COMPUTATIONAL STUDY OF A NEW ORGANIC–INORGANIC COMPOUND: 2-ETHYL-N-PHENYLMETHANAMINIUM DIHYDROGEN PHOSPHITE	774

M.Varshana Deepa K.Priyanka S.Shapna K.Varshitha D.Ragavarshini S.Dhanavanthari	MATRICES IN DATA SCIENCE AND MACHINE LEARNING	775
Saloni Sharma Suhani Sharma	BIOMARKERS IN EARLY DISEASE DETECTION AND DRUG DEVELOPMENT	776
Assiya ATIF Soukaina AMEUR Bendaoud AHMED Houssine AIT SIR Salah MOHAMMED Zeroual ABDELLAH	SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, DFT, ESP, ELF, FUKUI INDICES, ADMET, MOLECULAR DOCKING, MONTE CARLO AND MOLECULAR DYNAMICS OF 2,2'-BI(1,3,4-OXADIAZOLE) DERIVATIVES	777-778
Elmehdi Majdi Soufiane Zerraf Said Belaaouad	COMBINED EXPERIMENTAL AND THEORETICAL INVESTIGATION OF MELAMINIUM DIHYDROGEN PYROPHOSPHATE: SYNTHESIS, CRYSTAL STRUCTURE, HIRSHFELD SURFACE ANALYSIS, AND REACTIVITY MAPPING	779
Mekaoussi Amal Mekaoussi Hayat Mekaoussi Zahia	ANALYZES OF REDUCED MODEL OF STONE COLUMNS BY THE FINITE ELEMENT METHOD	780
Hafiza Ghulam Fatima Muhammad Muddassir Ali	ETHYL CARBAMATE: TOXICANT RISK ASSESSMENT REQUIRES URGENT MONITORING	781
Syed Izatullah Rabeeya Nasir Afshan Naseem	DEVELOPING AND EVALUATING DIGITAL TEACHING-LEARNING RESOURCES IN PAKISTANI HIGHER EDUCATION: META-ANALYTIC REVIEW	782
Sadeq Taha ABDULAZEEZ	AN IMPLICIT FINITE DIFFERENCE METHOD FOR SOLVING THE FRACTIONAL PSEUDO-HYPERBOLIC TELEGRAPH EQUATION WITH CAPUTO DERIVATIVE	783
Most. Jannatul Fardos Asha Md. Aminur Rahman Md. Ashraful Islam Khan	MODELING SPATIAL DEPENDENCE OF CHILDHOOD MALNUTRITION IN THAILAND USING OLS AND SPATIAL REGRESSION MODELS	784
Mekaoussi Hayat Femmam Hadjira Mekaoussi Amal Mekaoussi Zahia	APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES IN THE PREDICTION OF WASTEWATER TREATMENT PLANT EFFLUENT QUALITY PARAMETERS	785
Mira Merad Kamel Guimeur Hanane Bedjaoui	BUILDING SUSTAINABLE AGRICULTURAL SYSTEMS IN WATER-SCARCE REGIONS	786
IBRAHIM ABDULRAHMAN SAADATU IBRAHIM	THE IMPACT OF FLOODING ON KEANA COMMUNITY OF NASARAWA STATE AND THE INTERVENTION EFFORTS OF GOVERNMENT AGENCIES IN CURBING THE MENACE	787
Kalsoom Tariq Bela Inayat Hashim Khan Hafsa Zafar Nabila Sher Sadia Fatima	EFFECT OF LIPID-BASED NUTRITIONAL SUPPLEMENTS DURING PREGNANCY ON MATERNAL ANTHROPOMETRY AND HEMATOLOGICAL INDICES; A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL	788
Shom Prakash Kushwaha Pushpendra Soni Syed Misbahul Hasan	TRANSETHOSOME BASED NATURAL PRODUCT FORMULATIONS	789
Sumaira Kanwal Shazia Perveen Adeeba Khadim Maida Sadaqat	PHENOTYPE-GUIDED MUTATIONAL SCREENING IN CHARCOT-MARIE-TOOTH DISEASE TYPE 1: A CLINICALLY STRATIFIED APPROACH	790-791
Hede Mestafa	AN ADVANCED COMPUTATIONAL APPROACH FOR ARCHITECTURAL DESIGN	792-793

Anatolii MYSHKO	THE SIGNIFICANCE OF STUDYING THE HISTORY OF CIVIC EDUCATION IN THE USA FOR UKRAINE	794
Balasubramani G L Rinky Rajput Manish Gupta Pradeep Dahiya Jitendra K Thakur Rakesh Bhatnagar Abhinav Grover	STRUCTURE-BASED DRUG REPURPOSING TO INHIBIT THE DNA GYRASE OF *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS*	795
ELABBARI Chaimaa Pr. Labjar Najoua Pr.EL Hajjaji souad	ENVIRONMENTAL IMPACTS OF AGRICULTURE IN THE MEDITERRANEAN REGION AND PATHWAYS TOWARD SUSTAINABLE MANAGEMENT	796
Chaimae Assata	OPTIMIZATION OF GREEN HYDROGEN PRODUCTION BY SOLAR-DRIVEN PHOTOCATALYSIS	797
Olaniyi Habib, ALIU Joy Oluwabukola, OLAYIWOLA	EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A RELIABILITY-ORIENTED FRAMEWORK FOR DECISION SUPPORT IN HIGH-RISK SOCIO-TECHNICAL SYSTEMS	798
Femmam HADJIRA Mekaoussi HAYAT Merrouchi FARIDA Maassem AYA Mansouri ABIR	HYDROCHEMICAL CHARACTERIZATION AND SUITABILITY OF GROUNDWATER FOR DRINKING AND IRRIGATION IN THE BISKRA REGION, ALGERIA	799
Fransisco KONAN Bouchaib HARTİTİ	PHOTOVOLTAIC PERFORMANCE OF ZnO/n^{+}-a-Si:H SOLAR CELLS : A THEORICAL BY STUDY A SIMULATION WITH SCAPS-1D SOFTWARE	800
Esmeralda Laçi Sonila Papathimiu	NARTA–VJOSA DELTA AS A CLIMATE-SENSITIVE WETLAND: LAND-USE TRANSFORMATION, VULNERABILITY, AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OPPORTUNITIES	801
Mouna Fakir	HYDROGEN STORAGE TECHNOLOGIES: MATERIALS, CHALLENGES AND FUTURE PERSPECTIVES	802
Syeda Sabika Zahra Naqvi Syed Mohsan Raza Shah	EVALUATING THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL TRAITS OF VARIOUS PEARL MILLET GERMPLASM UNDER THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN DERA GHAZI KHAN, PUNJAB, PAKISTAN	803
Aditya Darshan *Mukesh Kumar*	LOW TEMPERATURE TECHNIQUE FOR HOUSEHOLD WASTE REDUCTION	804
Mahmut Yavuz ŞENGÖR	EFFECTIVE USE OF A TEST EMBANKMENT – A CASE STUDY FROM TURKEY	805
Maryam ALRUBAYE Mahmut ŞENGÖR Ahmed ALAHMAD	NUMERICAL ASSESSMENT OF SEISMIC BEHAVIOUR OF A PRESSURISED BURIED GAS PIPELINE USING RS2	806
Ping Yu	THE WEAKNESSES OF YADAV ET AL.'S SYMMETRIC KEY-BASED AUTHENTICATION AND KEY AGREEMENT SCHEME FOR FOG AND DEW COMPUTING	806
Agim BERISHA	RISK MANAGEMENT AND INTERNAL CONTROL IN THE PUBLIC SECTOR IN KOSOVO	808
ABUBAKAR HALLİRU ABUBAKAR SANİ	THE 1,2,3-TRIAZOLE SCAFFOLD IN MEDICINAL CHEMISTRY: A REVIEW OF SYNTHETIC INNOVATIONS AND THERAPEUTIC APPLICATIONS	809
Fulya Merve KOS Aslı AKDENİZ KUDUBEŞ Murat BEKTAŞ Dijle AYAR	INVESTIGATION OF TURKISH PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF THE THINKING ABOUT EPILEPSY QUESTIONNAIRE	810-812

Fulya Merve KOS Dijle AYAR Murat BEKTAŞ Aslı AKDENİZ KUDUBEŞ	DEVELOPMENT OF AN EPILEPSY SELF-MANAGEMENT SCALE FOR PEERS AND EXAMINATION OF ITS PSYCHOMETRIC PROPERTIES	813-815
Mohammed Waheeb	A CENTRAL MARBLE SLAB IN THE BAPTISMAL COURTYARD AT THE BAPTISM SITE (AL-MAGHTAS): AN ARCHITECTURAL–LITURGICAL INTERPRETATION FROM THE BYZANTINE PERIOD	816-817
Mohammed Waheeb	THE GLOBAL IMPACT OF THE DISCOVERY OF THE BAPTISM SITE ON THE EASTERN BANK OF THE JORDAN RIVER	818
B. Monika G. Priya Murugesan Kamaraj	CURRENT ADVANCES AND FUTURE PROSPECTS IN CANCER IMMUNOTHERAPEUTICS	819
Bedirhan GINALI Nilgün ONNAR	EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ADULT ATTACHMENT STYLES, EMOTIONAL EATING, AND SELF-SILENCING	820-821
Tayfun ACARER Murat SAKA	WIRELESS INFRASTRUCTURE SYSTEMS THAT CAN BE INSTALLED FOR ELECTRONIC MONITORING OF MARINE POLLUTION ALONG TURKEY'S COASTS	822-823
Muhammed Said TUĞCU	CONSTRUCTION AND DISSOLUTION OF CLASS IDENTITIES IN A SIMULATION UNIVERSE: A SEMIOTIC ANALYSIS OF *EVCİLİK* (2024)	824
Seyit Ali ÇENGEL Turgay ERGİN	DESIGN AND ANALYSIS OF IMPACT ABSORBER BARRIER USING WASTE TIRES	825-826
Elif TUNCER Reyhan YÜKSEL GEMALMAYAN	TPAB COMPETENCIES OF BİLSEM VISUAL ARTS TEACHERS	827-828
Ferdi DOĞAN	AN IMPROVED RLSA-BASED APPROACH FOR AUTOMATED CELL SEGMENTATION IN SOLAR PANELS, INDEPENDENT OF BUSBAR NUMBER	829-841
Aslı Serife Sertcelik	SUBBJECT: SPORTS BRANCH PREDICTION USING A BIOPSYCHOSOCIAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODEL	842-848
Kavita Singh Komal Yaditi Singh	BRIDGING THE EDUCATION GAP: THE ROLE OF FINANCIAL INCLUSION IN ENHANCING HIGHER EDUCATION PARTICIPATION OF ST YOUTH IN TAMIL NADU	849
El mostafa Benharaf Kaoutar Ouahibi Maryem Jemri Abdelmajid Hemmes Hamid Nasrellah Erradi EL mostafa Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	STRUCTURAL ENGINEERING OF Π-CONJUGATED QUINOXALINE-BASED MATERIALS FOR ENHANCED PHOTOVOLTAIC PERFORMANCE: A THEORETICAL APPROACH	850
El mostafa Benharaf Maryem Jemri Abdelmajid Hemmes Hamid Nasrellah Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	NOVEL Π-CONJUGATED QUINOXALINE-BASED ORGANIC MATERIALS FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS: INVESTIGATION BY TD-DFT	851
Ahmed Arif Badreddine Boukili Mohamed Kadour Atouailaa Ikram Mennas Abdelkhalk Aboulouard Mohammed El idrissi	DFT/TD-DFT THEORETICAL CHARACTERIZATION OF ORGANIC DYES FOR DSSCS: ELECTRONIC STRUCTURE AND PHOTOVOLTAIC PERFORMANCE	852

CHAOUI Ayoub Saghir Yahya benafqir Mohamed Mohamed Ezzahery Noureddine El alem	INTEGRATED VALORIZATION OF ORGANIC WASTE FOR METHANE PRODUCTION AND DIGESTATE CONVERSION INTO BIOCHAR FOR ADVANCED WATER TREATMENT IN A CIRCULAR GREEN ENERGY FRAMEWORK	853
Ashraq Monir Mahmed Yasameen Hameed Jasi Sara Diaa Hatiff	CHEMICAL, FUNCTIONAL, AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF BEETROOT (BETA VULGARIS) PEELS AND THEIR UTILIZATION IN FUNCTIONAL BISCUIT PRODUCTION	854
Leman YILDIRIM	CITTASLOW (SLOW CITY) AND SUSTAINABLE TOURISM	855-856
Mohamed Kadour Atouailaa Bader Boukili Arif Ahmed Abdelkhalk Aboulouard Mustapha Boulghalat Ouahibi Kaoutar Mohammed El idrissi	TD-DFT SCREENING OF ACRYLIC-BASED ORGANIC D-Π-A DYE MOLECULES FOR RELIABLE AND HIGHLY EFFICIENT DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS	857-858
Cornelia NİCHİTA	BIOLOGICAL ANTIOXIDANT EFFECTS OF SELECTIVE EXTRACT FROM *ROBINIA PSEUDOACACIA* L. FLOWER	859
Hicham EL KISSANI Hamza EL KISSANY Kaoutar ELFAZAZI Abdelouahed HAJJAJI	ENDOPHYTIC BACTERIA FROM MOROCCAN MEDICINAL PLANTS: GROWTH-PROMOTING AND BIOCONTROL CAPACITIES	860
Cuma KILIÇ Mustafa Kürşat ÇUBUK	THE DEVELOPMENT AND FUTURE OF HIGH SPEED RAIL IN THE WORLD AND IN TURKEY	861-862
Seda ÖZCAN ÖZDEN Naile ÇEVİK	THE EXAMPLE OF GLEN MARTIN TAYLOR IN CREATIVE DISCOURSE AND THE PROCESS OF "RE-CREATION" IN CONTEMPORARY CERAMIC ART	863-864
Adel DELIOU Takiyeddine Bouklia Samir DJIMLI Mohamed Kemiha Meriem DEHBI Sofiane BOULKROUNE Abdelkader FIDJAH	ELASTIC PROPERTIES OF E GLASS COMPOSITES LAMINATED	865
Hakima CHERIF Madiha MAAMIR Nassiba ALLAG Hania ABOUB	DESIGN AND APPLICATION OF A LOW-COST OPENPLC ARDUINO SYSTEM FOR SMART IRRIGATION CONTROL	866
Hakima CHERIF Nassiba ALLAG Madiha MAAMIR Hania ABOUB	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A LOW-COST OPENPLC ARDUINO SYSTEM FOR COLD ROOM CONTROL	867
Ahmet ÖZTÜRK Fatin SÖNMEZ	STATISTICAL ANALYSIS OF OROGRAPHIC AND THERMAL WIND CHARACTERISTICS IN THE EASTERN BLACK SEA REGION IN TERMS OF ENERGY POTENTIAL	868-878
Dursun ÖZÇELİK Mehmet Emre ERGİN	THE IMPACT OF SOCIAL COMPLIANCE AUDITS IN THE TEXTILE AND READY TO WEAR INDUSTRY	879-882
İlke ERTUĞRAN Şebnem DÜZYER GEBİZLİ Gülce SEVDAR ÇEÇEN Gökhan GÖKTALAY	PRODUCTION OF POLYCAPROLACTONE/ CHLOROGENIC ACID NANOFIBERS FOR WOUND DRESSING APPLICATIONS	883-884
BOUSLAH Mahmoud MAZA Mekki RAHMOUNI Zine EL Abidine TEBBAL Nadia	ACOUSTIC PERFORMANCE OF ECO-FRIENDLY MORTARS INCORPORATING SLUDGE-INCINERATION RESIDUES: A REVIEW	885

Rukiye Kübra ARTUNÇ KARA Canan OKUMUŞ Gökhan UYANIK	A SYNTHESIS OF STUDIES ON GIFTED CHILDREN IN THE EARLY CHILDHOOD PERIOD IN TURKEY: METHODOLOGICAL AND CONTENT ANALYSIS	886-887
Rukiye Kübra ARTUNÇ KARA Canan OKUMUŞ Gökhan UYANIK	PEER BULLYING IN PRIMARY SCHOOL: DYNAMICS, EFFECTS, AND SOLUTIONS	888-889
Sitti Nurani Sirajuddin A. Tanri Uji Nurul Magfirah Ashar Najmah	FACTORS DRIVING FARMERS TO RAISE BALI CATTLE IN BARRU REGENCY, SOUTH SULAWESI PROVINCE, INDONESIA	890
Fatine BENKIRANE Fatima Zahrae HAMDA Fatima Zahrae HAMDA Samir ERRABIH Hayat EL BOUKHAR	STRENGTHENING GOVERNANCE AND AUDIT IN THE FACE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CYBERSECURITY CHALLENGES	891-892
Fatine BENKIRANE Fatima Zahrae HAMDA Fatima Zahrae HAMDA Samir ERRABIH Hayat EL BOUKHARI	CYBERSECURITY AS A LEVER FOR ECONOMIC RESILIENCE OF ORGANIZATIONS FACING DIGITAL RISKS	893-894
Bako, R. U. Mohammed, U. S. Emejiwe, P. C. Akinbuwa K. M	EFFECT OF FUEL SUBSIDY REMOVAL ON POVERTY STATUS OF WOMEN IN RURAL HOUSEHOLDS OF ABIA STATE NIGERIA	895
Esra ŞİRİN ARKOÇ İbrahim COŞKUN	DISCURSIVE CONSTRUCTION OF LEARNED HELPLESSNESS IN AUTISM REPRESENTATIONS: THE CASE OF TEMPLE GRANDIN (2010)	896-904
Hüseyin CAN Nevzat MUTLUTÜRK	THE EFFECT OF LEADERSHIP STYLES ON EMPLOYEE MOTIVATION AMONG SPORTS MANAGERS: THE CASE OF PROVINCIAL DIRECTORATES OF YOUTH AND SPORTS	905-906
Doğa BAŞER Rabia GÜÇLÜ	THE DESIRE TO HAVE CHILDREN IN THE CONTEXT OF DECLINING FERTILITY IN TÜRKİYE	907-908
H. ISAH M. Ibrahim U. H. Muhammad	ADOPTION OF INNOVATIONS AND IMPROVED RICE PROCESSING TECHNOLOGIES AMONG INTERNATIONAL FUNDS FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT RICE PROCESSORS IN NIGER STATE, NIGERIA	909
Sana Safdar Syed Mohsan Raza Shah Muhammad Javed Zaheer Abbas Iqra	*HALOXYLON SALICORNICUM* (MOQ.) BUNGE EX BOISS. A SUCCULENT PLANT, PROMISING CONTENDER FOR PHYTOREMEDIATION OF HIGHLY SALINE SOILS	910
Kubilay DALCI Mustafa ALÇIN	ANASTOMOTIC LEAKAGE IN COLORECTAL CANCER: A RETROSPECTIVE ANALYSIS	911-912
Kubilay DALCI Mustafa ALÇIN	IS HISTOPATHOLOGICAL EXAMINATION OF EVERY SPECIMEN NECESSARY AFTER HEMORRHOIDECTOMY?	913-914
Soukaina El Bourachdi	HARNESSING THE ADSORPTION OF METHYLENE BLUE USING AVOCADO PIT ACTIVATED CARBON THROUGH INCORPORATION WITH CHITOSAN IN COMPOSITE BEADS: DFT INSIGHTS AND OPTIMIZATION USING BOX-BEHNKEN DESIGN	915
Ikram Mennas Mohammed El Idrissi Abdelkhalk Aboulouard El mostafa Benharaf Kaoutar Ouahibi	COMPUTATIONAL MOLECULAR DESIGN OF NON-FULLERENE ACCEPTORS FOR OPVS	916
Esra GÜRBÜZ	THE IMPACT OF GLOBAL ENTREPRENEURSHIP ON FOREIGN TRADE MARKETS	917-918

Esra GÜRBÜZ	A GENERAL OVERVIEW OF FOREIGN TRADE WITHIN THE SCOPE OF EXPORT-ORIENTED INDUSTRIALIZATION POLICIES	919-920
Rohi Rani	PSYCHOSOCIAL BARRIERS TO LEARNING: A GLOBAL PERSPECTIVE ON STUDENT RESILIENCE	921
Orjinta, Hope Ifeoma	OPTIMIZING VOLUNTARY DISCLOSURE THROUGH CHIEF EXECUTIVE OFFICERS' DYNAMICS: EVIDENCE FROM INDUSTRIAL GOODS FIRMS IN NIGERIA	922
Agwu Ani Ekwe	INTEGRATED CONTROL AND MITIGATION STRATEGIES FOR AFRICAN SWINE FEVER IN COMMERCIAL AND SMALLHOLDER PIG PRODUCTION SYSTEMS	923
Anwesha Gupta Title De Sandhita Mazumder Akshara Achar S Tishta Mandal Roshni Bibi Oishi Mukherjee Melvin George Koustav Sarkar	BIO-PHYSICOCHEMICAL PROFILING AND CANCER IMMUNOTHERAPEUTIC EVALUATION OF PROTEIN ISOLATE FROM UNRIPE *DIOSPYROS PEREGRINA* FRUIT	924-925
Tuba YILDIRIM	INSTITUTIONAL RESILIENCE AND STRATEGIC ADAPTATION IN AN AGE OF UNCERTAINTY: A CONCEPTUAL EVALUATION ON SMEs IN TURKIYE	926-927
ESU, Godwin Samuel	EFFECTS OF INTERACTIVE SIMULATION-BASED INSTRUCTIONAL STRATEGY ON SECONDARY SCHOOL CHEMISTRY STUDENTS' ACHIEVEMENT IN ABUJA MUNICIPAL AREA COUNCIL, FCT-ABUJA	928-935
Ritabrata Biswas	BARROW ENTROPY : IDEA OF FRACTALS EXPLAINS ORIGIN OF DARK ENERGY	936
Tuba KARATAŞ Musa PAÇA Veysel KAPLAN	THE EFFECT OF CARE BURDEN ON SLEEP QUALITY AND BURNOUT LEVELS OF INDIVIDUALS CARING FOR CANCER PATIENTS	937-938
ANITA PANDEY SOPHIYA AMBRELA NAMAN SAHA	A JOURNEY OF ERADICATION OF LYMPHATIC FILARIASIS IN INDIA: A REVIEW	939-943
Maryam Haruna Aliyu	WOMEN PARTICIPATION IN CATERING ENTREPRENEURSHIP AND ECONOMIC EMPOWERMENT IN TERTIARY INSTITUTIONS OF NIGER STATE, NIGERIA	944-947
Amit Joshi Vinodkumar Chandrasekaran Matthew Johansson Hariyanto	AN OVERNIGHT SHOCK: BORDER LIBERALIZATION AND ITS IMPACT ON CHINA'S CONSUMER PRICE INDEX	948
Ahmet Gökhan SARITAŞ Ali YILDRIM	ANALYSIS OF FACTORS ASSOCIATED WITH RE-EXCISION IN PATIENTS UNDERGOING BREAST-CONSERVING SURGERY	949-950
Ahmet Gökhan SARITAŞ Ali YILDRIM	THE PREDICTIVE AND PROGNOSTIC SIGNIFICANCE OF SENTINEL LYMPH NODE BIOPSY IN RECURRENT BREAST CANCER	951-952
Meryem Ezgi BOZDAĞ Feyzullah BEYAZ	INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COMBINED TREATMENT OF FLAXSEED OIL, MATCHA AND PRICKLY PEAR EXTRACT ON HIPPOCAMPAL NEUROINFLAMMATION IN AN EXPERIMENTALLY INDUCED ALZHEIMER'S MODEL	953-954
Senem ÇOLAK YAZICI	HOW INVISIBLE ARE MICROPLASTICS? CHEMISTRY TEACHERS' PERCEPTIONS AND METAPHORS REGARDING A SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE	955-956

Mohamed EL MORSY Laila AFIA	ADVANCED BIOLOGICAL TREATMENT OF AGRO-FOOD INDUSTRY EFFLUENTS	957
Muharrem DERİN	THE POLITICAL ANATOMY OF THE EAST THAT OFFERED ITS RICHES TO BRITAIN: THE ARTISTIC PROPAGANDA OF THE EAST INDIA COMPANY IN THE LIGHT OF BARTHES.	958-959
Alhassan Alkali Yunusa Ibrahim Umar Yakubu ABDULLAHI MUHAMMAD HASSAN	ISLAMIC ECONOMY AND SUSTAINABLE ENGINEERING TECHNOLOGY IN NIGERIA	960-962
Ayana Araújo DE SOUZA Danilo Santos FADIGAS Yago Marinho LEAL Maria Elaine Valadão DOS SANTOS Tonya Azevedo DUARTE	ECO-FRIENDLY SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING PLANT EXTRACTS: A COMPREHENSIVE REVIEW OF ANTIMICROBIAL APPLICATIONS	963
Nurşah TOPRAK Nilgün ONNAR	INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEEN PARENTAL ATTITUDES, PARENTING STRES, AND MINDFUL PARENTING IN PARENTS OF CHILDREN AGED 6-10	964-965
Yavuz DELİBALTA	I	966-967
Bekir Erhan ORHAN Halil ASLANBAŞ	PSYCHOLOGICAL WELL-BEING ACROSS BMI GROUPS AMONG UNIVERSITY STUDENTS: A COMPARATIVE ANALYSIS BY SEX	968-969
Hamza ÖZ	SOCIAL ENTREPRENEURIAL LEADERSHIP IN THE CONTEXT OF MOTIVATION THEORIES	970-971
Merve ARSLANTAŞ	INVERSE NODAL ANALYSIS WITH DELAY IN STURM-LIOUVILLE SYSTEMS	972-973
Merve UZUN Nuray Esra AKSAKAL	NON-ALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASE (NAFLD) AND ITS ASSOCIATION WITH ULTRA-PROCESSED FOOD CONSUMPTION: A REVIEW	974
Özlem AĞGÜL Merve COŞGUN DEMİRDAĞ	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED VALUES EDUCATION FOR VISUALLY IMPAIRED ELEMENTARY EDUCATION STUDENTS: AN ACTION RESEARCH STUDY	974-976
Tekin Aycan TAŞCI Yalçın YEŞİLKAYALI	THE EVENTS IN BATAK VILLAGE DURING THE 1876 APRIL UPRISING AND THE ALLEGATION OF MASSACRE	977-978
Onur ÇOMAKLI	PROCESSING AND PERFORMANCE OF PURE Ti, Ti6AL4V, AND AgTi ALLOYS FABRICATED BY SELECTIVE LASER MELTING: A REVIEW	979-980
Onur ÇOMAKLI	PROCESS, MICROSTRUCTURE, AND PERFORMANCE OF METAL MATRIX COMPOSITES FABRICATED BY SELECTIVE LASER MELTING: A CRITICAL REVIEW	981-982
Agwu Ani Ekwe	PRECISION LIVESTOCK FARMING IN NIGERIA: CURRENT CHALLENGES AND INNOVATIVE SOLUTIONS	983
Slobodan POPOVIĆ Milan RADAKOVIĆ Željko TURČINOVIĆ Aleksandra BRAKUS Ivan PAJOVIĆ Snježana ĐOKIĆ Zeljko GRUBLJEŠIĆ	INTRODUCTION OF PROPER USE OF HUMAN RESOURCES IN THE MANAGEMENT OF HETEROGENEOUS LEGAL ENTITIES IN ORDER TO MAKE VALID MANAGEMENT DECISIONS	984-987
Iris T. Miranda Glenford C. Franca Aldwin T. Miranda	RELIGIOSITY AND CULTURAL DIVERSITY AWARENESS AMONG COLLEGE STUDENTS IN MINDANAO	988

Yahaya YUNUSA Riko Idris ABUBAKAR Yupa CHROMKAEW	NEEM-BASED BIOFERTILISER AND COW DUNG SUBSTITUTE FOR NPK FERTILISER AND ENHANCE MILLET GROWTH: HOLISTIC IMPACTS ON RHIZOBACTERIAL DIVERSITY AND POPULATION DYNAMICS	989
BOUDRAHAM Salima MABROUKI Jamal AIT OUJALLAL Ilham ABROUKI Younes	HYDROGEN STORAGE TECHNOLOGIES: A COMPREHENSIVE REVIEW OF SAFETY, CHALLENGES, AND FUTURE PERSPECTIVES	990
Selvije Lajqi	SCIENCE, INNOVATION, AND GLOBAL TRANSFORMATION	991
Selin ÇETİNSÖZ İnci Banu AYÇA	COMPARISON OF BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS AND SKINFOLD MEASUREMENT VALUES IN DETERMINING BODY COMPOSITION IN ELITE FEMALE FOOTBALLERS	992-993
Houari Fatima Zohra *Mechaala Sara* *Houari Hakimc* *Yahia khelaf*	EFFECT OF *OCIMUM BASILICUM* EXTRACT ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF POSTHARVEST TOMATO"	994
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	*ACTINOBACTERIA-DERIVED BIOACTIVE MOLECULES FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PHYTOPATHOGENIC BACTERIA*	995
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	ACTINOMYCETES FROM SAHARAN SOILS AS BIOLOGICAL INHIBITORS OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI	996
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	*BIOACTIVE MOLECULES EXTRACTED FROM ACTINOMYCETES USING DICHLOROMETHANE AGAINST ERWINIA-KP.*	997
Fedwa BEGHDADI El-Hadj DRICHE	ACTINOBACTERIA-MEDIATED INHIBITION OF ALTERNARIA SPP. AND ASSOCIATED MYCOTOXINS	998
Selman Gündüz	MUHAMMAD ABDUH'S PERSPECTIVE ON THE PROHIBITION OF IMAGERY: A COMPARATIVE ANALYSIS WITH CLASSICAL FIQH DOCTRINE	999-1000
Akinleye, Abiodun Olamilekan Adaramola, Ojo Jayeola	IMPLEMENTATION OF A LIGHT-BASED SOLAR PANEL TRACKING SYSTEM USING ARDUINO	1001-1006
Aysun ERZİNCAN Demet HANCI Erol TÜRKMEN Melisa ÇİÇEK Muhammet ARSLAN	AN EXAMINATION OF STONEWARE KITCHENWARE DESIGNS WITHIN THE FRAMEWORK OF FUNDAMENTAL DESIGN PRINCIPLES	1007-1008
Şahide YÜKSEL Melike BARAN EKİNCİ	PIGMENT PRODUCTION FROM *STREPTOMYCES GRISEORUBENS* AND EVALUATION OF ITS APPLICABILITY IN DAIRY TECHNOLOGY	1009-1010
Talha Yunus ATEŞ Sevilay UÇAR YÜZBAŞ	A REAL-TIME MOBILE VOICE CONVERSION APPLICATION AND AN AI-BASED APPROACH FOR INTERNET-BASED VOICE TRANSMISSION	1011-1012
Nandhitha B Nandhini BL Rithanya D Mariadas Roshini Sangamitra C Rishika L Pragna P	THE GEOMETRY OF STABILITY: DECODING SYSTEMS THROUGH EIGEN-ANALYSIS	1013
Slobodan POPOVIĆ Milan RADAKOVIĆ Željko TURČINOVIĆ Aleksandra BRAKUS Ivan PAJOVIĆ Snježana ĐOKIĆ Zeljko GRUBLJEŠIĆ	THE IMPACT OF INTERNAL AUDIT AND THE CONSIDERATION OF HUMAN RESOURCES AS A DEVELOPMENT AND MANAGEMENT FACTOR ON THE GENERAL BUSINESS OF LEGALLY HETEROGENEOUS ENTITIES	1014-1018

Dina Pen Ratana Loch Rany Sam Vatheana Nut Putheara Dy	THE IMPACT OF JOB SATISFACTION ON TURNOVER INTENTIONS: ADDRESSING ACADEMIC BRAIN DRAIN IN CAMBODIAN HIGHER EDUCATION	1019
Babita Gupta	THE POLITICAL ECONOMY OF DECARBONIZATION: CHALLENGES AND PATHWAYS IN RENEWABLE ENERGY TRANSITIONS	1020
Nassiba ALLAG Hakima CHERIF Imad Eddine KAID Madiha MAAMIR	THEORETICAL EXPLORATION OF CDMNTE/WS_2 HETEROJUNCTION SOLAR CELLS THROUGH SCAPS-1D MODELING	1021
St. Nurfadillah. A Andi Farras Abbiyu Basmar Nuryanti Mustari S.IP., M.Si	IMPLEMENTATION OF THE TOURISM POLICY OF THE 'BEAUTIFUL MALINO' EVENT PROGRAM IN IMPROVING TOURISM ACCESSIBILITY AND FACILITIES (A STUDY OF THE TOP–DOWN POLICY IMPLEMENTATION MODEL OF MAZMANIAN AND SABATIER)	1022
Mulikat Folashade Usman Ejembi Victoria	IMPACT OF ENTREPRENEURSHIP MINDSET ON STUDENT ENTREPRENEURIAL INTENTIONS AND CAREER ASPIRATION	1023
Harman Nitika Saini Sahilpreet Singh Diksha Bhatt	ULTRASONICATION-ASSISTED EXTRACTION OF HOMOPOLYSACCHARIDES FROM BLUE OYSTER MUSHROOM(*PLEUROTUS OSTREATUS)*	1024
Ghanem Menaouer Mankour Mohamed Mohamed Laouer	IMPACT OF THE UPFC DEVICE ON THE AC NETWORK IN PRESENCE OF FAULTS	1024
Umar, U. N Olaleye, R. S Ajayi O. J Ahmad I. I Jibrin S MuhammadH. U	EFFECTS OF E-AGRICULTURE EXTENSION SERVICE USAGE AMONG POULTRY FARMERS IN NIGER STATE, NIGERIA	1024-1031
B.MAHADEVAN	APPROACH ON PROFESSIONAL INFORMATION ON LITERACY SKILL AMONG THE FACULTY OF VELLALAR COLLEGE FOR WOMEN IN ERODE	1031
Rahimova Yulduz Nazarov Kerim	SERVO CLOCK ON ARDUINO	1033
Soufiane Ziani Jamila Abderbi Zahra Zerrouqi	LEARNING DIFFICULTIES IN GEOLOGY AT THE SECONDARY SCHOOL LEVEL: A CASE STUDY OF THE PROVINCIAL DELEGATION OF OUJDA–ANGAD (EASTERN MOROCCO)	1034
Abdullaziz Hwedy	IN SEARCH FOR WADI ABQER IN JORDAN-SOUTH LEVANT (ARCHAEOLOGY &ANTHROPOLOGY)	1035
Jessabel E. RAMOS Wilkin L.. AGUILAR Cherievel R. FRANCISCO Rosenda A. RODRIGUEZ Joan L. FORTUNA	HIGH-FIBER SOYFFEE POLVORON: UTILIZATION OF SOY PULP (OKARA) AND SPENT COFFEE GROUNDS AS FUNCTIONAL INGREDIENTS	1036-1041
Hamza ALI Zain ALI	QUANTITATIVE ANALYSIS OF EMISSION SPECTRA FROM EVERYDAY LIGHT SOURCES USING LOW-COST FIBER-OPTIC SPECTROSCOPY	1042-1043
Abubekir DOĞAN Müslüm ALTUN Mithat ÇELEBİ Şerif ÇİTİL	DEVELOPMENT OF BLACK CUMIN CAKE-FILLED BIODEGRADABLE PLA COMPOSITES FOR REDUCING PLASTIC POLLUTION THROUGH A CIRCULAR ECONOMY APPROACH	1044-1045

Moustakim Rachida Friki Firdaous Barakat Imane EL Hendaoui Hajar Liba Habiba Mziwira Mohamed Belahsen Rekia	EPIDEMIOLOGY OF CHRONIC KIDNEY DISEASE IN MOROCCAN ADULT POPULATION	1046
Ziaul Haider CHOWDHURY Osman Gani RASEL Mahfuj Ahmed SIZAN	HIGH-RESOLUTION DROUGHT ASSESSMENT USING PYTHON-BASED REMOTE SENSING AND SENTINEL-2 DATA	1047
Amr Farhan Abduladeem G.M. Al-Selwi Ayoub Echchahed Badreddine Labakoum Aissam Lyazid	ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR PRE-DETECTION OF DIABETES A BIOMEDICAL ENGINEERING APPROACH	1048-1048
VINAYAKALAKSHMI T MOHANAVEL T	PERFORMANCE ANALYSIS OF SHORTEST PATH ALGORITHMS	1050-1054
VINAYAKALAKSHMI T MOHANAVEL T	AI-POWERED THREAT DETECTION IN MODERN COMPUTER NETWORKS: A COMPREHENSIVE STUDY	1055-1059

MELATONİN

Doç. Dr. İbrahim AKTAŞ
Adiyaman University, Vocational School of Health Servicesi Department of Pharmacology, 02040, Altınşehir, Adiyaman.
ORCID: 0000-0002-0956-8204

Özet

Melatonin, kimyasal olarak N-[2-(5-metoksi-1H-indol-3)etil]acetamide olarak adlandırılır ve beyinde, epifiz bezindeki pineal bezden doğal olarak üretilir. Melatonin, vücudun biyolojik saatini düzenleyen başlıca hormondur.

Melatoninin biyosentezi, esansiyel bir amino asit olan triptofandan gerçekleşir. Pineal bez ve retinadaki melatonin üretimi sirkadiyen ritim gösterir ve maruz kalınan ışık düzeyine göre düzenlenir. Buna karşılık, sindirim kanalından salgılanan melatonin ışık döngüsünden bağımsızdır.

Melatonin, hem yağda hem de suda çözündüğü için vücutta geniş bir dağılım gösterir ve hücre zarlarından kolaylıkla geçebilir. Kan dolaşımına salgılandıktan sonra tükrük, idrar, beyin omurilik sıvısı, amniyon sıvısı, safra ve süte geçebilir. Kan-beyin bariyerini aşabilme özelliği, melatoninin beyin işlevlerinin düzenlenmesinde kritik rol oynamasını sağlar.

Pineal bezden melatonin salgısı, gece saat 02:00–04:00 arasında en yüksek seviyeye ulaşır. Doğum sonrası melatonin salgısı artar ve 3–6 yaş arasında maksimum seviyeye ulaşır. Yaş ilerledikçe, gece salgısı azalır. Salgılanan melatonin karaciğerde metabolize edilerek kandan uzaklaştırılır; sigara kullanımı bu metabolizmayı hızlandırır. Salgılanımı, hipotalamustaki paraventriküler çekirdek tarafından düzenlenir ve en önemli belirleyici faktör ışık-karanlık döngüsüdür. Karanlıkta salgılama başlar, gündüz ise gözlerden hipotalamusa iletilen ışık sinyalleri melatonin üretimini baskılar.

Melatoninin temel işlevleri arasında antioksidan aktivite, yaşlanmayı yavaşlatma, kanserin ilerlemesini önleme, uykuya geçişi kolaylaştırma ve uyku kalitesini artırma, kardiyovasküler ve beyin sağlığını koruma, bağışıklık sistemini güçlendirme ve üreme hücrelerinin kalitesini artırma yer alır. Ayrıca göz sağlığı için kritik bir moleküldür.

Melatonin etkilerini üç ana reseptör üzerinden gösterir: MT1, üreme, metabolizma ve damar fonksiyonlarını düzenler; MT2, sirkadiyen ritmi düzenler, retinadan dopamin salgılanımını uyarır ve vazodilatasyon sağlar; MT3, yabancı maddelerin metabolizmasında görev alır.

Melatoninin antioksidan etkisi, reaktif oksijen türlerini nötralize ederek vücutta kanser, diyabet, kardiyovasküler ve sinir sistemi hastalıkları ile inflamasyonu önler. Vücutta sentezlenen diğer antioksidanlar arasında albümin, seruloplazmin, laktoferrin, transferin, haptoglobulin, hemopeksin, bilirubin ve ürat yer alır.

Anahtar Kelimeler: Melatonin, antioksidan, pineal bez, sirkadiyen ritim

MELATONİN

Abstract

Melatonin, chemically defined as N-[2-(5-methoxy-1H-indole-3)ethyl]acetamide, is an endogenous hormone primarily synthesized in the pineal gland of the brain, where it regulates the circadian biological clock. Its biosynthesis originates from the essential amino acid tryptophan. In the pineal gland and retina, melatonin production follows a circadian rhythm and is modulated by light exposure; however, gastrointestinal melatonin synthesis occurs independently of light cues.

Melatonin exhibits widespread distribution throughout the body due to its amphiphilic nature, allowing it to cross cell membranes and enter all body fluids, including saliva, urine, cerebrospinal fluid, amniotic fluid, bile, and breast milk. Its ability to traverse the blood-brain barrier underscores its central role in regulating neural function.

Pineal melatonin secretion peaks nocturnally between 02:00 and 04:00 hours. Production increases postnatally, reaching maximal levels between 3 and 6 years of age, and gradually declines with aging. Secreted melatonin is metabolized predominantly in the liver, and its degradation is accelerated by factors such as smoking. Pineal secretion is regulated by the paraventricular nucleus of the hypothalamus and is strongly influenced by the light-dark cycle, with darkness stimulating and light suppressing melatonin synthesis via retinal-hypothalamic signaling.

Functionally, melatonin serves as a potent antioxidant, modulating reactive oxygen species, mitigating inflammation, and protecting against age-related disorders, cancer, cardiovascular disease, neurodegeneration, and reproductive cell dysfunction. It facilitates sleep onset and enhances sleep quality, supports ocular health, strengthens the immune system, and exhibits anti-inflammatory properties. Melatonin exerts its effects through three primary receptors: MT1, which mediates reproductive, metabolic, and vascular functions; MT2, which regulates circadian rhythms, promotes dopamine release in the retina, and induces vasodilation; and MT3, which participates in xenobiotic metabolism.

The antioxidant activity of melatonin is particularly critical, as it neutralizes reactive oxygen species and contributes to endogenous defense mechanisms alongside other intracellular antioxidants such as albumin, ceruloplasmin, lactoferrin, transferrin, haptoglobulin, hemopexin, bilirubin, and urate.

Keywords: Melatonin, antioxidant, pineal gland, circadian rhythm

MELATONİN

Chemical Properties and General Overview

Melatonin, chemically defined as N-[2-(5-methoxy-1H-indole-3)ethyl]acetamide, is primarily synthesized in the pineal gland of the brain, where it regulates circadian biological rhythms. It is the main hormone of the pineal gland but is also produced in multiple other tissues, making it a ubiquitous hormone across living organisms. Melatonin secreted by the digestive tract and the retina exerts localized effects on neighboring cells (Çimen, Akbaş, & Erbaş, 2018).

Biosynthesis

Amino Acid Precursor and Enzymatic Regulation

Melatonin is synthesized from the essential amino acid tryptophan. In the pineal gland and retina, synthesis follows a circadian rhythm, with secretion patterns modulated by light exposure. In contrast, gastrointestinal melatonin secretion is independent of light. Two key enzymes, serotonin N-acetyltransferase (AANAT) and hydroxyindole-O-methyltransferase (HIOMT), mediate melatonin synthesis, and their activity is regulated by norepinephrine binding to β1-adrenergic receptors. Folate and vitamin B6 are also involved in melatonin production.

Pharmacokinetics and Distribution

Melatonin is both lipophilic and hydrophilic, enabling widespread distribution and efficient passage across cell membranes. It is detectable in saliva, urine, cerebrospinal fluid, amniotic fluid, bile, and milk. Its ability to cross the blood-brain barrier highlights its significance in central nervous system regulation.

Circadian and Age-Related Secretion

Circadian Rhythm

Pineal melatonin cannot be stored; thus, circulating levels directly reflect gland activity. Nocturnal secretion peaks between 02:00 and 04:00 hours, with minimal daytime production (Hardeland, Pandi-Perumal, & Cardinali, 2006). Secretion is influenced by the light-dark cycle, with blue light (446–477 nm) strongly suppressing nighttime melatonin synthesis via retinal signaling to the suprachiasmatic nucleus and sympathetic innervation of the pineal gland.

Age-Related Variation

Melatonin secretion increases after birth, reaching maximum levels between ages 3 and 6 years, then gradually declines with age, potentially due to pineal calcification.

Metabolism

Melatonin is primarily metabolized in the liver by cytochrome-P450 IA2 to 6-hydroxymelatonin, with approximately 90% removed during first-pass metabolism. Factors such as smoking accelerate melatonin degradation.

Physiological Functions

Antioxidant Properties

Melatonin is a potent antioxidant, reducing reactive oxygen species (ROS) that contribute to cancer, diabetes, cardiovascular diseases, and neurodegenerative disorders. It enhances endogenous antioxidant enzyme synthesis via MT1 and MT2 receptors and ROR-α-mediated transcriptional regulation, while suppressing nitric oxide synthase activity to mitigate oxidative stress.

Sleep Regulation and Neuroprotection

Melatonin promotes sleep initiation and quality, modulates circadian rhythms, and supports brain function and neuroprotection.

Cardiovascular, Immune, and Reproductive Functions

Melatonin protects cardiovascular health, enhances immune function, reduces inflammation, and improves gamete quality. Maternal melatonin passes through the placenta and breast milk, aiding offspring physiological coordination and sleep regulation.

Ocular Health

Melatonin is critical for ocular function, influencing retina adaptation, dopamine release, and photoreceptor protection.

Receptor Mechanisms

MT1, MT2, and MT3 Receptors

- **MT1**: mediates reproductive, metabolic, and vascular functions.
- **MT2**: regulates circadian rhythms, promotes retinal dopamine release, and induces vasodilation.
- **MT3**: participates in xenobiotic metabolism.

Nuclear Receptors and Protein Interactions

RAR-related orphan receptors (ROR α, β, γ) regulate melatonin's genomic effects. Melatonin also interacts with cytoskeletal regulatory proteins such as calmodulin and calreticulin.

Sites of Melatonin Production

Brain

Melatonin is produced continuously in the cerebral cortex, hypothalamus, and cerebellum, particularly in mitochondria, independent of circadian rhythm. Pineal-derived melatonin supports brain function and neuroprotection.

Retina

The retina synthesizes melatonin in response to circadian cues, contributing to day-night adaptation. Dopamine promotes daytime wakefulness, while melatonin facilitates nocturnal sleepiness.

Immune Cells

Thymocytes, mast cells, natural killer cells, eosinophils, lymphocytes, and platelets synthesize melatonin. Nighttime lymphocyte melatonin levels increase fivefold, and thymic production is modulated according to circulating melatonin concentrations.

Skin

Human skin produces melatonin and serotonin from tryptophan. Melatonin regulates hair growth, pigmentation, protection from ultraviolet radiation, and oxidative stress.

Gastrointestinal Tract

Enterochromaffin cells produce melatonin independently of the pineal gland. Gastrointestinal melatonin concentrations are 10–100 times higher than in blood and approximately 400 times higher than pineal levels. Dietary intake and gut microbiota also influence local melatonin production, which protects liver and biliary tissues from oxidative damage.

Reproductive Organs

Melatonin is synthesized in the ovaries and testes, with high concentrations in mature oocytes. It regulates gamete quality and is transferred to the fetus through the placenta and to infants through breast milk, supporting sleep and physiological coordination.

Melatonin in Body Fluids

Melatonin is present in cerebrospinal fluid, bile, saliva, amniotic fluid, ovarian follicular fluid, joint fluid, and breast milk, with concentrations varying by tissue and exhibiting circadian fluctuations (Uzun, 2024).

Table1: Melatonin Concentrations in Human Body Fluids (pg/mL)

Body Fluid	**Melatonin (pg/mL)**
Cerebrospinal fluid	1.47–542
Bile	2,000–11,000
Ovarian follicular fluid	36.65 ± 4.8 / 12.4–23.8
Amniotic fluid (at birth)	25–158
Saliva	11–63
Joint fluid (rheumatoid arthritis)	79.8 ± 38.9
Breast milk (night)	36–99

References

Çimen, A., Akbaş, Y., & Erbaş, O. (2018). Uyku, melatonin ve kanser ilişkisi. *FNG & Demiroğlu Bilim Tıp Transplantasyon Dergisi, 3*(1–2), 38–41.

Hardeland, R., Pandi-Perumal, S. R., & Cardinali, D. P. (2006). Melatonin. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, 38*(3), 313–316.

Uzun, M. (2024). *Karanlıkta uyku: Melatonin ve sağlık*. Nobel Tıp Kitapevi. İstanbul.

AI IN THE ENGLISH CLASSROOM: OPPORTUNITIES AND RISKS

Ina Andoni
university lecturer, Academy of Economic Studies of Moldova,
ORCID ID: 0000-0001-8482-7299
Natalia Bolgari
university lecturer, Academy of Economic Studies of Moldova,
ORCID ID: 0000-0002-8258-5035

ABSTRACT
The rapid integration of artificial intelligence (AI) into educational contexts has significantly reshaped the teaching and learning of English as a Foreign Language (EFL), particularly in Business English. From the perspective of a Business English teacher, this study explores both the opportunities and the challenges associated with AI use in the classroom. As Business English aims to prepare students for authentic professional communication, AI-powered tools can enhance instruction by offering personalized learning pathways, immediate feedback, and access to up-to-date, real-world business content.

The paper highlights key pedagogical advantages, including adaptive learning platforms, automated writing and speaking assessment, and AI-assisted simulations of professional scenarios such as meetings, negotiations, and presentations. Such tools can foster learner autonomy, increase engagement, and support diverse proficiency levels common in EFL classrooms. For Business English learners, AI can facilitate the development of specialized vocabulary, professional writing skills, and intercultural communication competence, aligning learning with workplace demands.

However, the study also addresses potential risks and limitations. Overreliance on AI may reduce independent language production, critical thinking, and communicative confidence. Ethical concerns, including academic integrity, data privacy, and unequal access to technology, are examined. Teachers must be aware of the danger of AI being perceived as a substitute for pedagogical expertise rather than as a supportive instructional resource.

The findings suggest that the effective integration of AI requires a balanced, pedagogically informed approach. Educators should guide students in the responsible and reflective use of AI, while maintaining a focus on meaningful communication and human interaction. When thoughtfully applied, AI can complement traditional teaching methods, enriching Business English instruction without compromising educational quality.
Key words: Artificial intelligence, Business English, EFL (English as a Foreign Language), Personalized learning, Pedagogical challenges, Learner autonomy

INTRODUCTION
Artificial intelligence (AI) has emerged as a transformative force in contemporary education, reshaping pedagogical practices, assessment models, and learner engagement across disciplines. In the field of English as a Foreign Language (EFL), AI-powered tools such as automated writing evaluation systems, intelligent tutoring platforms, conversational agents, and adaptive learning technologies are increasingly integrated into instructional settings. These

developments have generated growing scholarly interest in both the pedagogical potential and the limitations of AI-assisted language learning.

The integration of AI is particularly significant in the context of Business English, a branch of English for Specific Purposes (ESP) that prepares learners for professional communication in international and multilingual workplaces. Unlike general EFL instruction, Business English emphasizes task-oriented language use, genre awareness, pragmatic competence, and the ability to operate effectively within professional discourse communities. Instructional approaches must therefore balance linguistic accuracy with communicative effectiveness, intercultural sensitivity, and professional appropriateness.

AI offers substantial pedagogical promise. AI-driven tools provide personalized learning pathways, immediate formative feedback, and access to authentic, up-to-date business language resources. Simulations and conversational agents enable learners to rehearse professional scenarios such as meetings, negotiations, and presentations in low-risk environments. For Business English learners with diverse linguistic and academic backgrounds, these affordances enhance engagement and support differentiated instruction.

At the same time, growing reliance on AI raises pedagogical and ethical concerns. Excessive dependence may limit opportunities for independent language production, critical thinking, and communicative confidence. Issues related to academic integrity, data privacy, and unequal access to technology further complicate AI integration in EFL contexts. Moreover, AI may be perceived as a substitute for pedagogical expertise rather than a tool requiring careful instructional mediation.

Against this backdrop, the present study examines the opportunities and risks associated with AI use in the Business English classroom at ASEM. Rather than evaluating technological efficiency alone, the paper adopts a pedagogically grounded approach, focusing on how AI influences learner autonomy, engagement, and professional communication. The central argument is that AI can enrich Business English instruction when implemented reflectively and ethically, but its educational value depends on sustained teacher guidance and meaningful human interaction.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EFL AND BUSINESS ENGLISH EDUCATION

Artificial intelligence in education refers to computer systems capable of performing tasks traditionally associated with human intelligence, such as language processing, pattern recognition, and adaptive decision-making. In language education, AI manifests through automated feedback systems, adaptive learning platforms, and conversational agents supported by advances in natural language processing.

In Business English contexts, AI aligns particularly well with the objectives of ESP instruction, which emphasizes authenticity, relevance, and learner-centeredness. AI tools enable exposure to contemporary business discourse, repeated practice of professional genres, and individualized learning trajectories. Effective implementation, however, requires alignment with pedagogical goals, learner needs, and local contexts such as ASEM, where digital literacy and access to AI resources vary.

METHODOLOGY (ASEM CONTEXT)

RESEARCH DESIGN

This study employs a qualitative, classroom-based research design to investigate the pedagogical implications of integrating AI into Business English instruction at **ASEM**.

Qualitative inquiry is suitable for exploring classroom-based innovation, as it enables detailed examination of teaching practices, learner engagement, and context-specific challenges.
The research reflects the perspective of a Business English teacher working with learners who must develop linguistic accuracy and professional communication skills for national and international economic contexts. Rather than focusing solely on measurable outcomes, the study explores how AI-supported activities influence learner autonomy, engagement, and professional communication, and how the teacher mediates AI use in a Moldovan higher education setting.

CONTEXT AND PARTICIPANTS

The study was conducted in Business English courses at ASEM, Chișinău, targeting students in economics, management, finance, and business administration. Participants included 50 Intermediate to Upper-Intermediate EFL learners (B1–B2 CEFR), reflecting the heterogeneous linguistic and academic backgrounds typical of Moldovan ESP classrooms. Students had differing levels of prior exposure to professional communication in English and varied digital literacy, influencing engagement with AI tools.

PEDAGOGICAL INTEGRATION OF AI TOOLS

AI tools were integrated to support specific instructional objectives while considering ASEM's infrastructure:

- **AI-assisted writing platforms** (e.g., Grammarly, WriteLab) helped students draft professional emails, business reports, and investment proposals.
- **Automated speaking feedback tools** (e.g., Elsa Speak) supported pronunciation, fluency, and professional intonation for meetings and presentations.
- **AI-driven simulations and chatbots** mimicked workplace scenarios relevant to Moldovan students, such as negotiating project proposals with local businesses, preparing financial analyses, or communicating with international partners.

Teachers emphasized **reflective engagement with AI**, guiding students to critically evaluate suggestions and combine them with teacher feedback, preventing overreliance on technology.

DATA COLLECTION AND ANALYSIS

Data were collected through:

1. **Classroom observation notes** – tracking student interaction with AI tools and task engagement.
2. **Teacher reflective journals** – documenting instructional decisions, student responses, and perceived effectiveness.
3. **Student language samples** – written emails, reports, and spoken recordings before and after AI-supported tasks.
4. **Learner reflection activities** – guided questionnaires assessing student experiences with AI at ASEM.

Data were analysed using thematic analysis, identifying patterns relating to learner autonomy, engagement, communicative competence, and ethical awareness. Findings informed the classroom case study, illustrating AI-supported Business English instruction in Moldova.

CLASSROOM CASE STUDY: AI-ASSISTED BUSINESS COMMUNICATION (ASEM)

Case Study Focus

This case study examines AI integration in a Business English module at **ASEM**, targeting professional written and spoken communication. It illustrates how AI can support authentic language use while considering Moldova's higher education realities

Instructional Implementation

Instruction began with teacher-led analysis of authentic business texts, including emails, meeting notes, and project reports, using a genre-based approach to highlight professional register and discourse conventions.

Students drafted professional emails responding to realistic business scenarios, such as arranging meetings with local companies, preparing investment proposals, or communicating with international clients. During revision, AI writing assistants provided feedback on tone, clarity, and accuracy. Combined with teacher guidance, automated feedback supported iterative improvement.

To prevent uncritical reliance, students were required to justify AI-informed revisions, encouraging reflective engagement. Speaking practice involved AI-based simulations of meetings with national and international partners, followed by in-class role-plays to transfer skills to authentic interaction.

Observed Outcomes

Learners demonstrated increased awareness of professional tone and genre conventions, particularly in writing. Immediate feedback encouraged iterative revision, supporting process-oriented learning.

Students reported greater confidence in speaking tasks after AI-mediated rehearsal. Some initially adopted AI suggestions uncritically, underscoring the importance of teacher guidance.

Pedagogical Implications

The case study shows that AI can enhance Business English instruction at **ASEM** when embedded in a structured pedagogical framework. AI was most effective when combined with reflection, peer interaction, and teacher guidance, reinforcing its role as a supportive instructional tool rather than an authoritative source.

OPPORTUNITIES OF AI IN THE BUSINESS ENGLISH CLASSROOM

AI supports personalized learning, immediate feedback, exposure to authentic business communication, and engagement in low-risk practice environments. In Moldovan universities, these affordances are particularly valuable given heterogeneous language proficiency and digital literacy.

AI offers significant pedagogical advantages in Business English instruction, particularly in **heterogeneous EFL classrooms** such as those found at Moldovan universities. First, AI enables **personalized learning pathways**, adapting tasks and feedback to the proficiency level and learning pace of each student. For example, AI-assisted writing platforms can highlight grammatical errors, suggest vocabulary appropriate to professional contexts, and provide real-time explanations tailored to the learner's skill level. This individualized approach allows students to focus on areas of difficulty without slowing down the entire class, promoting more efficient and targeted skill development.

Second, AI provides **immediate, formative feedback,** which is critical for building learner autonomy and reflective practice. In Business English, timely corrections on emails, presentations, or negotiation scripts help students internalize professional conventions and

adjust their language use in real time. This immediacy contrasts with traditional classroom feedback, which often comes after delayed teacher correction, and ensures learners can engage in iterative improvement cycles, reinforcing accuracy and fluency.

Third, AI affords **exposure to authentic business communication** that may be otherwise inaccessible in classroom settings. Learners can interact with AI simulations modeling workplace scenarios, such as international conference calls, client negotiations, or report presentations. These simulations not only increase familiarity with professional genres and terminology but also allow learners to practice intercultural communication skills in safe, low-pressure environments.

Finally, AI promotes **active engagement in low-risk practice environments,** which is particularly valuable for learners who experience anxiety in oral or written tasks. For example, Moldovan students at ASEM can rehearse business presentations with AI speech analysis tools that provide feedback on pronunciation, tone, and clarity before performing in front of peers or instructors. These scaffolding builds confidence, encourages risk-taking in language use, and bridges the gap between classroom practice and real-world professional demands.

In sum, AI in the Business English classroom supports differentiated, learner-centered instruction, enhances reflective and autonomous learning, and provides practical rehearsal opportunities aligned with workplace communication requirements. For Moldovan EFL learners, whose proficiency and exposure to authentic business English vary widely, these affordances make AI a **strategically valuable complement** to traditional teaching methods.

RISKS AND CHALLENGES

Risks include overreliance on AI, reduced independent language production, and ethical concerns such as academic integrity and data privacy. Unequal access to technology in Moldovan higher education further complicates implementation.

Despite its pedagogical promise, AI integration in Business English instruction presents several **notable risks and challenges** that must be carefully managed.

First, overreliance on AI tools can hinder the development of independent language production and critical thinking skills. For example, students may accept AI-generated corrections in emails or reports without evaluating the appropriateness of vocabulary, tone, or cultural nuance. Over time, this can reduce learners' confidence in composing original texts or engaging in spontaneous oral communication, which are essential skills for professional contexts.

Second, **ethical concerns** arise with respect to academic integrity and data privacy. AI writing and speaking platforms often require students to input personal work, raising questions about ownership and potential misuse of sensitive data. In Moldovan universities, where awareness of digital ethics varies among students, instructors must provide clear guidance on responsible AI use, including the avoidance of plagiarism and the secure handling of personal information.

Third, unequal access to technology remains a practical challenge in the Moldovan higher education context. While ASEM provides computer labs and Wi-Fi-enabled classrooms, students' personal access to devices, high-speed internet, or licensed AI platforms may vary. This disparity can exacerbate existing inequalities in learning opportunities, leaving some students less able to benefit from AI-mediated tasks.

Fourth, the **risk of reduced communicative confidence** is notable in oral tasks. AI simulations and speech analysis tools may inadvertently create dependency, where learners rely on automated feedback rather than teacher-led interaction or peer collaboration. Without careful

scaffolding, students may avoid authentic communication or struggle to transfer AI-mediated skills to real-life professional situations.

Finally, there is the **pedagogical challenge of aligning AI use with instructional goals.** AI should supplement, not replace, teacher expertise, particularly in nuanced areas such as intercultural communication, negotiation strategies, and professional etiquette. Instructors must maintain a clear pedagogical framework, ensuring that AI feedback is interpreted critically and integrated into reflective learning activities. While AI offers substantial benefits, its **effective implementation requires careful teacher mediation, ethical guidance, and equitable access to technology.** Recognizing these risks allows educators at ASEM to harness AI strategically, ensuring it enhances rather than undermines Business English learning outcomes.

THE EVOLVING ROLE OF THE BUSINESS ENGLISH TEACHER

AI integration highlights the central role of teachers as facilitators, mediators, and instructional designers. Teachers ensure AI tools support authentic communication and reflective practice, rather than replacing teacher guidance.

The integration of AI into Business English instruction does not diminish the importance of teachers; rather, it **redefines and elevates their pedagogical role.** In AI-supported classrooms, teachers act as **facilitators,** guiding learners through the effective use of digital tools while helping them set meaningful language-learning goals. For example, at ASEM, instructors help students select appropriate AI platforms for tasks such as drafting professional emails, preparing financial reports, or practicing presentations, ensuring that technology aligns with both individual proficiency levels and authentic workplace expectations.

Teachers also function as **mediators**, interpreting and contextualizing AI-generated feedback for learners. Automated corrections on grammar, vocabulary, or tone can be useful, but without critical evaluation, students may misapply suggestions or fail to grasp subtler aspects of professional communication. By mediating AI output, teachers help learners **develop critical thinking skills**, evaluate the appropriateness of automated suggestions, and integrate these insights into authentic language use, particularly in intercultural and negotiation contexts.

In addition, teachers assume the role of **instructional designers**, thoughtfully structuring learning experiences that combine AI-supported activities with traditional pedagogical methods. For instance, AI simulations of business meetings can be paired with in-class role-plays, peer feedback sessions, and reflective journals. This hybrid approach ensures that technology enhances learning rather than replaces human interaction. At ASEM, such designs are particularly important given the varied digital literacy of students, requiring careful scaffolding to maximize engagement and learning outcomes.

Moreover, teachers are responsible for **ethical guidance and digital literacy development.** They must educate students on responsible AI use, including proper attribution, privacy considerations, and the avoidance of academic misconduct. In the Moldovan context, where AI use in education is still emerging, this guidance is critical to foster **autonomous, reflective, and ethically aware learners.**

Finally, teachers help students **transfer AI-mediated practice to real-world professional contexts.** AI can provide low-risk environments for rehearsal, but the ultimate goal is to prepare students to communicate effectively with clients, colleagues, and partners without relying on automated support. Teachers ensure that learners can bridge the gap between virtual practice and authentic professional interaction, maintaining a focus on meaningful, communicative competence.

In sum, AI integration **enhances rather than diminishes the teacher's role.** Educators at ASEM and similar contexts serve as facilitators, mediators, instructional designers, and ethical guides, ensuring that AI supports authentic communication, reflective learning, and professional skill development.

CONCLUSION

Artificial intelligence presents **substantial opportunities** for enhancing Business English instruction, particularly in terms of **personalized learning, formative feedback, and access to realistic professional communication scenarios**. AI tools enable learners to practice writing professional emails, reports, and proposals, as well as to rehearse oral interactions such as meetings, negotiations, and presentations, in **adaptive environments**. These affordances are particularly valuable in Moldovan higher education contexts, where student proficiency levels and exposure to authentic business communication vary widely. By providing individualized feedback and targeted support, AI fosters learner autonomy, encourages reflective practice, and allows students to engage with professional genres in ways that would be difficult to replicate solely through traditional instruction.

However, these benefits are accompanied by **substantial risks and pedagogical challenges.** Overreliance on AI may undermine critical thinking, spontaneous language production, and learner confidence. Ethical concerns—including academic integrity, data privacy, and responsible AI use—require active teacher mediation. Additionally, inequities in access to digital devices and AI platforms may exacerbate existing disparities among learners, particularly in contexts such as ASEM where students' technological resources vary. These risks highlight the importance of **strategically guided integration**, rather than uncritical adoption, of AI in the classroom.

This article argues that the **effective use of AI in Business English education** depends on a **balanced, critically informed approach.** AI should be positioned as a **supportive pedagogical tool** embedded within a teacher-led framework that emphasizes human judgement, ethical responsibility, and the development of professional communication competence. Teachers play a central role as facilitators, mediators, instructional designers, and ethical guides, ensuring that AI supports authentic language use rather than replacing essential pedagogical functions.

Finally, this study points to **directions for future research**. Empirical classroom-based investigations are needed to examine the long-term impacts of AI integration on ESP learners' linguistic, pragmatic, and intercultural competence. Research should also explore how AI can support collaborative learning, intercultural communication, and real-world problem-solving in Business English contexts, while considering equity, accessibility, and ethical implications. By combining thoughtful pedagogical design with ongoing research, educators can harness the potential of AI to enrich Business English instruction while maintaining **educational quality and integrity.**

REFERENCES

1.Bhatia, V. K. (2014). *Analysing genre: Language use in professional settings* (2nd ed.). Routledge.
2.Frontiers Editorial Team. (2022). How does artificial intelligence empower EFL teaching and learning nowadays? A review on AI in the EFL context. *Frontiers in Psychology.* https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1049401
3.Huang, Y. (2024). Using artificial intelligence technology to improve Business English language teaching effectiveness. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences, 9*(1). https://doi.org/10.2478/amns-2024-2365
4.International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies. (2024). Business English teaching reform under the background of artificial intelligence and big data. *IJWLTT, 19*(1), 1–17. https://doi.org/10.4018/IJWLTT.350269
5.Mokhlis, A., & Rasa, J. M. (2025). Role of artificial intelligence in EFL speaking classes: A systematic review. *National Journal of Language and Literature, 2*(1), 31. https://doi.org/10.64394/njll.v2i1.31
6.Syuhra, M. N., Chandra, N. E., & Rosalina, E. (2025). Artificial intelligence in English language teaching: A systematic literature review of tools, impact, and challenges. *Voices of English Language Education Society, 9*(1), 193–205. https://doi.org/10.29408/veles.v9i1.29745
7.Xiang, X. (2025). Engaging AI in Business English listening and speaking teaching: A case framework. *Contemporary Education Frontiers.* https://doi.org/10.18063/cef.v3i5.1184
8.Yener, B., & Selcuk, H. (2024). AI-assisted grammar learning: Improving present perfect tense proficiency in EFL students. *Literacy Trek, 10*(3), 339–361. https://doi.org/10.47216/literacytrek.1556837
9.Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
10.Lee, K. (2024). AI-assisted writing and professional communication in EFL contexts. *Language Learning & Technology*, 28(1), 1–18.
11.Nickerson, C. (2018). *English for specific purposes and professional communication*. Routledge.

18. YÜZYIL OSMANLI TEZHİP SANATINDA SÜMBÜL ÇİÇEĞİ VE ÖNEMİ

Atilla Yusuf TURGUT
Mimar Sinan Fine Arts University, Faculty of Fine Arts, Department of Traditional Turkish Arts, 34433 Beyoğlu, İstanbul
ORCID: 0000-0002-4848-1558

ÖZET
Göze hoş geldikleri için her toplumda sevilen ve ilgi gören çiçeklerin Türk toplumu içerisinde önemli bir yeri olduğu mutlaktır. Türkler, sembol, motif, simge ve damga haline getirdiği çiçekleri, Geleneksel Türk Sanatları dallarında süsleme unsuru olarak yaygın bir şekilde kullanmışlardır. Ayrıca Osmanlı Padişahlarının çiçeklere duyduğu merak ve alaka, çiçek figürünün ön plana çıkmasına ve süsleme sanatlarının merkez noktasında olmasında etken olduğu söylenebilir. Bu sebeplerden dolayı çiçeklerin Geleneksel Türk sanatlarına motif olarak yansıması ehemmiyetli olmuştur. Türk toplumunda çok önemli bir yere sahip olan Sümbül, geleneksel sanatlarımızda ön plana çıkmış ve sıkça yorumlanmıştır. Sümbül çiçeği, Türk Sanatlarında en çok kullanılan çiçeklerden biridir. Klasik Osmanlı süsleme sanatlarının dört aziz çiçeklerinden birisi olan Sümbül, motif olarak tezyinattaki yerini almıştır. 18. yüzyılda yeni akımların ortaya çıkmasıyla tezhip sanatında yeniden canlanışın olduğunu söylemek mümkündür.18. yüzyılda Batı sanatlarının tesiriyle Barok ve Rokoko gibi farklı üslupların Osmanlı tezhip sanatına girmesiyle doğadaki gerçek görünümlerine yakın çiçekler tezhip sanatında yorumlanmaya başlamıştır. Bu anlayış ile çiçek üslubu doğmuştur ve tezhip sanatında "Çiçek Ressamları" akımını beraberinde getirmiştir. Tek çiçek ya da vazoda çiçekler ve çiçek buketleriyle gölgeli boyamayla üçüncü boyut etkisini veren bu akım neredeyse bir yüzyıla hâkim olmuştur. Bu anlayışla yapılmış Şükufename adlı eser, dönemin önemli çiçek yetiştiricileri ve özel çiçek türleri hakkında bilgiler verilmesi kayıt niteliği taşıması açısından önemlidir. Natüralist bir anlayışa dayanan çiçek ressamlığı Osmanlıda özellikle 18. yüzyılda en parlak dönemini yaşamıştır. Bu alanda yüzyıla damgasını vurmuş olan ünlü çiçek ressamı Ali Üsküdari, natüralist çiçek resimleriyle Osmanlı tezhip sanatına yeni bir soluk getirmiş ve çiçek ressamlığının müjdecilerinden biri olmuştur**.** Bu araştırmada, 18. yüzyıl Osmanlı tezhip sanatı örneklerinde kullanılan sümbül çiçeği incelenecek, tasvirleri araştırılacak, günümüz uygulamalarıyla karşılaştırılacak ve konuyla ilgili bilgi ve görüşler bir araya getirilecektir.
Anahtar Kelimeler: Sümbül, natüralist, tezhip, çiçek, geleneksel.

THE HYACINTH FLOWER AND ITS SIGNIFICANCE IN 18TH CENTURY OTTOMAN ILLUMINATION ART

ABSTRACT
Flowers, loved and appreciated in every society for their aesthetic appeal, undoubtedly hold a significant place within Turkish society. Turks have widely used flowers, which they have transformed into symbols, motifs, emblems, and stamps, as decorative elements in traditional Turkish arts. Furthermore, the Ottoman Sultans' interest in flowers can be said to have contributed to the prominence of flower motifs and their central role in decorative arts. For these reasons, the reflection of flowers as motifs in traditional Turkish arts has been significant. The hyacinth, which holds a very important place in Turkish society, has come to the forefront in our traditional arts and has been frequently interpreted. The hyacinth is one of the most frequently used flowers in Turkish arts. As one of the four sacred flowers of classical Ottoman decorative arts, the hyacinth has taken its place as a motif in ornamentation. It is possible to say that there was a revival in the art of illumination with the emergence of new trends in the 18th century. With the influence of Western art in the 18th century, different styles such as Baroque

and Rococo entered Ottoman illumination art, and flowers, closer to their real-life appearances in nature, began to be interpreted in illumination art. This understanding gave rise to the floral style, bringing with it the "Flower Painters" movement in illumination art. This movement, which created a three-dimensional effect with shaded painting of single flowers or flowers in vases and bouquets, dominated for almost a century. The work titled Şükufename, created with this understanding, is important because it provides information about prominent flower growers and specific flower species of the period, and serves as a valuable historical record. Flower painting, based on a naturalist approach, experienced its most brilliant period in the Ottoman Empire, especially in the 18th century. The famous flower painter Ali Üsküdari, who left his mark on this field in the century, brought a new breath to Ottoman illumination art with his naturalist flower paintings and became one of the harbingers of flower painting. In this research, the hyacinth flower used in 18th-century Ottoman illumination art examples will be examined, its depictions will be investigated, compared with contemporary practices, and information and opinions on the subject will be brought together.

Keywords: Hyacinth, naturalist, illumination, flower, traditional.

1.GİRİŞ

Göze hoş geldikleri için her toplumda sevilen ve ilgi gören çiçeklerin Türk toplumu içerisinde de önemli bir yeri olduğu mutlaktır. Türkler, sembol, motif, simge ve damga haline getirdiği çiçekleri, Geleneksel Türk Sanatları dallarında süsleme unsuru olarak yaygın bir şekilde kullanmışlardır. Geleneksel Türk Sanatlarında süsleme motiflerinin özünü bitkisel motiflerin oluşturmasından dolayı çiçekler en çok kullanılan motifler olmuştur. Ayrıca Osmanlı Padişahların çiçeklere duyduğu merak ve alaka, çiçek figürünün ön plana çıkmasına ve süsleme sanatlarının merkez noktasında olmasında etken olduğu söylenebilir. Osmanlı'da padişahların ya da bazı büyük devlet adamlarının ellerinde çiçek kokladıkları figürlerinin yapılmasında; onların maneviyatlarının, ince ruhlarının, sanat sevgilerinin ve zevklerinin önemli olduğu besbellidir (And, 2004: 36). (Resim 1). Bu sebeplerden dolayı çiçeklerin Geleneksel Türk sanatlarına motif olarak yansıması ehemmiyetli olmuştur.

Resim 1. 15. Yüzyıl'da Fatih Sultan Mehmet'in kırmızı gül koklarken nakkaş Sinan Bey tarafından yapılmış portresi. T.S.M.K. H 2153, y.10 a. (Atasoy, 2002: 126).

1.1 Sümbül Çiçeğinin Tanımı

Zambakgillerden, ilkbaharda açan basit salkım şeklinde olan, latince anlamı hyakinthos olan sümbülün, dilimize Farsça "sünbül"den geçtiği bilinmektedir. İlkbaharda salkım şeklinde açan bu çiçek, türlü renkleri olmakla birlikte daha çok açık mor rengi, keskin ve güzel kokusuyla dikkat çeker (Ayverdi, 2006: 1140). Sümbül; kırlarda ve dağlarda doğal biçimde serbest yetişen, çeşitli renklerde olabilen, evlerimizi, bahçelerimizi süsleyen, mis gibi güzel ve keskin kokusuyla cezbedici güzelliğe sahip olan ve adeta baharın müjdesini haber veren nadide bir çiçektir.

1.2 Osmanlı Kültüründe Sümbülün Önemi

Türk toplumunda çok önemli bir yere sahip olan Sümbül, geleneksel sanatlarımızda ön plana çıkmış sıkça yorumlanmıştır. Sümbül çiçeği Türk Sanatlarında en çok kullanılan çiçeklerden biridir. Klasik Osmanlı süsleme sanatlarının dört aziz çiçeklerinden birisi olan Sümbül, motif olarak tezyinattaki yerini almıştır.

Osmanlıda Sümbülün güzel kokusundan dolayı hastaları iyi edeceği inancının yanı sıra çiçek kültüründe de dini yapılarda kullanıldığı Evliya Çelebi'nin Edirne'de Ulu Camii bahçesinde yetişen çiçekler arasında yer aldığını söz etmesinden anlıyoruz. Bahçede Sümbül, erguvan, lale çiçekleri ve güzel kokmaları nedeniyle camide cemaatin namaz safları arasında mevsimine göre vazolar içerisinde zambak, nergis, sümbül ve gül gibi çiçeklerin konmasıyla hem camiinin içinin hem de dışının güzel kokmasının sağlanmış olduğu anlaşılıyor (Atasoy, 2002: 122).

Osmanlıda sümbüller lale ve güllerin önüne geçmemesine rağmen 15.yüzyıldan sonra kültürümüzde, süsleme sanatlarımızda ve şiirlerimizde sıklıkla yer aldığını ve dört gözde çiçekler arasına girdiğini görüyoruz (Ceylan, 1999: 104). Sümbül çiçeği bu anlamda gül, lale ve karanfil ile çiçek üslubunu oluşturması açısından önemlidir. Evliya Çelebinin "Seyahatname" 'sinde Antakya yöresinde yetişen sümbüllerin, köylüler tarafından çıkarmış oldukları sümbül soğanlarını İstanbul ve Bursa gibi şehirlere "Bakras Sümbülü" adıyla ciddi meblağlara satmış oldukları ve iyi sümbül soğanı yetiştirmenin sanat olarak sayıldığından bahsetmesi, Osmanlıda bu çiçeğe duyulan önemin bir göstergesidir (Ceylan, 1999: 104-105). Osmanlı yaşamında bahçelerde lalelerden ve güllerden sonra en çok yetiştirilen çiçek sümbül olmuştur. Sümbül soğanları saray bahçeleri için Halep ve Maraş'tan İstanbul'a getirilmiş ve ekilmiştir (Ayvazoğlu, 2004: 153). Osmanlıda kitap sanatlarında lale, gül ve karanfil kadar sevilmiş ve sıklıkla kullanılmıştır. Sevgilinin saçına benzetilen sümbül divan ve halk şiirlerine konu edilmiştir (Demiriz, 1986: 365).

2. OSMANLI'DA SÜMBÜL ÇİÇEĞİNİN MOTİF AÇISINDAN TARİHSEL GELİŞİMİ

Osmanlı kültüründe önemli bir yer teşkil eden sümbülün motif olarak erken dönemlerden itibaren süsleme sanatlarında yer aldığı görülmektedir. Sümbül motifi ilk başlarda stilize olarak Osmanlı tezhibinde kullanılmıştır. 15. yüzyıl içerisinde kullanımı stilize olan sümbülün 16.yüzyılda yarı stilize, 17. ve 18. yüzyıllarda batı etkisiyle natüralist üslupla doğal haline yakın kullanıldığı görülür. "16. yüzyılda III. Murad'ın Halep'ten sümbül soğanı gönderilmesini emrettiği fermanı sünbülün saray bahçelerinde de tercih edildiğini göstermektedir" (Karaman, 2012: 292).

Sümbül çiçeği motif olarak 16. yüzyılda kitap sanatlarında yarı stilize olarak görülmüş ve daha sonra 18. ve 19. yüzyıllarda kullanım alanları zamanla değişmeye başlamıştır. Sümbül motifinin kullanım alanlarında bakıldığında farklı üslup ve tekniklerde kullanıldığı görülür. Tezhip sanatında yarı stilize ve natüralist üslupta kullanılmıştır. Sümbül motifinin yapısı, oranı, renk ve detayları incelendiğinde çeşitlilik gösterdiği söylenebilir. Tezhip sanatındaki uygulaması ile halı ya da çini sanatındaki uygulaması birbirinden farklıdır.

Yarı stilize çiçekler doğadaki çeşitlerine yakın olacak şekilde uygulanmıştır. 15. yüzyılın sonundan itibaren Mushafların sure başı bezemelerinde az da olsa görülen yarı stilize çiçekler, yerlerini 16. yüzyılın başlarından itibaren Kara Memi'nin üslubu olan bahçe çiçekleriyle yapılan desen uygulamalarına bırakmıştır (Mahir, 1990: 6). Bu yüzyılın en önemli müzehhibi ve saray baş nakkaşı Kara Memi'nin eserlerinde yarı üsluplaştırılmış ve gözleme dayanan çiçekleri, canlı renkleri ile çiçek bahçesini andıran bir etki bırakır (Derman, 2009:355). Ehl-i Hiref Hassa Teşkilatı kayıtlarında, sanatkârların yapmış olduğu tasarımlar, saraya bağlı atölyelerde, tüm sanat dallarında malzeme ve teknikler değiştirilip zorlanarak uygulanmıştır (Turgut ve Uğurlu, 2024:706). Bu dönemde ilk defa Kara Memi ile süsleme sanatlarında görülen yarı stilize ve yarı natüralist üsluba yakın çiçek uygulamalarından sonra, Osmanlı sanatında batı tesirli sanat anlayışıyla 17. yüzyılın yarısından itibaren tezhip sanatında farklı bakış açıları oluşmuştur (Uğurlu ve Turgut, 2024: 1768). (Resim 2, 3).

Resim 2. 16.yüzyıla ait 1566 tarihli. Hat: Mehmet Şerif. Kara Memi tarafından tezhiplenmiş olan Muhibbi Divanı'nda yarı stilize bahçe çiçekleri, Kaynak: İ.Ü.K, T.5467. Faruk Taşkale Arşivi.

Resim 3. Detay. Muhibbi Divanı'nda yarı stilize sümbül çiçekleri. Kaynak: İ.Ü.K, T.5467. Faruk Taşkale Arşivi.

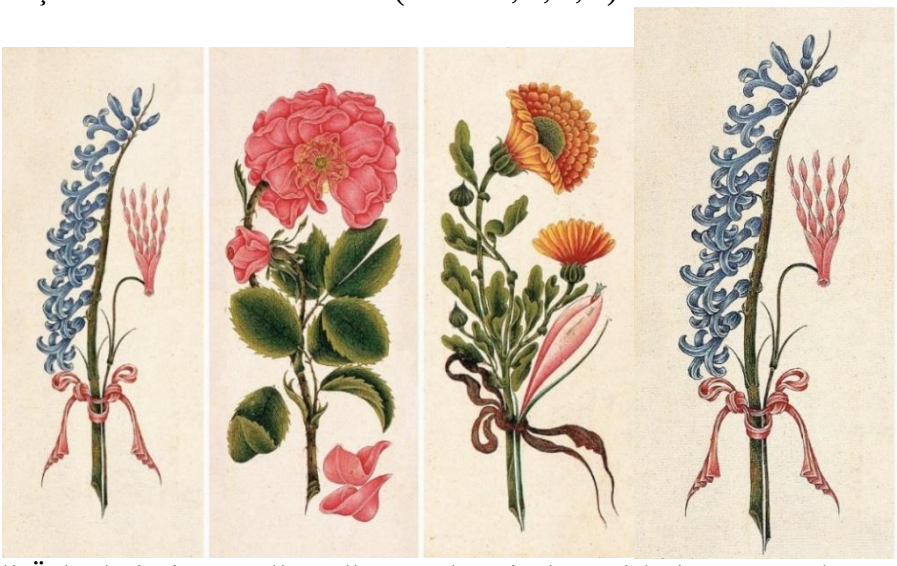
Ayrıca 16. yüzyılda, el yazması eserlerin koltuk tezhiplerinde Kara Memi'nin üslubu ile oluşturulan bahçe çiçekleriyle yapılan desen örnekleri bu dönemde etkin bir şekilde kullanılmıştır 16. yüzyılda lale, sümbül, gül, karanfil, nergis gibi çiçekler görselleştirilmek suretiyle kompozisyonlarda yer almıştır. İlk olarak yazma kitaplarda uygulanmış olan yarı stilize çiçekler zamanla diğer süsleme dallarında görülmeye başlamıştır.

17. yüzyılda Şükufe denilen ve çiçek buketi anlamına gelen çiçek kompozisyonlu eserler yaygın olarak yapılmıştır. Bu tarz "Şükufename" eserleri arasında en önemlisi Ali Çelebi'nin 1667 tarihli olanıdır. Çiçekler ve çiçek yetiştiricileri hakkında bilgi niteliği taşıyan Şükufenameler resimli veya resimsiz eserlerdir. Botanik bilimi için kaynak teşkil etmelerinin yanında, çiçeğe meraklı olan Osmanlıların kültüründeki yeri açısında da önemli eserlerdir (Keskin, 2011: 258). Sümbül, gül, karanfil, nergis, lale, bahar dalları gibi çiçekler natüralist bir yaklaşımla uygulanmışlardır. Bu tarz süslemeler demet, buket, tek çiçek ve vazoya yerleştirilmiş olarak doğal hallerine yakın natüralist uygulamaları 17. ve 18 yüzyılların başarılı eserleri arasındadır (Akar- Keskiner, 1978: 25). Dönemin önemli çiçek yetiştiricileri ve özel çiçek türleri hakkında bilgiler verilmesi kayıt niteliği taşıması açısından önemlidir. 17. yüzyılda "Şükufe" adı verilen ve kendine has karakteriyle doğala yakın biçimde resmedilmiş çiçeklerin karakterleri bozulmadan tonlamalı ve gölgeli olarak tezhipli eserlerde ve çiçek albümlerinde boyanmaya başlanmıştır (Duran, 2009: 406).

3. 18.YÜZYIL OSMANLI TEZHİP SANATINDA SÜMBÜL ÇİÇEĞİ

18. yüzyıl Osmanlı süsleme sanatlarında üslup değişimlerinin belirginleştiği, özellikle "Lale Devri" (1718-1730) ile çiçek motiflerinin ön plana çıktığı bir dönem olmuştur. Bu süreçte sümbül hem estetik hem de sembolik olarak tezhip sanatında önemli bir yer edinmiştir.

18. yüzyılda yeni akımların ortaya çıkmasıyla tezhip sanatında yeniden canlanışın olduğu bir dönem olmuştur (Taşkale, 2009: 11). Klasik üsluptan daha serbest ve natüralist bir anlayışa geçiş olduğu görülür. 18. yüzyılda Batı sanatlarının tesiriyle Barok ve Rokoko gibi henüz bilinmeyen farklı üsluplar Osmanlı tezhip sanatına girmiştir (Özen, 2003: 10). Batı sanatlarının da etkisiyle doğadaki gerçek görünümlerine yakın çiçekler tezhip sanatında yorumlanmaya başlamıştır. Bu anlayış ile çiçek üslubu doğmuştur ve tezhip sanatında "Çiçek Ressamları" akımı beraberinde getirmiştir. Çiçek ressamlığı Osmanlıda özellikle 18. yüzyılda en parlak dönemini yaşamıştır. Bu akım neredeyse bir yüzyıla hâkim olmuştur. Bu alanda yüzyıla damgasını vurmuş olan ünlü çiçek ressamı Ali Üsküdari, natüralist çiçek resimleriyle Osmanlı tezhip sanatına yeni bir soluk getirmiş ve çiçek ressamlığının müjdecilerinden biri olmuştur (Duran, 2009: 411). Ali Üsküdari tarafından yapılmış olan 1140 tarihli Gazeller Albümü (İ.Ü.K, T.5650) 'de natüralist tarzda tasvir edilmiş çiçekler dönemin en önemli eserleri arasında yer alır. Sümbül, lale, karanfil, gül ve birçok çiçek tasvirleri dönemde yetişen çiçekler hakkında bilgi vermesi açısından önemli bir eserdir. (Resim 4, 5, 6, 7).



Resim 4. Ali Üsküdari'nin Gazeller Albümünden çiçek tasvirleri, 18. yüzyıl. Kaynak: İ.Ü.K., T. 5650. vr. 33 a, 39 b, 41 a. (Atasoy, 2002: 174)

Resim 5. Detay. Ali Üsküdari'nin Gazeller Albümünden Sümbül çiçeği tasviri, 18. Yüzyıl. Kaynak: İ.Ü.K., T. 5650. vr. 33 a, (Atasoy, 2002: 174)

Resim 6. Ali Üsküdari'nin Gazeller Albümünden kurdeleyle bağlı pembe sümbül tasviri, 18. yüzyıl. Kaynak: İ.Ü.K., T. 5650. vr. 6 a. (Atasoy, 2002: 172).

Resim 7. Detay. Ali Üsküdari'nin Gazeller Albümünden kurdeleyle bağlı pembe sümbül tasviri, 18. yüzyıl. Kaynak: İ.Ü.K., T. 5650. vr. 6 a (Atasoy, 2002: 172).

Osmanlı süsleme sanatlarında çiçek üslubunun doğuşuyla natüralist üslupla yapılan çiçeklerin sadece tezhip sanatında değil sanatın neredeyse her alanlarında oldukça gerçekçi bir yaklaşımla tasvirleri yapılmıştır (Atasoy, 2002: 108). 18. ve 19. yüzyıllarda Osmanlı tezhibine klasik anlayıştan özgün yeni bir boyut katan çiçek ressamlığı akımına ilginin arttığını söylemek mümkündür. Bu yüzyıllarda Çiçek albümlerinde tek başına ya da vazodan çıkan çiçekler ve çiçek buketleri şeklinde sıkça kullanıldığı görülmüştür. Sanatkârlar çiçek tasvirlerinde, natüralist yaklaşımla üçüncü boyut etkisini ve gölgeli boyama tekniklerini uygulamışlardır. Sümbül çiçeği bu albümlerde lale, gül ve karanfilden sonra en çok tasvir edilen çiçek olmuştur. Natüralist yaklaşımla icra edilen çiçeklerin; çiçek albümleri, cilt kapakları, levha veya koleksiyon şeklinde karşımıza çıktığı görülmektedir. (Resim 8,9).

Resim 8. Çiçek Albümünden natüralist üslupta mavi sümbül tasviri, 19. yüzyıl. Sadberk Hanım Müzesi, Kaynak: Faruk Taşkale Arşivi.

Resim 9. Çiçek Albümünden natüralist üslupta pembe sümbül tasviri, 19. yüzyıl. Sadberk Hanım Müzesi. Kaynak: Faruk Taşkale Arşivi.

1736 tarihli Topkapı Sarayı Müzesi kütüphanesinde bulunan ve sadece sümbül çiçekleri tasvirlerinden oluşan "Sümbülname" isimli eserde yaklaşık 50 çeşidinden bahsediliyor olması ve her biri için dörtlük şiir yazılmış olması son derece önemlidir (Ceylan, 1999:109). (Resim 10, 11).

Resim 10. Sümbülname adlı eserden kurdeleyle bağlı mor ve pembe sümbül tasviri, 18. yüzyıl. Kaynak: T.S.M.K., H. 413. (Ceylan, 1999: 108).

Resim 11. Detay. Sümbülname adlı eserden kurdeleyle bağlı pembe sümbül tasviri, 18. yüzyıl. Kaynak: T.S.M.K., H. 413. (Ceylan, 1999: 108).

Osmanlı sümbül dünyasının bir aynası niteliğinde olan "Sümbülname" de (T.S.M.K, H.413) şiir, hat ve resim olarak sanatın üç dalı bir aradadır (Atasoy, 200:179). Eserde bulunan 42 sümbül katalog şeklinde hazırlanmış birçok renkte farklı tonlama ve teknikle boyanmış zemin üzerinde topraktan çıkmış soğan üzerinde, tek sümbül veya kesilmiş sümbüllerin kurdele ile bağlanmış ve çoğunda isimleri şairene yazılmış süslü etiket şeklinde tasvirleri yapılmıştır (Atasoy, 200:179). Sümbülname'de sanatçılar Batı etkisinde kalmadan geleneksel natüralist çiçek üslubunu sürdürmüş olmaları dikkat çeker (Atasoy, 200:181). (Resim 12, 13,14).

Resim 12. Sümbülname adlı eserde yapılmış pembe sümbül tasviri, 18. yüzyıl. Kaynak: T.S.M.K., H. 413. 11b. (Atasoy, 2002: 182).

Resim 13. Sümbülname adlı eserden açık tonlarda yapılmış sümbül tasviri, 18. yüzyıl. Kaynak: T.S.M.K., H. 413. 21b. (Atasoy, 2002: 183).

Resim 14. Sümbülname adlı eserde mor, pembe ve açık tonlarda yapılmış sümbül tasvirleri, 18. yüzyıl. Kaynak: T.S.M.K., H. 413, vr. 27 b, 12 a, 29 a. (Atasoy, 2002: 180).

Tahminen 1847 yılında hazırlanan, Sultan 3. Selim Divanı olan "Divan-ı İlhami" (T.S.M, Y.765, YY94) yer alan mor sümbül, ışık, renk, tonlama ve üslup bakımından Sümbülnamedekilere oldukça yakındır (Atasoy, 200:199). (Resim 15, 16).

Resim 15. 3. Selim Divanı, "Divan-ı İlhami", Divanda yer alan mor renkli sümbül çiçeği tasviri. Kaynak: TSMK, Y765, YY94- 5 a. (Atasoy, 2002: 199).

Resim 16. Detay. 3. Selim Divanı, "Divan-ı İlhami", Divanda yer alan mor renkli sümbül çiçeği tasviri. Kaynak: TSMK, Y765, YY94- 5 a. (Atasoy, 2002: 199).

Yine 1795 tarihinde yapılmış olan "Divan-ı Hazik" adlı el yazması eserin cilt kapağında yer alan sarı ve pembe renkli sümbüller dönemin natüralist tarzda tasvir edilmiş nadide örneklerindendir (Resim 17,18).

Resim 17. Divan-ı Hazik Cildi, Cilt kapağında sarı renkte sümbül tasviri, 1795 tarihli. Kaynak: TSMK, EH. 1682, (Atasoy, 2002: 194).

Resim 18. Divan-ı Hazik Cildi, pembe renkte sümbül tasviri, 1795 tarihli. Kaynak: TSMK, EH. 1682, (Atasoy, 2002: 197).

18. yüzyılın ikinci yarısının sonlarından 19. yüzyılın sonuna kadar devam eden "Türk Rokokosu" Osmanlı tezhip sanatkarlarının, Batı kültüründen gelen barok- rokoko gibi akımları geleneksel motif, renk, desen, zevk, bilgi ve karakterlerini birleştirerek, bir asra damgasını vurmuş bir üslup ortaya çıkarmışlardır (Turgut, 2018:120). Türk Rokokosu üslubu, süsleme sanatları alanında milli Türk kültürünün izlerini taşıması açısından önemlidir (Birol, 2009:495). Türk Rokokosunda c ve s kıvrımları, tek çiçek, çiçek buketleri, kurdeleler ve vazodan çıkan çiçekler kullanılmıştır. Başta Akant yaprakları olmak üzere sepetlerden çıkan çiçek buketleri, güllü girlandlar, fiyonglar üslubun en karakteristik özellikleridir (Taşkale, 1994:21). (Resim 19).

Resim 19. Amme Cüz'ü, 19. Yüzyıl (1839-1861), Kaynak: T.S.M.K, H.S- 3, vr. 4 a. Hat: Sultan Abdülmecit, Türk Rokokosu örneğinde sepette çiçekler. Üstte sümbül çiçekleri, (Atasoy, 2002: 200).

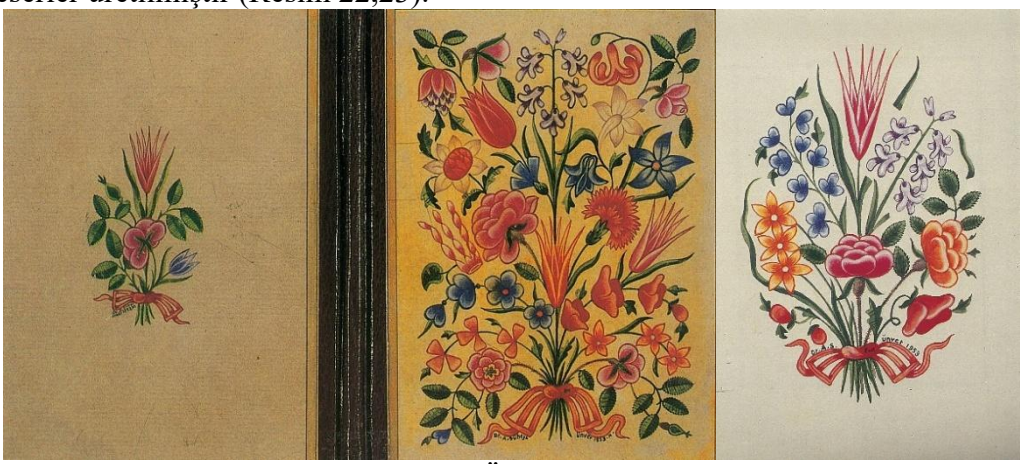
4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Çiçek ressamlığı günümüzde de güncelliğini korumaktadır. Tezhip sanatçıları bugün halen natüralist tavırla birçok çiçek tasvirleri yapmaktadırlar. Sanatkârlar klasik tezhibin yanı sıra çiçek ressamlığı anlayışında eserler üretmektedirler. Ayrıca üniversitelerin Geleneksel Türk Sanatları Bölümlerinin ders programlarında çiçek üslubunda dersler verilmektedir (Resim 20, 21).

Resim 20. Şeyma Okur tarafından yapılmış olan "Hayal Kapısı" adlı serbest tasarım öğrenci uygulaması. Kaynak: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, G.T.S.B Arşivi.

Resim 21. Detay. Şeyma Okur tarafından yapılmış olan "Hayal Kapısı" adlı serbest tasarım öğrenci uygulamasında sümbüller. Kaynak: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, G.T.S.B Arşivi.

Sümbül çiçeğinin motif olarak Tezhip sanatının yanı sıra Geleneksel Türk Sanatlarının birçok alanında sevilerek ve sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Çini, halı, dokuma, kumaş, ebru, taş işçiliği, minyatür ve cilt gibi sanat dallarının uygulamalarında yer almıştır. Sümbül çiçeğine duyulan sevgi ve maneviyatı nedeniyle tıpkı gül, lale ve karanfil gibi sembolleşmiş çiçekler arasında yer almasına neden olmuştur. Bundan dolayı birçok tezhip sanatkarı tarafından sümbül temalı eserler üretilmiştir (Resim 22,23).



Resim 22. Ordinaryüs Prof. Dr. Süheyl Ünver tarafından yapılmış natüralist çiçekler kompozisyonunda sümbül çiçeği. Kaynak: Faruk Taşkale Arşivi.

Resim 23. Ordinaryüs Prof. Dr. Süheyl Ünver tarafından yapılmış kurdele ile bağlı natüralist çiçek kompozisyonunda sümbül çiçeği. Kaynak: Faruk Taşkale Arşivi.

Bu çalışmada amaç, Geleneksel Türk Sanatları alanında 18. yüzyıldan günümüze, sümbül çiçeğinin motif ve tasvir açısından kullanımını ve tekniklerini değerlendirmek, tezhip sanatında yapılmış olan sümbül konulu çiçek tasvirlerini incelemek, araştırmak ve günümüz uygulamaları ile karşılaştırmasını yapmaktır. Sümbül uygulamalarının tezhip sanatının güncel ihtiyaçlarına cevap verebilmesine yönelik tavırları, günümüz ihtiyaç ve beğenileri doğrultusunda tasarım,

desen, teknik ve renklendirme açısından, uygulama alanlarına katkı verebilecek tasarım örnekleri incelenecektir. Kaynak olarak kitaplar, dergiler, tezler, makaleler, kütüphane kataloglarından faydalanılmış bilgi ve görsellere ulaşılmıştır.

SONUÇ

Sümbül çiçeği 18. yüzyıl Osmanlı tezhip sanatında, estetik değeri, sembolik değeri ve natüralist üsluba yatkın önemli bir bezeme unsuru olarak ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda Osmanlı süsleme sanatlarında doğaya yönelişi ve manevi inceliği yansıtan güçlü bir sembol olarak tezhip sanatında kalıcı bir iz bırakmıştır.

Klasik tezhip anlayışı ile Batı etkili süsleme anlayışı arasında geçiş unsuru olan lale, gül ve karanfil gibi çiçeklerden biri de sümbül olmuştur.

Gerek tezhip kompozisyonlarına sağlamış olduğu dikey hareket gerek natüralist üslubun gelişimine sağladığı katkı ile 18. yüzyıl Osmanlı tezhip sanatının karakteristik motiflerinden birisi olmuştur.

Sümbül çiçeği motif olarak yumuşak ve ritmik görünümüyle tezhip kompozisyonlarında denge ve akıcılık unsuru sağlamıştır.

Sümbül çiçeği 16. yüzyılda kitap sanatlarında, Mushafların sure başı tezhiplerinde, sayfa kenarı bezemelerinde, el yazması eserlerin koltuk tezhiplerinde, cilt kapaklarında, minyatürlerde, tuğra bezemelerinde ve zahriye sayfalarında görülürken, 18. yüzyılda daha çok levha ve çiçek albümlerinde kullanıldığı görülür. Buradan sümbülün kullanım alanların zamanla değiştiğinden söz edilebilir.

Bu dönemde tasvir edilen çiçeklerinin gözleme dayalı bir anlayışla yapılması sonucunda, hangi çiçeğin aslına ne kadar benzediğinin net olarak görülmesi açısından önemlidir. Bu örnekler çiçeklerdeki stilizasyonun azaldığını, üsluplaştırmanın ise çoğaldığını göstermektedir. Başka bir deyişle, yarı stilize üsluptan natüralist üsluba geçişten söz edilebilir.

Günümüzde üniversitelerin Geleneksel Türk Sanatları Bölümlerinin eğitim-öğretim programları ve müfredatlarında çiçek üslubunda uygulamalar yapılmaktadır. Öğrencilere çiçek tasarımı ve tasvirleri öğretilmektedir. Ayrıca derslerde geleneksel çiçek üslupların öğretilmesinin yanı sıra günümüz çağının ihtiyaç ve beğenilerine cevap verebilecek çağdaş ve yenilikçi çalışmalar yapılması sürdürülebilirlik ve yeni nesillere aktarımı açısından önemlidir.

KAYNAKÇA

Akar, A. ve Keskiner, C. (1978). *Türk Süsleme Sanatlarında Desen ve Motif*, İstanbul: Tercüman Gazetesi Yayını.

And, M. (2004). *Osmanlı Tasvir Sanatları 1: Minyatür*, İstanbul: Türkiye İş Bankası Yayını.

Atasoy, N. (2002), *HASBAHÇE: Osmanlı Kültüründe Bahçe ve Çiçek*, İstanbul: Koç Kültür Sanat ve Tanıtım Yayınları.

Ayvazoğlu, B. (2004). *Güller Kitabı "Türk Çiçek Kültürü Üzerine Bir Deneme*", İstanbul: Ötüken Yayınları.

Birol, İ. A. (20O9). Türk Tezhip Sanatında Desen. Ed. Ali Rıza Özcan, *Hat ve Tezhip Sanatı*. Ankara: T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı Kütüphaneler ve Yayınlar Genel Müdürlüğü.

Ceylan, G. (1999). *Osmanlı'dan Günümüze Dört Gözde Çiçek- Güller, Karanfiller, Laleler ve Sümbüller,* İstanbul: Flora Yayınları.

Demiriz, Y. (1986). *Osmanlı Kitap Sanatında Natüralist Üslupta Çiçekler*, İstanbul: Acar Matbaacılık.

Derman, Ç. (2009). Osmanlıda Klasik Dönem, Kanuni Sultan Süleyman (1520-1566) Türk Tezhip Sanatının Muhteşem Çağı:16. Yüzyıl. Ed. Ali Rıza Özcan, *Hat ve Tezhip Sanatı* (ss.397-415). Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı Kütüphaneler ve Yayınlar Genel Müdürlüğü.

Duran, G. (2009). 18. yüzyıl tezhip sanatı. Ed. Ali Rıza Özcan, *Hat ve Tezhip Sanatı* (ss. 397-415). Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı Kütüphaneler ve Yayınlar Genel Müdürlüğü.
İlhan, A. (2010). *Misalli Büyük Türkçe Sözlük*, 1.baskı, İstanbul: Kubbealtı Lugatı Yayını,
Karaman, G. (2012). "Perîşân Çiçek Sünbül ve Klasik Türk Şiirinde İşlenişi", *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi* II, 1 (2), 288-319.
Keskin, N. K. (2011). Şükufe-Perest Bir Osmanlı Ali Çelebi ve Şükufe-Namesi, *Gazi Türkiyat Dergisi,* 1 (8), 257-284.
Mahir, B. (1990). II. Bayezid Dönemi Nakkaşhanesinin Osmanlı Tezhip Sanatına Katkıları, *Türkiyemiz,* 60, 4-13.
Özen, M. E. (2003). *Türk Tezhip Sanatı / Turksh Art Of Illumination*, İstanbul: Gözen Kitap Yayınevi.
Taşkale, F. (2009). Geçmişten Günümüze Tezhip Sanatında Bir Yolculuk, *Tezhip Buluşması* (ss. 8-27). İstanbul, İ.B.B. Lale Organizasyon Yayınevi.
Taşkale. F. (1994). *Tezhip Sanatının Kullanım Alanları*. (Yayınlanmamış Sanatta Yeterlik Tezi), Mimar Sinan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
Turgut, A. Y. (2018). *Türk tezhip sanatı tarihinde yenilikçi yorumlar*. (Yayımlanmamış Sanatta Yeterlik Tezi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul.
Turgut, A. Y. ve Uğurlu, S. S. (2024). Osmanlı Tezhip Sanatı ve Osmanlı Saray Kumaşları ile Saz Yolu Üslubu*, RumeliDe Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi,* Ö.15, 697-716.
Uğurlu, S. S. ve Turgut, A. Y. (2024). 16. Yüzyıl Osmanlı Saray Kumaşlarında ve Tezhip Sanatında Çiçek Sevgisi: Lale, *Motif Akademi Halk Bilimi Dergisi,* 17 (47), 1753-1775.

Görsel Kaynaklar

Resim: 1, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 Atasoy, N. (2002), *HASBAHÇE: Osmanlı Kültüründe Bahçe ve Çiçek*, İstanbul: Koç Kültür Sanat ve Tanıtım Yayınları.
Resim: 10, 11 Ceylan, G. (1999). *Osmanlı'dan Günümüze Dört Gözde Çiçek- Güller, Karanfiller, Laleler ve Sümbüller,* İstanbul: Flora Yayınları.
Resim: 20, 21 Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Güzel Sanatlar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Geleneksel Türk Sanatları Bölümü Arşivi.
Resim: 2, 3, 8, 9, 22, 23. Faruk Taşkale Arşivi.

FELSEFE VE SOSYOLOJI ÖĞRETIMINDE NURETTIN TOPÇU'NUN AHLAK VE TOPLUM ANLAYIŞI: TOPLUM BILIM DERS KITABI KAPSAMI

Aytekin DEMİRCİOĞLU
Prof. Dr.; Kastamonu Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Felsefe Bölümü, Türk-İslam Düşünce Tarihi Anabilim Dalı, 37150, Kastamonu, Türkiye.
ORCID: 0000-0003-4945-5519

Beyhan ZABUN
Prof. Dr.; Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Felsefe Grubu Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8974-9103

Özet
Bu çalışmada, Türkiye'de felsefe ve sosyoloji öğretiminde önemli bir düşünür olan Nurettin Topçu'nun ahlak ve toplum anlayışının, Ortaöğretim *Toplum Bilim* ders kitabı kapsamı bağlamında değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Topçu'nun düşünce sisteminin merkezinde yer alan ahlak anlayışı, bireysel sorumluluğu aşarak toplumsal düzenin temeli olarak konumlandırılmaktadır. Ona göre ahlak, yalnızca bireysel bir erdem alanı değil; toplumun tarihsel, kültürel ve manevi değerleriyle şekillenen kolektif bir bilinçtir. Bu yaklaşım, sosyolojide toplumsal bütünleşme, değerler ve normlar bağlamında önemli bir referans sunmaktadır.
Bildiri kapsamında, Topçu'nun toplum anlayışı; dayanışma, fedakârlık ve irade kavramları üzerinden ele alınarak *Toplum Bilim* ders kitabında yer alan toplum, kültür, sosyal yapı ve değerler konularıyla ilişkilendirilecektir. Ayrıca Topçu'nun pozitivist sosyoloji anlayışına yönelik eleştirileri, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi açısından tartışılacaktır. Sonuç olarak, Nurettin Topçu'nun ahlak temelli toplum anlayışının, felsefe ve sosyoloji öğretiminde disiplinler arası bir perspektif kazandırarak değerler eğitimi ve toplumsal bilinç oluşturma sürecine katkı sağlayabileceği vurgulanmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Felsefe öğretimi, sosyoloji öğretimi, Nurettin Topçu

NURETTIN TOPÇU'S UNDERSTANDING OF MORALITY AND SOCIETY IN PHILOSOPHY AND SOCIOLOGY TEACHING: WITHIN THE SCOPE OF A SOCIOLOGY TEXTBOOK

Abstract
This study aims to evaluate the understanding of morality and society of Nurettin Topçu, a significant thinker in philosophy and sociology education in Turkey, within the context of the Secondary School Sociology textbook. Topçu's understanding of morality, central to his thought system, transcends individual responsibility and is positioned as the foundation of social order. According to him, morality is not merely a realm of individual virtue; it is a collective consciousness shaped by the historical, cultural, and spiritual values of society. This approach offers an important reference in sociology in the context of social integration, values, and norms.
Within the scope of this paper, Topçu's understanding of society will be examined through the concepts of solidarity, self-sacrifice, and willpower, and will be related to the topics of society, culture, social structure, and values included in the Sociology textbook. Furthermore, Topçu's criticisms of the positivist understanding of sociology will be discussed in terms of developing

students' critical thinking skills. In conclusion, it is emphasized that Nurettin Topçu's morality-based understanding of society can contribute to values education and the process of creating social consciousness by providing an interdisciplinary perspective in philosophy and sociology education.
Keywords: Teaching Philisophy, Teaching Sociology, Nurettin Topçu

GİRİŞ

Ülkemizde Cumhuriyetin kuruluşu ile hemen hemen yaşıt olan ortaöğretimde sosyoloji öğretimi uygulanan programlar ve bu programlar doğrultusunda yazılan ders kitapları bakımından dönemsel farklı özellikler göstermektedir. Bu noktada program ve ders kitaplarının içeriklerinin dönemin siyasal iktidarının özelliklerini doğrudan yansıtması yaygın bir olgudur (Zabun, 1999, Arslanoğlu, 2000, 2001). 1948 yılında, 1937 öğretim programı doğrultusunda Nurettin Topçu tarafından yazılan ders kitabının ahlak ünitesi de bu özellikleri yansıtmaktadır. Ahlak, felsefe tarihinde insanın bireysel varoluşunu, toplumsal ilişkilerini ve nihai anlam arayışını birlikte ele alan temel problem alanlarından biri olmuştur. Antik Yunan'dan modern felsefeye uzanan süreçte ahlak, kimi zaman bilginin bir türü, kimi zaman iradenin yasası, kimi zaman da toplumsal düzenin bir ürünü olarak tanımlanmıştır. Bu çok yönlü yaklaşım çeşitliliği, ahlakın yalnızca bireysel davranışları düzenleyen normlar bütünü olmadığını; insanın ontolojik, epistemolojik ve metafizik boyutlarıyla yakından ilişkili bir alan olduğunu göstermektedir. Türk düşünce tarihinde ise ahlakı bu bütünlük içinde ele alan isimlerin başında Nurettin Topçu gelmektedir.

Nurettin Topçu, ahlak felsefesini hem klasik felsefi gelenekle hem de modern sosyolojik yaklaşımlarla hesaplaşarak ele almış; ahlakı, insanın hürriyeti, vicdanı ve iradesi merkezinde temellendirmeye çalışmıştır. Topçu'nun ahlak anlayışı, özellikle XX. yüzyılda etkili olan pozitivist ve sosyolojik ahlak yaklaşımlarına yönelttiği eleştiriler bakımından dikkat çekicidir. Ona göre modern dönemde ahlak, giderek normatif ve felsefi karakterini yitirerek olgusal bir "toplumsal gerçeklik" alanına indirgenmiş; bu indirgeme ise ahlakın özünü oluşturan hürriyet ve sorumluluk fikrini zedelemiştir.

Topçu, *Ahlak* adlı eserinde ahlak olgularını incelerken öncelikle ahlak tanımlarının tarihsel çeşitliliğine dikkat çeker. Sokrates'in ahlakı "iyilik bilimi", Pascal'ın "insan bilimi" ve Kant'ın "ödev bilimi" olarak tanımlaması, ona göre ahlakın yalnızca pratik davranışlarla sınırlı olmadığını; belirli ilkeler ve idealler doğrultusunda kuramsal bir yapı arz ettiğini göstermektedir. Bu bağlamda Topçu, ahlak sistemlerini kuramsal ahlak ve pratik (toplumsal) ahlak olmak üzere iki ana kategori altında ele alır. Kuramsal ahlaklar, filozoflar tarafından ortaya konulan ve önceden kabul edilen ilkelere dayanan sistemlerdir. Bu sistemlerde ahlak, evrensel ve mutlak değerler üzerinden temellendirilir.

Buna karşılık Topçu'ya göre çağdaş dönemde gelişen pratik ahlak anlayışları, ahlakın ilkelere dayanmasını reddetmekte ve onu yalnızca toplumsal olguların betimlenmesiyle sınırlamaktadır. Bu yaklaşımlar, ahlakı normatif bir alan olmaktan çıkararak, sosyolojinin veya psikolojinin inceleme nesnesi haline getirmektedir. Topçu, bu dönüşümün ahlaki realitenin yanlış anlaşılmasına yol açtığını savunur. Ona göre ahlak ne yalnızca gözlemlenebilir davranışlardan ibarettir ne de toplumsal zorunlulukların bir yansımasıdır. Ahlak, insanın iç dünyasında, vicdanında ve iradesinde kök salan ideal bir alandır.

Bu noktada Topçu, ahlaki realitenin karakterini belirleyen bazı temel özellikler tespit eder. Ahlak, muayyen bir realiteyi tanıtmak yerine bir idealin kuramını meydana getirir; kanunlar keşfetmez, kaideler koyar; bu kaideleri ise ödev, menfaat, isyan gibi ilkelere dayandırır. En

önemlisi, ahlakın ilkeleri evrensel ve mutlaktır. Bu yaklaşım, ahlakı tarihsel ve toplumsal şartlara indirgemeye çalışan görüşlere karşı güçlü bir felsefi itiraz niteliği taşır.
Topçu'nun ahlak düşüncesinin önemli bir boyutu da toplumsal ahlak kuramlarına yönelttiği eleştirilerde ortaya çıkar. Özellikle Émile Durkheim'ın ahlakı toplumsal bir olgu olarak ele alan yaklaşımı, Topçu'nun eleştirel çözümlemelerinin merkezinde yer alır. Durkheim'a göre ahlak, toplumun birey üzerindeki zorlayıcı ve düzenleyici gücünün bir ürünüdür ve ancak tanımlanabilir; yargılanamaz. Topçu ise bu yaklaşımın, ahlakı hürriyet ve vicdan boyutundan kopardığını savunur. Ona göre ahlak, dışsal bir zorunluluğun değil, özgür iradenin eseridir; hürriyetin olmadığı yerde ahlaktan söz edilemez (Topçu, 1948).
Bu çalışmanın amacı, Nurettin Topçu'nun ahlak ve toplum anlayışını, kuramsal–pratik ahlak ayrımı çerçevesinde ele almak; toplumsal ahlak ve adetler bilimi yaklaşımlarına yönelttiği eleştirileri sistematik biçimde incelemek ve ahlak–din ilişkisine dair görüşlerini ortaya koymaktır. Bu doğrultuda çalışma, Topçu'nun ahlak felsefesinin temel kavramları olan vicdan, hürriyet, irade ve şahsiyet kavramlarını merkeze alarak, ahlakın neden yalnızca toplumsal bir olgu olarak anlaşılamayacağını göstermeyi hedeflemektedir.

Kitabın Künyesi
Toplumbilim Sosyoloji (Lise Son Sınıf Programına Göre Hazırlanmıştır.
Üçler Basımevi, İstanbul, 1948

Topçu Ahlak Olguları ana başlığında farklı filozofların ahlak tanımlarını incelemiştir. Sokrates'in iyilik bilimi, Paskal'ın insan bilimi ve Kant'ın ödev bilimi şeklinde yaptığı tanımlamaları ahlak sistemlerinin kuramsal ve pratik ahlak olarak kategorizasyonu olarak ele almıştır. Kuramsal ahlaklar filozoflar tarafından ortaya konulmuş olan ve mutlaka önceden kabul edilen ilkelere dayanan sistemlerdir. Topçu'ya göre çağımızda ortaya konan pratik ahlak anlayışları ise önceden tanımlanmış hiçbir ilkeyi kabul etmezler. Felsefi yaklaşımlarla, olgusal, toplumsal ahlakı birbirinden ayırırken Topçu (1947, 135), ahlaki realiteyi, şu yönleri ile karakterize ettiğini belirtmektedir:
- Ahlak muayyen bir realiteyi tanıtmaz; belki bir idealin kuramını meydana getirir.
- Ahlak kanunlar keşfetmez; belki kaideler ortaya koyar, kaide koyucu normatif bir özellik ortaya koyar
- Ahlak ortaya koyduğu kaideleri bir takım ilkelerden çıkarır, bunlar ahlakın temelleridir. Bu ilkeler ya usavurma yolları ile veya sezgi ile elde edilmişlerdir. Ödev, menfaat, isyan fikirleri gibi.
- Ahlakın ilkeleri evrensel ve mutlaktırlar. Yani her zaman her yerde herkes için doğrudurlar.

Toplumsal Ahlak
Topçu'ya göre sosyolojinin kurucularından Durkheim'a göre toplumsal ahlakçılar, ilkelere dayanan kuramsal ahlakların, ahlaki realiteden uzaklaştıklarını tartışmışlardır. Durkheim'a göre, herhangi bir realite, iki bakımdan incelenebilir: ya sadece tanınır ya da yargılanır. Ahlakın realitesi ancak tanınması gereken bir realitedir, yargılanması caiz değildir. Bizim tanımamız bakımından ahlak olguları, diğer tabiat olaylarından farklı değildir. Bu bağlamda ahlak olgularını diğer olgulardan ayıran özellikler nelerdir? Durkheim, bu hususta ahlakın iki karakterini ortaya koymuştur:
- Mecburilik veya ödev
- Arzu edilir oluş ya da kaçınılan

Bir ahlak hareketini yaptığımız zaman kendimizden geçtiğimizi ve tabii varlığımızın üstüne çıktığımızı hissediyoruz. Ruhumuzda bir gerginlik bulunduğunu ve kendi kendisini tazyik ettirdiğini duyuyoruz. Böyle hallerde heyecan ve şiddetli arzu ile tazyik aynı anda ortaya çıkıyor. Bu karakterler kutsal varlıkta da görülüyor. Kutsal varlık bir yanı ile huzurunda durduğumuz hürmet ve korku sebebiyle kendisine yaklaşılmayan varlıktır. Kutsallığın Durkheim'a göre gerçek kaynağı olan toplum da böyledir. O hem sevilen ve aşk ile istenilen varlıktır, hem de ahlaki bir otoritedir, bireye ödevler ve sorumluluklar yükler. Ahlak toplum hayatının eseridir ve ancak bir toplum içinde ahlak olgusundan bahsedilebilir.

Topçu'ya göre Durkheim, toplumun hayatımızda oynadığı rolü gerçekleştirebilecek başka bir süje de Allah'tır. Ona göre, Tanrı şekil değiştirmiş, sembolik olarak düşünülebilen toplumdur. Tanrı topluma ait realiteden ve insanlardaki vehimden başka bir şey değildir. Fert topluma itaat eder, bu, hürriyetin yegâne çaresidir.

Topçu, Durkeim üzerinden temellendirdiği toplumsal ahlak kuramını şu başlıklar altında eleştirmektedir:

- Durkheim'in ahlakın dıştan gelen bir zorunluluk ve insanın içinden arzuladığı bir duyguyu birleştirme çabası eksiktir. Oysa arzu edilir olmak idealdir, biyolojik ve psikolojik yönlerimize bağlı olarak değişen mecburilik ve toplumsal tazyik başka cinsten bir olgudur.
- Mecburilik gibi ferdin dışından gelen bir kuvvetin ahlakla ne alakası olabilir? Topçu bu bağlamda felsefi bir yaklaşımla, ödevi yaratan toplum olunca onu kabul eden ferdin durumu sadece isteyerek ya da zorla kabul etmek seviyesinde olmaktadır. Bu çelişik bir durumdur. Bu noktada ferdin hürriyeti hemen hemen hiç hükmündedir. Hürriyet olmayınca da ahlaktan bahsedilemez.
- Toplum içinde fertler üzerinde hükmünü geçiren mecburilik duygusunun da toplumda doğmuş olduğu şüphelidir. Belki de bu duygu, arzularımızın başka bir kıyafet bürünmüş halidir.
- Sosyal ödev ahlakları, felsefi ahlakları ortadan kaldırmaya yönelik bir adımdır. Ahlakı, kaide koyucu, normatif, yönü ile ortadan kaldırmak ve bir realite bilimi yapma çabasıdır.
- Ferdi hürriyetin inkârı, ferdi uysallığa sürükleyecektir. Pratik toplumsal ahlak, şahsiyetler yetişmesine engel teşkil edecektir.

ADETLER BİLİMİ

Topçu (1947, 138), Levy-Brühl üzerinden eleştirel çözümlemesini yaptığı pratik ahlak anlayışlarının kuramsal ahlak anlayışlarının uydurma olduğu yönündeki iddialara cevap aramıştır. Bu noktada öncelikle Levy-Brühl'nün ahlak görüşlerini kısaca şu şekilde sıralamıştır:

- Kuramsal ahlak yargılar veriyor ama deney yapamıyor, bu yönü ile bilimsel olmaktan uzaktır. Bu bakımdan ahlak bir Adetler Bilimi olarak toplumları tanıtıcı pozitif bir bilim olmalıdır.
- Kuramsal ve pratik iki tür ahlak olmaz. Bir gerçekliğin iki yönü olmaz, ahlak pratik bir alandır.
- Kuramsal ahlaklar birbirleri ile anlaşamıyorlar, hep başka başka kaynaklara dayanıyorlar ve çok kere birbirleri ile çelişiyorlar.
- Var olduğu iddia edilen bir ilkeden hareket ederek toplumsal realiteye doğru gitmek hatalı bir yol takip etmektir.
- Kuramsal ahlaklar içinde oldukları toplumun pratik ahlakına karşı koymak iddiasındadır. Gerçeklikle araları açıktır, bunlar filozofların kendi arzularını ifade etmekten ileri gidemezler.
- Felsefi ahlaklar şu iki hatadan hareket etmektedirler: 1- İnsanın tabiatı her yerde aynıdır. 2- Vicdan her daim bir sistem olarak görülür. Birincisi insan tabiatı her zaman değişmektedir. İkincisi vicdan muayyen bir ilkeye bağlı olmadığı için sistemleştirilemez.

- Filozoflar insanlar üzerinde etki gösterememişlerdir ve ahlakı değiştirememişlerdir.
- Ahlakta bireyden başlamak yanlıştır, toplumdan hareket ederek birey anlaşılmalıdır.

Topçu (1948), bu iddiaları, şu şekilde eleştirmiştir:

- Kuramsal ahlaklar insan tabiatını bilimin ilkeleri ile temellendirmişlerdir. Bu noktada biyoloji ve psikoloji iki temel bilimdir.
- Felsefi ahlak anlayışlarının ayrılıkları yönteme ait düşünce farklarıdır. Hepsi aynı vicdanı farklı bir yaklaşımla ele almaktadırlar.
- Vicdan adetler bilimine indirgenemez
- Sosyal gerçek tek başına ferdin vicdanını tanıtamaz, o sadece bir neticedir, ferdin içinde farklı sebepler olabilir.
- İnsanın ruhi yapısında olayları değiştirmeye gücü yetecek irade vardır. Evrim bunun eseridir.
- Felsefi ahlakların dayandığı temeller çürük değildir. Vicdan, merhamet, adalet, karakter vb. olgular vicdandan bağımsız olarak sistemleştirilemez.
- Ahlak filozoflarının insanlara ve toplumlara etki edemediği iddiası ispatlanamaz.
- Sosyal olaylar arasındaki illiyet bağı, hürriyetimizi, irademizi tehdit edecek şekilde anlaşılmamalıdır. Ferd hürriyeti bu noktada önemlidir.

AHLAKIN DİNLE İLGİSİ

Topçu'ya göre sosyolojide ahlakın dinle ilişkisi iki bakımdan ele alınmalıdır.

- Ahlak kurumunun din kurumu ile birlikte evrim geçirmesi ve toplum adetlerinin dinin emir ve yasakları ile birlikte değişmesi bakımından ahlakın evrimi
- Ahlakın iradi hareketlerimizin bilimi oluşu, dinin emirlerinin ve ahlak ilkelerinin benzer şekilde gaye oluşu

SONUÇ

Nurettin Topçu'nun ahlak ve toplum anlayışı, modern düşüncede ahlakın giderek olgusal ve toplumsal bir kategoriye indirgenmesine karşı geliştirilmiş güçlü bir felsefi itiraz olarak değerlendirilebilir. Topçu, ahlakı yalnızca toplumun birey üzerindeki zorlayıcı etkilerinin bir sonucu olarak ele alan yaklaşımların, ahlaki davranışın temelini oluşturan vicdan, irade ve hürriyet unsurlarını göz ardı ettiğini ortaya koymaktadır. Kuramsal ahlak ile pratik ahlak arasındaki ayrımı bu bağlamda temellendiren Topçu, ahlakın normatif ve ideal karakterini vurgulayarak, evrensel ve mutlak ilkelere dayanmayan bir ahlak anlayışının, ahlaki sorumluluğu anlamlı kılmasının mümkün olmadığını savunur. Ona göre ahlak, betimlenen bir toplumsal gerçeklik değil, insanın kendisini aşmaya yönelen iradi çabasının bir ifadesidir. Bu yönüyle Topçu'nun ahlak felsefesi, bireyi toplumsal yapılar içinde eriten sosyolojik yaklaşımlar ile ahlakı salt subjektif eğilimlere indirgeyen görüşler arasında özgün bir denge kurmaktadır. Ahlakı dinle ilişkisi içinde ele alması ise, ahlaki eylemi yalnızca dünyevi fayda ve uyum ilkeleriyle değil, aşkın bir gaye ve anlam ufkuyla temellendirme çabasının sonucudur. Topçu'ya göre gerçek ahlak ne zorunlu itaatten ne de alışkanlık haline gelmiş davranış kalıplarından doğar; aksine hür irade ile seçilen ödev bilincinde ve vicdanın içsel çağrısında şekillenir. Bu bakımdan Topçu'nun ahlak ve toplum anlayışı hem bireysel şahsiyetin inşasına hem de ahlakın felsefi derinliğinin korunmasına yönelik kalıcı bir düşünsel katkı sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Arslanğlu,İ. (2001). Ortaöğretimde Sosyoloji Ders Kitapları, Kastamonu Eğitim Dergisi, Sayı: 9/1, 63-80
Arslanoğlu, İ. (2000). Ortaöğretimde Sosyoloji Öğretimi, Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, Sayı: 4/2
Topçu, N. (1948). Toplumbilim Sosyoloji, Üçler Yayınevi, İstanbul.
Zabun, B. (1999). Türkiye'de Ortaöğretimde Sosyoloji Öğretimi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

NURETTIN TOPÇU'DA BILIM FELSEFESI VE BILIM SOSYOLOJISI ÖĞRETIMI: TOPLUM BILIM DERS KITABI KAPSAMI

Beyhan ZABUN
Prof. Dr.; Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Felsefe Grubu Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8974-9103
Aytekin DEMİRCİOĞLU
Prof. Dr.; Kastamonu Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Felsefe Bölümü, Türk-İslam Düşünce Tarihi Anabilim Dalı, 37150, Kastamonu, Türkiye.
ORCID: 0000-0003-4945-5519

Özet
Bu çalışmada, Nurettin Topçu'nun bilim felsefesi ve bilim sosyolojisine ilişkin görüşlerinin, ortaöğretim *Toplum Bilim* ders kitabı kapsamı çerçevesinde incelenmesini amaçlamaktadır. Topçu, bilimi yalnızca deneysel ve pozitivist bir bilgi alanı olarak değil; insanın ahlaki, metafizik ve toplumsal yönleriyle bütünleşmiş bir faaliyet olarak ele almaktadır. Onun bilim anlayışı, bilginin değerlerden bağımsız olamayacağını savunarak modern bilim anlayışına eleştirel bir perspektif sunmaktadır. Bu yaklaşım, bilim felsefesinde bilginin kaynağı, sınırları ve amacı tartışmalarıyla doğrudan ilişkilidir.
Bildiri kapsamında Topçu'nun pozitivizm eleştirisi, determinizm karşıtı tutumu ve bilimi ahlaki sorumlulukla temellendirme çabası, *Toplum Bilim* ders kitabında yer alan bilim, bilgi, yöntem, bilim-toplum ilişkisi ve sosyal değişme konularıyla ilişkilendirilerek analiz edilecektir. Ayrıca Topçu'nun bilimi toplumsal yapıdan ve kültürel bağlamdan bağımsız görmeyen yaklaşımı, bilim sosyolojisi açısından önemli bir referans olarak değerlendirilmektedir. Bilimsel bilginin üretiminde toplumun, değerlerin ve tarihsel koşulların rolüne yaptığı vurgu, öğrencilerin bilimi eleştirel ve bütüncül bir bakış açısıyla kavramalarına katkı sağlayabilecek niteliktedir.
Sonuç olarak bu çalışma, Nurettin Topçu'nun bilim felsefesi ve bilim sosyolojisine dair görüşlerinin, *Toplum Bilim* ders kitabı bağlamında felsefe ve sosyoloji öğretimine katkı sağlayabilecek alternatif bir düşünsel çerçeve sunduğunu ortaya koymayı hedeflemektedir.
Anahtar Kelimeler: Bilim felsefesi, bilim sosyolojisi, Nurettin Topçu

TEACHING PHILOSOPHY OF SCIENCE AND SOCIOLOGY OF SCIENCE IN NURETTIN TOPÇU'S WORKS: THE SCOPE OF A SOCIOLOGY TEXTBOOK

Abstract
This study aims to examine Nurettin Topçu's views on the philosophy of science and the sociology of science within the scope of the secondary school Sociology textbook. Topçu views science not only as an experimental and positivist field of knowledge, but also as an activity integrated with the moral, metaphysical, and social aspects of humanity. His understanding of science offers a critical perspective on the modern understanding of science by arguing that knowledge cannot be independent of values. This approach is directly related to the discussions in the philosophy of science regarding the source, limits, and purpose of knowledge.
Within the scope of this paper, Topçu's critique of positivism, his anti-determinist stance, and his effort to ground science in moral responsibility will be analyzed in relation to the topics of science, knowledge, method, science-society relations, and social change included in the Social Sciences textbook. Furthermore, Topçu's approach, which does not see science as independent of social structure and cultural context, is considered an important reference from the perspective of the sociology of science. His emphasis on the role of society, values, and historical conditions in the production of scientific knowledge can contribute to students'

understanding of science from a critical and holistic perspective. In conclusion, this study aims to demonstrate that Nurettin Topçu's views on the philosophy of science and the sociology of science offer an alternative intellectual framework that can contribute to the teaching of philosophy and sociology within the context of a Sociology textbook.
Keywords: Philosophy of science, sociology of science, Nurettin Topçu

Giriş

Ülkemizde Cumhuriyetin kuruluşu ile hemen hemen yaşıt olan ortaöğretimde sosyoloji öğretimi uygulanan programlar ve bu programlar doğrultusunda yazılan ders kitapları bakımından dönemsel farklı özellikler göstermektedir. Bu noktada program ve ders kitaplarının içeriklerinin dönemin siyasal iktidarının özelliklerini doğrudan yansıtması yaygın bir olgudur. Örneğin felsefe dersi öğretim programında din, metafizik, evrim, ahlak vb. konuların nasıl yer alacağı, ontoloji, bilim felsefesi kavram ve kuramlarını yer alıp almadığı dönem özeliklerine göre farklılaşmaktadır. Sosyoloji dersi öğretim programı ve bu kapsamda yazılan ders kitaplarında bilim sosyolojisi ise sadece 1937 programında yer aldığı için Topçunun bu program doğrultusunda 1948 yılında yazdığı kitapta bu içerik geniş kapsamlı olarak ele alınmıştır (Zabun, 1999, Arslanoğlu, 2000, 2001).

Bilimin kaynağı meselesi, bilgi felsefesinin ve sosyolojisinin temel problemlerinden biri olarak, insan düşüncesinin bireysel mi yoksa toplumsal bir zeminde mi şekillendiği sorusunu gündeme getirmektedir. Bu problem, özellikle modern bilim anlayışının ortaya çıkışıyla birlikte, bilimin doğuşunu açıklamaya yönelik biyolojik ve sosyolojik yaklaşımlar çerçevesinde ele alınmıştır. Türk düşünce hayatının önemli isimlerinden biri olan Nurettin Topçu, *Bilimin Sosyal Kaynağı* başlığı altında bu iki yaklaşımı tartışmaya açarak, bilimin yalnızca biyolojik ihtiyaçların ürünü olarak açıklanamayacağını savunmaktadır.

Topçu, biyolojik yaklaşımın temsilcilerinden biri olan Auguste Comte'un, bilimlerin teknik faaliyetlerden doğduğu yönündeki görüşünü eleştirel bir biçimde değerlendirir. Comte'a göre insan, biyolojik ihtiyaçlarının baskısıyla önce teknik araçlar geliştirmiş, ardından bu tekniklerin bir sonucu olarak bilimler ortaya çıkmıştır. Ancak Topçu, matematiğin herhangi bir teknik araca dayanmaksızın ortaya çıkmış ve bilimler arasında ilk kurulan disiplin olması gerçeğini hatırlatarak bu yaklaşımın yetersizliğine dikkat çeker. Bu eleştiri, bilimin kökenini yalnızca bireysel ve biyolojik zorunluluklarla açıklayan anlayışlara karşı güçlü bir itiraz niteliği taşımaktadır.

Topçu'nun benimsediği sosyolojik yaklaşım ise bilimin kaynağını din ve sihir gibi toplumsal kurumlarda aramaktadır. Ona göre bilimler, bireysel zekânın ürünü olarak değil, toplumsal hayatın belirli bir aşamasında zorunlu olarak ortaya çıkan sosyal olgular olarak anlaşılmalıdır. Bu bağlamda sihir, ilk cemiyetlerde bilimin öncülü bir faaliyet olarak değerlendirilmekte; matematik, fizik, kimya ve astronomi gibi bilimlerin kökenleri sihirsel ve dinsel pratikler üzerinden açıklanmaktadır. Topçu, din ile sihir arasındaki farkları ortaya koyarken, bilimin sihirle olan tarihsel ve yapısal benzerliklerine de dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada, Nurettin Topçu'nun bilimin sosyal kaynağına ilişkin görüşleri ele alınacak; özellikle din, sihir ve bilim arasındaki ilişkiler ile bilimin toplumsal temelleri üzerinde durulacaktır. Ayrıca nedensellik, zaman, mekân, bellek ve dil gibi düşüncenin temel ilkelerinin toplumsal yaşam içerisinde nasıl şekillendiği, Topçu'nun argümanları doğrultusunda incelenecektir. Böylece bilimin yalnızca teknik ya da bireysel bir faaliyet değil, aynı zamanda derin bir toplumsal arka plana sahip bir insan etkinliği olduğu gösterilmeye çalışılmıştır (Topçu, 1948).

Kitabın Künyesi:
Toplumbilim
Yayın Yılı: 1948
140 sayfa, Üçler Yayınevi

Kitap Kapsamında Bilim Felsefesi ve Bilimin Ortaya Çıkış Toplumsal Temelleri

Bilimin sosyal kaynağı başlığında Nurettin Topçu, birisi biyolojik diğeri sosyolojik olmak üzere iki temel yaklaşım olduğunu ele almaktadır. Comte'a göre bilimler tekniğin eseridirler. Biyolojik ihtiyaçların itmesiyle, harekete geçen insan, önce bu ihtiyaçları giderecek teknik araçları geliştirdi. Sonra her teknikten bilimler doğdu. Topçu, bu kurama, hiçbir tekniği sahip olmayan matematiğin varlığını hem de bilimler arasında ilk defa kurulmuş olduğunu belirterek itiraz etmektedir. Sosyolojik kuram bilimlerinin kaynağını din ve sihirde aramaktadır.

Din ve Sihir:

Topçuya göre din ve sihir iki bakımdan birbirlerinden ayrılmaktadır.

- Dindarın gözünde kainatı idare eden kuvvet Allah'tır. Dindan dileğinin kabul olması için Allah'a yalvarır. Sihir ise eserini mekanik bir şekilde ortaya çıkarmaya çalışır. Bu bakımdan teknik bir harekete benzer.
- Din toplumsal olduğu halde, sihir bireyseldir.

Bilimlerin Doğuşu:

Bilimlerin sihirden ya da sihir dolayısıyla dinden çıkmış oldukları tartışılmaktadır. Bunların sosyal kurumlar oldukları düşünülürse bilimlerin sosyal kaynaklardan çıktıkları anlaşılacaktır. Bilimler başlangıçta bireysel zekalar ürünü olarak görülmediler. Toplumsal hayatın bir safhasında zorunlu olarak ortaya çıktılar. Bilimlerin her bir eski cemiyetlerin sihir yapıcıları tarafından ortaya çıkartıldı. Sayılar üzerinden sihir çalışmaları, tekrarlanabilirlik, sayılar arası ilişkiler matematiği geliştirdi. Büyü için cisimlerin hareketlerini inceleyenler fiziği, aynı şekilde büyü ve simya için maddenin yapısını inceleyenler kimyayı ortaya çıkardı. Astroloji ile insanlar yıldızlar üzerinden anlamaya çalıştıkları şeyler bakımından astronomiyi geliştirdiler.

Sihir ve Bilim

Topçu'ya göre, doğrudan doğruya sihirden çıktığı düşünülen bilimlerle bizzat sihir arasında esaslı benzerlikler söz konusudur.

- Sihir ferdi aynı şekilde bilim de ferdidir. Bilgin bilimsel, deneysel çalışmaları ile münzevi yaşamak zorundadır. Onun cemiyeti yoktur. Bilim bütün zekaların ortak malıdır.
- Sihir ve bilim her ikisi de nedensellik ilkesini kullanır. Ancak sihirde nedensellik büyülü bir nedensellik iken bilimde nedensellik mekanik bir nedenselliktir.

Bilimlerin Toplumsal İlkeleri:

Yalnız bilimlerin değil, aklın ilkelerinden olan çelişmezlik tasarımının, nedensellik, uzay, zaman gibi bilgilerin ilkeleri ile bellek ve değer yargılarının ve nihayet bütün ruhi yaşantımızın ifadesi olan dilin hep sosyal yaşam ile ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Bu düşüncenin ilkel insanlarda olmayışının örneğini Levy Brühl'den veren Topçu, ilkel insanın hem kendisi olduğu hem de aynı zamanda kabilesinin totemi olan hayvan olduğu düşüncesine sahip olması ile örneklendirmektedir.

İlk nedensellik düşüncesi de ilk uzay düşüncesi ve tasarımı da Topçu'ya göre toplumsaldır. Uzayı incelerek oluşan ilk yön, doğrultu düşünceleri toplumsal bağlamlarda ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde zaman fikri de toplumsaldır yani toplumun eseridir. İnsanın anlayabildiği zaman tamamen astronomik olan soyut zaman değildir. İnsana göre zaman belli başlı sosyal olaylardan bazılarını bölme gibi kabul ederek, diğer sosyal olayları bunların arasına yerleştirerek öncelik ve sonralık bağlantısını kurmaktır. Bir takım sosyal olaylarla somutlaşmayan zamanın tanımlanması mümkün değildir, böyle bir zaman tayin edilemez. Zaman fikri insan zihninin

işleyişinin temel özelliklerinden birisidir. Bu bağlamda bellek için bilinç şarttır. Belleksiz de bilinç olmaz. Her an elde ettiği bilgileri zayi eden bir bilinç düşünülemez. Düşünce belleğe, o da zaman tasarımına dayanır. Zaman fikri de toplumsal olduğuna göre, aynı şekilde bilme de toplumsal olarak ortaya çıkmaktadır. Dilin de toplumun ürünü olduğu yukarıda belirtilmiştir. Topçu'ya göre bütün bunlar, bilimler gibi, onları meydana getiren düşüncemizin ilkeleri ve başlıca fonksiyonları da toplumun eseri olarak meydana çıkmıştır.

Sonuç

Nurettin Topçu'nun bilimin sosyal kaynağına ilişkin yaklaşımı, bilimi yalnızca teknik gelişmelerin ya da bireysel zekânın bir ürünü olarak gören indirgemeci anlayışlara karşı güçlü bir alternatif sunmaktadır. Topçu'nun özellikle matematiği merkeze alarak biyolojik ve teknik kökenli açıklamalara yönelttiği eleştiri, bilimin ortaya çıkışında toplumsal şartların belirleyici rolünü açığa çıkarmaktadır. Din ve sihir gibi kolektif bilinç alanlarından doğan bilimler, ilk aşamalarında pratik ve büyüsel amaçlara hizmet etmiş olsa da zamanla mekanik nedensellik ilkesine dayalı, sistemli ve evrensel bilgi biçimlerine dönüşmüştür. Bu dönüşüm, bilimin kökeninde yer alan toplumsal unsurların zamanla rasyonel bir yapı kazanarak bilimsel düşüncenin temelini oluşturduğunu göstermektedir.

Öte yandan Topçu'nun yalnızca bilimleri değil, düşüncenin temel ilkelerini de toplumsal yaşamla temellendirmesi, bilginin doğasına dair kapsamlı bir perspektif sunmaktadır. Zaman, mekân, nedensellik, bellek ve dil gibi zihinsel kategorilerin bireyden önce toplumsal ilişkiler içinde şekillenmesi, bilmenin özünde sosyal bir faaliyet olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçevede bilim, bireysel bir yalnızlık içinde üretilse bile, anlamını ve sürekliliğini toplumdan almaktadır. Topçu'nun yaklaşımı, bilimi insanın toplumsal varoluşunun ayrılmaz bir parçası olarak konumlandırmakta ve modern bilim anlayışına, sosyal temellerini hatırlatan eleştirel ve bütüncül bir katkı sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Arslanğlu,İ. (2001). Ortaöğretimde Sosyoloji Ders Kitapları, Kastamonu Eğitim Dergisi, Sayı: 9/1, 63-80

Arslanoğlu, İ. (2000). Ortaöğretimde Sosyoloji Öğretimi, Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, Sayı: 4/2

Topçu, N. (1948). Toplumbilim Sosyoloji, Üçler Yayınevi, İstanbul.

Zabun, B. (1999). Türkiye'de Ortaöğretimde Sosyoloji Öğretimi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

GELECEĞİN EKONOMİSİ VE TOPLUMUNU ŞEKİLLENDİREN BİR MEGA TREND: YAPAY ZEKA

Doç. Dr. Ayşe ASİLTÜRK
Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
Trabzon Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu
ORC-ID: 0000-0002-6221-6208

Özet
Mega trendler, toplumları ve ekonomileri global ölçekte uzun vadeli etkileyen, teknolojiyi kökten değiştiren dönüştürücü güçlerdir. Örneğin, büyük veri, nesnelerin interneti, robotik ve yapay zeka gibi dijital teknolojilerin geliştirilmesi ve kullanımıyla sektörlerde iş yapış biçimleri dönüşmekte; şehirler daha akıllı hale getirilmekte; dijital sağlık uygulamaları artmakta; iklim kriziyle mücadelede yeşil enerji ve döngüsel ekonomi uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Mega trendler, küresel fırsatlar ve zorluklar açığa çıkararak, sektörler üzerinde derin etkiler meydana getirmeleri nedeniyle sıradan trendlerden farklıdırlar. Zamanında anlaşılması, toplumların araştırma, iş ve politika alanlarında stratejik planlamalar yaparak, mega trendlerin fırsatlarından yararlanıp, tehditlerinden korunmaları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma geleceğin ekonomisi ve toplumunu şimdiden şekillendirmeye başlayan bir mega trend olarak yapay zekayı stratejik bir bakış açısıyla ele almaktadır.
Anahtar kelimeler: mega trendler, dünya toplumları, dijital teknolojiler, yapay zeka, stratejik yönetim

A MEGA TREND SHAPING THE FUTURE OF ECONOMY AND SOCIETY: ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract
Megatrends are transformative forces that have a long-term impact on societies and economies globally, fundamentally altering technology. For example, the development and use of digital technologies such as big data, the Internet of Things, robotics, and artificial intelligence are transforming business practices across sectors; cities are becoming smarter; digital health applications are increasing; and green energy and circular economy practices are becoming widespread in the fight against the climate crisis. Megatrends differ from ordinary trends because they reveal global opportunities and challenges and have profound impacts on sectors. Understanding megatrends in a timely manner is crucial for societies to strategically plan in research, business, and policy, to capitalize on their opportunities and protect themselves from their threats. This study strategically examines artificial intelligence, a megatrend already shaping the future economy and society.
Keywords: megatrends, world societies, digital technologies, artificial intelligence, strategic management

GİRİŞ

Mega trendler, dünyanın sadece bir bölümünü, bölgesini veya ülkesini etkileyen bir durum olmayıp; tüm dünyayı yönlendiren büyük bir dönüştürücü gücün etkisiyle oluşan küresel yönelim veya eğilimleri ifade etmektedir (Abeyratne, 2020). Bu kavram ilk kez John Naisbitt (1982) tarafından "Megatrends Ten New Directions Transforming Our Lives" isimli eserinde ortaya atılmıştır (Churski vd., 2021). Shkurupii vd. (2022) megatrend kavramını, "birbirine bağlı, karşılıklı belirlenmiş, ekonomik, politik, sosyo-kültürel ilişkiler, insanın doğayla

etkileşiminin modellerini belirleyen istikrarlı ve uzun vadeli süreçler" olarak tanımlamaktadır. Hajkowicz (2015) ise megatrendleri, bireyleri, toplumları ve şirketleri serbest düşüşe sürükleme potansiyeline sahip, kademeli ancak güçlü değişim yörüngeleri olarak tasvir etmektedir.

Literatürde mega trendler ile ilgili çeşitli tanımlamalar, örnekler ve sınıflandırmalar sunulmaktadır. Başlıca mega trendler arasında "akıllı şehirler, artan eşitsizlik, dijitalleşme, iklim değişikliği, kentleşme, sürdürülebilirlik, sürdürülebilir finans ve yeşil ekonomi" yer almaktadır (Kuhn & Margellos, 2022). Retief vd. (2016) temel mega trendleri "demografi, güç kaymaları, iklim değişikliği, kaynak kıtlığı, kentleşme, teknolojik yenilik" olmak üzere altı kategoride incelemektedir. Bir başka çalışmada değişimi yönlendirdiği düşünülen dört mega trend kümesi, "çevresel baskılar, demografi, hızlı teknolojik gelişme, değişen güç" olarak ifade edilmiştir. Birçok diğer yerel, ulusal ve bölgesel eğilim bu mega eğilimlerle etkileşim içerisindedir (Artuso & Guijt, 2020). Diğer taraftan bazı çalışmalarda Batı'dan Doğu'ya küresel ekonomik kayma ve küresel bağlantısallık mega trend örneği olarak sunulmaktadır (Abeyratne, 2020).

Hajkowicz (2015), Küresel Megatrendler adlı kitabında yedi küresel değişim modelini tanımlamıştır. Bunlar,

- Asya ve gelişmekte olan dünyada hızlı ekonomik büyüme ve kentleşme,
- biyoçeşitliliği ve küresel iklimi koruma mücadelesi,
- değişen demografik yapı ve yaşlanan nüfus,
- doğal kaynakların kıtlığı,
- inovasyon zorunluluğu,
- tüketicilerin hizmetler, deneyimler ve sosyal etkileşim beklentileri,
- yeni dijital teknolojilerin etkileridir.

Deyneka vd. (2022) çalışmasında dünya ekonomisinin gelişimindeki küresel eğilimleri, istikrarsızlaştırıcı faktörlerin etkisini ve post-endüstriyel üretim biçiminin oluşumundan kaynaklanan mega trendlerin seçimini incelemiştir. Bu çalışmada Covid-19 pandemisi, çevresel, demografik sorunlar, dünyanın çok kutupluluğunun oluşumu, dijitalleşme süreçlerinin yayılması, enerji dengesizlikleri, jeopolitik gerilimler, savaşlar, siyasi istikrarsızlık gibi çeşitli tehditlere, risklere ve zorluklara yanıt verilerek sürdürülebilir bir ekonominin geliştirilmesinde küresel bir eğilimin korunduğu gösterilmektedir.

Gelecekte de etkili olmaya devam etmesi beklenen mega trendler arasında bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimi, dijitalleşme, kaynak kıtlığı, kentleşme artışı ve iklim değişiklikleri yer almaktadır. Malik & Janowska (2018) çalışmasında çevresel değişimler, demografi, dijitalleşme, jeopolitik dönüşümler ve kentleşmenin en belirgin ve kalıcı megatrendler olduğuna işaret etmektedir.

MEGA TRENDLERİN ÖNEMİ VE ANALİZİ

Mega trendler bir toplumun ilerlemesinde önemli bir değişimi temsil etmekte; varoluşsal yaşamı etkileyerek insanlar, süreçler ve verileri, jeopolitik istikrarsızlığı birbirine bağlamaktadır (Abeyratne, 2020). Mega trendlerin getirdiği değişiklikler birkaç nesli kapsayabildiği için insanlığın uzun vadeli gelişimini etkileyebilen, toplum ve şirketlerin rekabet ortamını derinden değiştirebilen, çok sayıda, tüm faaliyet alanlarının gelişimini içeren küresel ölçekte ilgi çeken trendlerdir (Longo vd., 2021).

Shkurupii vd. (2022) küresel ekonomik sistemin evrimini şekillendiren, modern toplumun yaşamını değiştiren ana megatrendleri incelemiş; Dördüncü Sanayi Devrimi çağındaki küresel eğilimleri ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırma bulguları, uzun vadeli ve istikrarlı süreçler olarak megatrendlerin ekonomik, politik, sosyo-kültürel ilişkiler ile insan-doğa etkileşimini birlikte belirlediğini ve megatoplumun bu megatrendlerin etkisiyle oluşan çok boyutlu bir yapı olduğunu göstermektedir.

Dünyayı şekillendiren bu hızlı değişimleri anlamlandırmak, etkili stratejiler belirlemek için önemlidir. Bu bağlamda, birçok düşünce kuruluşu, uluslararası örgüt ve danışmanlık şirketi mega trendleri analiz etmektedir (Artuso & Guijt, 2020). Modern toplumun, çelişkili, son derece karmaşık ve çok faktörlü bir gelişim süreci içinde sürekli değiştiği, bir çatallanma noktasından diğerine geçerek sayısız değişime uğradığı görülmektedir. Bu bağlamda geleceğe yönelik perspektif stratejileri ve risk yönetimi geliştirebilmek için, toplumsal eğilimleri tanımlayacak analitik ve öngörücü bir araç setine ihtiyaç vardır (Shkurupii vd., 2022). Sosyoekonomik gelişim süreçlerinin yönünü ve hızını belirleyen megatrendlerin analizi, dönüşüm, ekonomik entegrasyon, küreselleşme ve post modernizasyon süreçlerini içermektedir (Churski vd., 2021).

Shkurupii vd. (2022) küreselleşmenin karşılıklı bağımlılık düzeyi değişse de insanlık tarihinde sürekliliğini koruyan bir megatrend olduğunu; ülkeler ve orta ölçekli ekonomik yapılar arasındaki karşılıklı bağımlılık derecesinin periyodik olarak değiştiğini; Dördüncü Sanayi Devrimi ile birlikte akıllı ekonomiye karşılık gelen, yenilikçi, bilgiye dayalı, akıllı bir yönetim sistemi olan akıllı üretimin öne çıktığını; yeşilleşme eğiliminin üretim, tüketim ve ekonomide sürdürülebilirliğe yönelik sistemik dönüşümleri gerektirdiğini vurgulamaktadır.

Mega trend analizlerinin ne ölçüde örtüşdüğü, farklılık gösterdiği, benzer içgörülere yol açıp açmadığı sorgulanabilir. Ancak eğilim analizinin doğasında bir belirsizlik mevcuttur. Yani hiçbir tartışma veya veri, dünyanın farklı bölgelerinde veya belirli insan grupları için mega trendlerin kapsamı, hızı veya sonuçları hakkında kesinlik sağlayamamaktadır. Trendleri ve olası senaryoları analiz etmek, ortaya çıkanlar hakkında gerçekçiliğe dayalı eleştirel düşünceye olanak tanıyacaktır (Artuso & Guijt, 2020).

Malik & Janowska (2018) çalışması ekonomik ve sosyal söylemin çeşitli alanlarında megatrendlerin kullanımını analiz etmekte; 2010–2018 yılları arasındaki literatür taramasına dayanmaktadır. Çalışmanın bulguları, megatrendlerin çeşitli sosyo-ekonomik alanların analizi, seçilmiş sektörlere yönelik gelecek öngörüleri, yönetim ve iş uygulamalarındaki dönüşümler konularında yoğunlaştığını göstermektedir.

Retief vd. (2016), temel küresel mega trendleri belirleyerek, bilinen çeşitli zorluklar çerçevesinde bu trendlerin çevresel değerlendirme uygulamaları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada söz konusu mega trendlerin etkileri; iletişim/katılım, karmaşıklık ve belirsizlikle başa çıkma, verimlilik/çevresel değerlendirmede önem bağlamında ele alınmıştır. Bu analiz çevresel değerlendirme uygulamalarında artan belirsizlik ve beklenmedik olaylar, bilgi-iletişim yönetimi sorunları, kaynak kısıtları ile tahmin doğruluğunun zorlaşması gibi önemli güçlüklerin öne çıktığını göstermektedir. Mega trendler ise, tek bir öngörülebilir gelecek

anlayışı yerine, çoklu senaryolara dayalı, uyarlanabilirlik, sistem direnci bağlamında bir yaklaşımın gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Śliwiński & Puślecki (2021) çalışması stratejik ve tüketici zorlukları bağlamında 2030 yılına kadar demografi, küreselleşme, sürdürülebilir kalkınma ve teknoloji mega trendlerinin gelişim vizyonunu göstermektedir. Örneğin, nüfus artışı işletmeler için birçok fırsata yol açarken; aşırı kalabalıklaşma, doğal kaynakların tükenmesi, küresel ekonomide güç dengelerinde kaymalara neden olmaktadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir kalkınma mega trendi, küresel toplumun dikkatini sürdürülebilir ekonomik büyümenin avantajlarına çekmek amacıyla oluşturulmuştur. Birleşmiş Milletler (BM 2020) raporu demografik eğilimler, eşitsizlikler, iklim değişikliği, kentleşme ve gelişen teknolojilerin tek tek ve birlikte, toplumları nasıl dönüştürdüğünü ve ülkelerin BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ulaşma yeteneklerini nasıl etkilediğini analiz etmektedir. Trendler arasındaki bağlantılar ve trendlerin politika yoluyla nasıl temelden şekillendirilebileceği, böylece bireysel ve kolektif etkilerinin çeşitli boyutlarıyla sürdürülebilir kalkınmayı nasıl destekleyebileceği ele alınmaktadır. Bu rapor, büyük trendlerin evrimini değiştirmede etkili olabilecek bir dizi politika ve müdahalenin belirlenmesinde rehberlik edecek ilkeleri ortaya koymaktadır.

Dünyayı şekillendiren mega trendler ülkelerin ekonomilerini; büyük, orta, küçük işletmeleri ve tüketicileri etkilemektedir. Śliwiński & Puślecki (2021b) çalışmasında iş ve tüketici stratejilerini etkileyen başlıca mega trendleri; demografik değişim, siyasi ve ekonomik güç merkezlerindeki kayma, küreselleşme ve sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde ele almaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin artan önemi ve doğal kaynakların azalması, küresel ekonomi, kurumsal stratejiler ve tüketici davranışları üzerinde belirleyici etkiler meydana getirmektedir.

D'Cruz vd. (2022) çalışması dijital teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanmasında iş etiğini merkeze alan insan odaklı yaklaşımların önemini vurgulamaktadır. Teknoloji, Kurumsal Sosyal Sorumluluk 3.0'ın yeniçağı için belirleyici koşuldur. Büyük teknoloji şirketlerinin artan toplumsal etkisi, küreselleşme, yapay zekâ ile şekillenen kurumsal sosyal sorumluluk 3.0 anlayışı, yeşil dönüşüm gibi mega trendler, iş dünyası ve çalışanların geleceğini yeniden biçimlendirmektedir. Küreselleşme, ekonomilerin yeşilleşmesi, göç gibi mega trendler, insan kaynağının geleceğini daha önce hayal bile edilemeyecek şekillerde değiştirmektedir.

TEKNOLOJİ VE MEGA TREND İLİŞKİSİ

Piyasa ekonomisine sahip, gelişmekte olan tüm bölgeler için artan jeopolitik riskler, yüksek enflasyon, gıda kıtlığı, finansal baskılar ve artan kredi maliyetlerinin ekonomik büyümeyi tehdit etmesi, bu risklerin olumsuz etkisini azaltma ihtiyacı, toplumda ekonomik büyümeyi hızlandıracak ve piyasa faaliyetini yeniden canlandıracak post-endüstriyel teknolojilere dayalı yeni kalkınma arayışlarını hızlandırmaktadır. Nano, biyo, bilgi ve bilişsel teknolojiler ile BM'nin tanımladığı yeni ekonomi modelleri (biyolojik büyüme, eksabayt, izlenimler, karbon nötr, kapalı döngü, refah), post-endüstriyel üretim biçiminin temel mega trendleri olarak öne çıkmaktadır (Deyneka vd., 2022). Örneğin, yapay zekâ ve robotik insanlığın gelişimi için büyük önem taşıyan teknolojiler olarak görülmekte; endüstriyel ve hizmet robotları olgunluk dönemini yaşamakta; teknolojik cihazların seri üretim maliyetleri düşerken, zengin bir dizi destekleyici teknoloji geliştirilmektedir (Molfino vd., 2024).

Toplumsal düzeyde teknolojik mega trendlerin dijitalleşme, Endüstri 4.0 ve yeni teknolojiler (nesnelerin interneti, yapay zeka (YZ) vb.), inovasyon, küreselleşme ve sürdürülebilirlik ile yakından ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. 549 Scopus ve 291 WoS makaleyi analiz eden Jeflea vd. (2022) teknolojik mega trendler üzerine yayınların 1982 yılında başladığını, 2010 yılından sonra artış eğilimi gösterdiğini; en önemli kaynakların Advances in Intelligent Systems and Computing, Harvard Business Review, Nature, SAE Technical Papers, Sustainability, Technological Forecasting and Social Change, VDI Berichte olduğunu tespit etmiştir. Benzer olarak Śliwiński & Puślecki (2021) yeni araştırma bulguları ve kamuya açık bilgiler ışığında artırılmış gerçeklik, dijitalleşme, nesnelerin interneti, sanal gerçeklik ve yapay zekânın geleceğine dair vizyonu ortaya koymaktadır.

Yapay zekâ araştırmaları, bilgisayar bilimi, işletme, matematik, mühendislik, muhasebe, sosyal bilimler, yönetim gibi disiplinler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. YZ'ye akademik ilgi artmakta; önde gelen araştırma yayın organlarında çok sayıda çalışma yayınlanmakta; böylece çok disiplinli ve zengin bir literatür oluşmaktadır (Dwivedi vd., 2023).

BİR MEGA TREND OLARAK YAPAY ZEKÂ

Küresel riskler karşısında dünya ekonomisindeki temel eğilimleri ve mega trendleri inceleyen Deyneka vd. (2022) ekonomik mega trendlerin, teknolojik devrimler ve üretim biçimindeki dönüşümler sonucunda oluştuğunu, toplum yaşamının mevcut aşamasının, post-endüstriyel ilişkilerin gelişiminin başlangıcını temsil ettiğini; post-endüstriyel dönemde teknik, ekonomik ve sosyoekonomik ilişkilerin, YZ gibi temel yeniliklere dayanan uzun vadeli ekonomik kalkınma vektörlerini belirlediğini; mega trendlerin, uzun vadeli vektör değişikliklerinin tezahürleri olduğu belirtilmektedir. Śliwiński & Puślecki (2021b) çalışmasında genel dijitalleşme mega trendi içinde artırılmış ve sanal gerçeklik, nesnelerin interneti, sosyal medya ve YZ gibi önemli teknoloji mega trendlerine yer vermiştir.

Yapay zekâ toplum, işletmeler ve çevrenin çeşitli boyutları üzerinde kökten, dönüştürücü etkiler meydana getiren ve hızla gelişen yıkıcı bir teknolojiler kümesidir. Dijital bilgi işlem cihazlarının yaygınlaşması ve büyük verinin ortaya çıkmasıyla birlikte, YZ toplum ve işletme kuruluşları için giderek daha önemli fırsatlar sunmaktadır (Dwivedi vd., 2023).

Mega trendler, YZ gibi yeni teknolojilerin sunduğu olanaklar sayesinde mümkün olmakta, bu teknolojilerden etkilenerek kültürel modellerde değişikliklere yol açmaktadır (Longo vd., 2021). Yapay Zekâ hızla gelişerek çeşitli sektörleri ve toplumsal işlevleri dönüştürmektedir (Akinnagbe, 2024). Parkhomchuk (2023) çalışması yapay zekânın çevresel yaklaşımları dönüştürme, üretim verimliliğini artırma, küresel zorluklarla mücadele ve tıbbi teknolojiler geliştirme gibi yaşamın tüm alanlarında önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

1950'lerde gelişimi başlayan yapay zekâ, bankacılık, eğitim, sağlık, ve ulaşım gibi birçok sektörde dönüştürücü bir güç haline gelmiştir (Akpabio vd., 2024). Yapay zekâ alanındaki evrim, teoriler ve teknikler tarafından şekillendirilen dramatik devrimlerle, insanlığın gelişimini ilerletmektedir. 2000–2015 döneminde hızlı ve yukarı yönlü bir büyüme eğilimi göstermiştir. Çok disiplinli ve hızlı büyüyen özellikleri, yapay zekâyı anlaşılması zor bir alan haline getirmektedir. Liu vd. (2018) çalışması, disiplinin en üst düzey 9 dergisi ve en üst düzey 12 konferansından çıkarılan yayın meta verilerini analiz ederek, yapay zekâ alanının sürdürülebilir bir gelişim içinde olduğunu; etkisinin artmaya devam ettiğini göstermektedir.

Endüstrilerde devrim meydana getirme ve insan deneyimlerini iyileştirme potansiyeline sahip yapay zekâ, derin öğrenme, doğal dil işleme ve makine öğrenimi gibi diğer teknolojiler tarafından hızlandırılmaktadır (Akpabio vd., 2024). Derin öğrenme, doğal dil işleme ve üretken düşman ağları gibi temel YZ teknolojileri, YZ uygulamalarını yeni zirvelere taşımaktadır. YZ alanındaki bu gelişmeler otonom sistemlerin dünyada yaygınlaşmasını, sağlık hizmetlerinde doğru teşhisler ve finans sektöründe tahmine dayalı analizlerle devrim meydana getirmektedir (Vinothkumar & Karunamurthy, 2023).

Akinnagbe (2024) çalışmasında, makine öğrenimi ve derin öğrenmedeki yenilikler, yapay zekânın sektörlerde genişleyen rolü, insan-makine işbirliğini geliştirmedeki rolü, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik sorunlarına çözüm bulma potansiyeli gibi temel eğilimleri, kuantum hesaplamanın YZ üzerindeki etkisi, otonom sistemlerdeki gelişmeler, donanımsal yenilikler, yapay genel zekânın ortaya çıkışı gibi YZ'nın geleceğine dair tahminleri ele almaktadır.

YZnın, toplumsal mega trendlere çözüm bulma potansiyeli incelenen konular arasındadır. Haluza & Jungwirth (2023) OpenAI tarafından geliştirilen GPT-3 kullanarak dijitalleşme, iklim değişikliği, kentleşme, küreselleşme, küresel sağlık sorunları, otomasyon ve mobilite, yaşlanan nüfus için yapay zekânın faydalarını araştırmış; gelişmekte olan pazarlar ve sürdürülebilirlik konularıyla ele almıştır. Benzer daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulsa da bu araştırma sonuçları, mega trendlerin zaman içinde nasıl geliştiği ve hangi çözümlerin uygulanabileceğine dair içgörüler elde edildiğini; doğru kullanıldığında olumlu bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.

Günümüzde, büyük teknolojik yeniliklerin etkisiyle insanlar hareket ve düşünme biçimlerini dönüştürmektedir. Bu nedenle örneğin, stratejik mobilite planlamasında mega trendlerin belirlenmesi ve izlenmesi, bu yeni ihtiyaçlara yanıt veren yeni mobilite modellerinin oluşturulması yatırımların doğru yönlendirilmesi açısından kritik önemdedir (Longo vd., 2021).

Koppel & Parkhomchuk (2022) küresel kalkınmanın mega trendlerini kavramsal ve uygulamalı boyutlarıyla ele alarak, siber devrim, bilgi toplumu, ağ yapılarının yükselişi ve hiper tüketim gibi mega trendlerin dünya siyaseti üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Dünyanın modern siyasi örgütlenmesinde bir dönüşüm yaşandığı ifade araştırmacıya göre uluslararası lider aktörlerin hiyerarşisinde bir değişim, küresel liderlik kurumunda kriz, lider küresel aktörlerin gücünün yeniden düşünülmesi, yeni potansiyel siyasi ve ekonomik küresel liderlerin ortaya çıkması öngörülmektedir.

Dwivedi vd. (2021) çalışmasında sanayi devriminden itibaren teknolojideki önemli gelişmelerin çok sayıda manuel görevi ve süreci içeren fiziksel emeği dönüştürdüğünü; günümüzde ise yapay zekânın, endüstriyel, entelektüel ve sosyal uygulamaların geniş bir yelpazesinde insanın görevlerini benzer biçimde dönüştürme ya da ikame etme potansiyeline sahip olduğunu vurgulamaktadır. Yapay zekâ alanındaki hızlı ilerleme ve otonom karar verme yetenekleri, sürekli yenilik için yeni fırsatlar oluşturmakta; birçok sektörde köklü değişimlere yol açabilecek güçlü bir etkiye yol açmaktadır.

Yapay Zekâ alanında son yıllarda, derin öğrenmeyle ilgili bağlantıcı yaklaşımların artışıyla birlikte hızlı bir gelişme yaşanmaktadır. Shao vd. (2022) bağlantıcı yaklaşımların gelişiminden yola çıkarak, AMiner araçları ve veri kümelerinin yardımıyla,YZ gelişim bağlamını incelemiştir. Araştırma bulguları, son on yılın öne çıkan beş temasının "kendi kendine öğrenen ve kodlayan algoritmalar, önceden eğitilmiş modeller, pekiştirmeli öğrenme, tipik derin öğrenme algoritmaları ve tekrarlayan sinir ağları algoritmaları" olduğunu; bu kritik parçaları birleştirerek, gelecek beklentileri ile yeni nesil YZ konularını tartışmaktadır. Genel YZ araştırmalarının entelektüel yapısı ve kavramsal yapısının evrimini haritalamayı amaçlayan Dwivedi vd. (2023) ise makine öğrenimine dayalı yapısal konu modellemesini kullanmıştır. Araştırma sonucunda döngüsel ekonomi, karar verme, sağlık hizmetleri, sürdürülebilirlik, sürdürülebilir tedarik zinciri ve tüketiciler tarafından YZ'nin benimsenmesi temalarını belirlemiş ve yapay zekânın farklı disiplinler üzerindeki güçlü etkisini göstermiştir.

BİR MEGA TREND OLARAK YAPAY ZEKÂNIN ETİK BOYUTU

Ekonomi, ekoloji, güvenlik, tıp gibi toplum ve insan yaşamının yönlerini etkileyen YZnın küresel kalkınmadaki rolü, giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu nedenle, yapay zekânın potansiyeli analiz edilerek, temel faydaları ve tehditleri belirlenmelidir. Sürdürülebilir küresel kalkınma için bu teknolojinin en iyi şekilde kullanım yolları ele alınmalıdır (Parkhomchuk, 2023).

Demografik değişim ve otomasyon, makroekonomiyi şekillendiren iki ana yapısal eğilimdir. Basso & Jimeno (2021)nun çalışmasında sunduğu genel denge modelinde, demografi ve teknolojinin ekonomik büyümeye etkilerini incelemekte; inovasyon ve otomasyon arasındaki denge nedeniyle, düşük doğurganlık ve nüfus yaşlanmasının kişi başına GSYİH büyümesini ve işgücü gelir payını azalttığını göstermektedir. Bu etkilerin şiddeti ise alternatif işgücü piyasası yapılanmaları ve robotların ekonomiye entegrasyon biçimine göre değişmektedir (Molfino vd., 2024).

Ancak YZ'nın hızlı evrimi "önyargılar, veri gizliliği, otomasyon ile iş kaybı arasındaki hassas dengenin kurulması" gibi etik ve sosyal hususlar bağlamında kritik zorlukları gündeme getirmektedir (Vinothkumar & Karunamurthy, 2023). Bu yeni ve güçlü teknolojiyi doğru yönde kullanırken, etik değerler insan davranışına rehberlik etmelidir (Molfino vd., 2024).

Dadashova & Namaev (2024) çalışmasında yapay zekâ gelişiminin mevcut durumunu, yaşamın çeşitli alanları ve toplum üzerindeki potansiyel etkisini analiz etmiştir. Mevcut teknolojiler ve eğilimler üzerinden gelecek senaryolarını analiz eden bu çalışmada yapay zekâ gelişiminin ana yönleri (daha verimli makine öğrenme algoritmalarının geliştirilmesi, yapay zekâ ile insan etkileşiminin iyileştirilmesi gibi), YZ uygulanmasıyla ilişkili potansiyel riskler ve etik sorunlar belirlenmiştir.

Yapay zekânın hızla ve katlanarak geliştiğini vurgulayan Jaglan & Punjeta (2025) bu gelişimi günlük yaşam, iş dünyası ve teknolojiyi dönüştüren temel YZ trendleri üzerinden incelemektedir. Çalışmada, etik yapay zekâ çerçeveleri, otonom sistemler, üretken yapay zekâdaki gelişmelerin dünya çapındaki sektörleri nasıl dönüştürdüğü; hiper kişiselleştirmenin, yapay zekâ destekli yaratıcılığın ve yapay zekânın sağlık, eğitim ve finans alanlarına entegrasyonunun yükselişi ele alınmaktadır.

Düzenleyici çabalar ve işbirlikçi girişimler, yapay zekânın etik ve politika boyutlarını şekillendirerek teknolojiyi toplumsal değerlerle uyumlu hale getirmektedir (Vinothkumar & Karunamurthy, 2023). Akinnagbe (2024) yapay zekânın dönüştürücü potansiyeli bağlamında olumlu ve sürdürülebilir toplumsal etki sağlamak için etik uygulamaları savunmaktadır. Araştırmacı, algoritmik önyargı, gizlilik, küresel yönetişim ihtiyacı gibi etik ve toplumsal zorlukları inceleyerek, disiplinlerarası işbirliği, açıklanabilir, sağlam, dayanıklı, sorumlu yapay zekâ modelleri /uygulamalarına odaklanılması gerektiğine dikkat çekmektedir.

Vinothkumar & Karunamurthy (2023) genelleştirilmiş YZ modelleri arayışı sürerken, açıklanabilir YZ, birleşik öğrenme ve YZ'nın uç noktalara entegrasyonu gibi yeni trendlerin heyecan verici beklentiler oluşturduğunu, ancak veri kalitesi ve alan uyarlanabilirliğinin endişe kaynağı olmaya devam ettiğini ifade etmektedir.

Çağımızın en önemli teknolojik mega trendi olan YZnın uyumlu kullanımının sağlanması, gelecekte sürdürülebilir küresel kalkınma için önemli bir zorluk olarak görülmektedir. Parkhomchuk (2023) bu alanda daha fazla gelişme için aşağıdakilerin yapılmasının önemli olduğunu vurgulamaktadır:

- bireysel hak ve özgürlükleri korumak ve suistimalleri önlemek için yz kullanımına ilişkin uluslararası etik standartlar oluşturmak,
- yz kullanımını koordine etmek ve deneyimleri paylaşmak amacıyla ülkeler ve uluslararası kuruluşlar arasında işbirliğini teşvik etmek,
- büyüyen yz dünyasında veri güvenliği ve gizliliğini sağlamak için uluslararası standartlar ve politikalar geliştirmek.

Vinothkumar & Karunamurthy (2023) etik hususları korurken yapay zekânın dönüştürücü potansiyelinden yararlanmak için sorumlu yapay zekâ geliştirmenin gerekliliğini vurgulamaktadır. Yapay zekâ modellerindeki önyargı, gizlilik ve veri güvenliği endişeleri ve otomasyonun istihdam üzerindeki etkisi gibi sorunların dikkatlice değerlendirilmesi ve riskleri azaltmak için proaktif önlemler alınmasını gerektirmektedir. YZnın beklenen faydaları en üst düzeye çıkarılması ve olumsuz etkileri en aza indirmesi için işbirlikçi YZ ve insan merkezli yaklaşımlar önem arz etmektedir (Akpabio vd., 2024). YZ ile birlikte gündeme gelen etik, sosyal ve yasal sorunlar, yenilikler ile toplumun genel refahı arasında bir denge sağlamak için stratejiler geliştirilmesini gerektirmektedir (Parkhomchuk, 2023).

SONUÇ

Mega trend kavramı, dünyanın sadece bir bölümünü, bölgesini veya ülkesini değil; tüm dünyayı yönlendiren küresel yönelim veya eğilimleri ifade etmektedir. Günümüz toplumlarının geldiği gelişim düzeyi, post-endüstriyel ilişkilerin gelişiminin başlangıcını temsil etmektedir. Post-endüstriyel dönemde teknik, ekonomik ve sosyoekonomik ilişkiler, yapay zekâ gibi temel yeniliklere dayanan uzun vadeli ekonomik kalkınma vektörlerini belirlemektedir.

Mega trendler, yapay zekâ gibi yeni teknolojilerin sunduğu olanaklar sayesinde hayata geçmekte, bu teknolojiler kültürel modellerde değişikliklere yol açmaktadır. Yapay zekâ toplum, işletmeler ve çevrenin çeşitli boyutları üzerinde kökten, dönüştürücü etkiler meydana getiren ve hızla gelişen yıkıcı bir teknolojiler kümesi olarak değerlendirilmektedir.

Yapay zekâ, derin öğrenme, doğal dil işleme ve makine öğrenimi gibi diğer teknolojiler tarafından hızlandırılmaktadır. YZ alanındaki bu gelişmeler ise otonom sistemlerin dünyada yaygınlaşmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda yapay zekâ hızla gelişerek çeşitli sektörleri

ve toplumsal işlevleri dönüştürmektedir. Yapay zekâ alanındaki hızlı ilerleme ve otonom karar verme yetenekleri, sürekli yenilik için yeni fırsatlar oluşturmakta; birçok sektörde köklü değişimlere yol açabilecek güçlü bir etkiye yol açmaktadır. Sağlık hizmetlerinde doğru teşhisler ve finans sektöründe tahmine dayalı analizler bu durumun belirgin örneklerinden bazılarıdır.

Yapay zekânın sektörlerdeki rolü ve insan-makine işbirliğini geliştirmedeki rolü genişlemekte, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik gibi sorunlara çözüm bulma potansiyeli gibi temel eğilimler gelişmektedir. Literatürde yapay zekânın dönüştürücü potansiyelinden yararlanmak için etik hususları korumanın önemi ve sorumlu yapay zekâ geliştirmenin gerekliliği vurgulamaktadır. Yapay zekâ modelleri bağlamında gizlilik, otomasyonun istihdam üzerindeki etkisi, önyargı ve veri güvenliği endişeleri değerlendirilerek, bu alanlardaki riskleri azaltmak için proaktif önlemler alınmalıdır.

Yapay zekâdan beklenen faydaların en üst düzeye çıkarılması ve aynı zamanda olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi için işbirlikçi yapay zekâ ve insan merkezli yaklaşımların önemli olduğu vurgulanmaktadır. YZ ile birlikte gündeme gelen çeşitli etik, sosyal ve yasal sorunlar, yenilikler ile toplumun genel refahı arasında bir denge sağlanabilmesi için stratejiler geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapay zekâ gibi dönüştürücü bir mega trend karşısında ülkelerin, işletmelerin ve bireylerin; teknolojik yeniliklerin hızını etik ilkeler, sosyal sorumluluk ve hukuki düzenlemelerle uyumlu biçimde yönetmeleri, riskleri proaktif biçimde ele alırken toplumsal refahı artıracak kapsayıcı ve sürdürülebilir stratejiler geliştirmeleri gerekmektedir. Gelecek çalışmalarda, yapay zekâya yönelik geliştirilen bu tür stratejilerin politika, uygulama ve sonuçları itibariyle karşılaştırmalı ve derinlemesine biçimde incelenmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Abeyratne, R. (2020). International Aviation and Megatrends. In *Aviation in the Digital Age: Legal and Regulatory Aspects* (pp. 13-42). Cham: Springer International Publishing.

Akinnagbe, O. B. (2024). The Future of Artificial Intelligence: Trends and Predictions. *Mikailalsys Journal of Advanced Engineering International*, *1*(3), 249-261.

Akpabio, E., Narad, S., & Ulhe, P. (2024, December). The Evolution and Impact of Artificial Intelligence: Its Applications, Challenges, and Future Directions: A Review. In *2024 International Conference on Artificial Intelligence and Quantum Computation-Based Sensor Application (ICAIQSA)* (pp. 1-6). IEEE.

Artuso, F., & Guijt, I. (2020). Global Megatrends: Mapping the forces that affect us all. Oxfam Discussion Papers. https://oxfamilibrary.openrepository.com/handle/10546/620942

Basso, H. S., & Jimeno, J. F. (2021). From secular stagnation to robocalypse? Implications of demographic and technological changes. *Journal of Monetary Economics*, *117*, 833-847.

Birleşmiş Milletler (2020). Shaping the Trends of Our Time. In *Shaping the Trends of Our Time*. https://doi.org/10.18356/d81797b7-en

Churski, P., Herodowicz, T., Konecka-Szydłowska, B., & Perdał, R. (2021). Megatrends of socioeconomic changes. In *European Regional Development: Contemporary Regional and Local Perspectives of Socio-Economic and Socio-Political Changes* (pp. 25-48). Cham: Springer International Publishing.

D'Cruz, P., Du, S., Noronha, E., Parboteeah, K. P., Trittin-Ulbrich, H., & Whelan, G. (2022). Technology, megatrends and work: Thoughts on the future of business ethics. *Journal of Business Ethics*, *180*(3), 879-902.

Dadashova, A., & Namaev, S. (2024). Prospects for the Development of Artificial Intelligence. *Ekonomika I Upravlenie: Problemy, Resheniya*. https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.12.10.013.

Deyneka, T., Dyvnych, O., Chernova, O., Zahrebelna, Z., & Volkova, V. (2022). The Current Global Economic Tendencies. *Business Inform*. 12:37–44. https://doi.org/10.32983/2222-4459-2022-12-37-44.

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., ... & Williams, M. D. (2021). Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, *57*, 101994.

Dwivedi, Y. K., Sharma, A., Rana, N. P., Giannakis, M., Goel, P., & Dutot, V. (2023). Evolution of artificial intelligence research in Technological Forecasting and Social Change: Research topics, trends, and future directions. *Technological Forecasting and Social Change*, *192*, 122579.

Hajkowicz, S. (2015). *Global megatrends: Seven patterns of change shaping our future*. Csiro Publishing.

Haluza, D., & Jungwirth, D. (2023). Artificial intelligence and ten societal megatrends: An exploratory study using GPT-3. *Systems*, *11*(3), 120.

Jaglan, R., & Punjeta, A. S. (2025). Emerging Trends in AI: A Crossroads for Humanity. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, *16*(3)., 152-155.

Jeflea, F. V., Danciulescu, D., Sitnikov, C. S., Filipeanu, D., Park, J. O., & Tugui, A. (2022). Societal technological megatrends: A bibliometric analysis from 1982 to 2021. *Sustainability*, *14*(3), 1543.

Koppel, O., & Parkhomchuk, O. (2022). Megatrends of Global Development. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. International Relations*. 2 (56), 10-15, https://doi.org/10.17721/1728-2292.2022/2-56/10-15.

Kuhn, B. M., & Margellos, D. L. (2022). Global perspectives on Megatrends. *Ibidem, Hannover*.

Liu, J., Kong, X., Xia, F., Bai, X., Wang, L., Qing, Q., & Lee, I. (2018). Artificial intelligence in the 21st century. *Ieee Access*, *6*, 34403-34421.

Longo, M., Yaïci, W., & Foiadelli, F. (2021). Future Mobility Advances and Trends. *Self-Driving Vehicles and Enabling Technologies*, 153, DOI: 10.5772/intechopen.97108

Malik, R., & Janowska, A. A. (2018). Megatrends and their use in economic analyses of contemporary challenges in the world economy. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 523. DOI: 10.15611/pn.2018.523.18, 209-220.

Molfino R, Cepolina FE, Cepolina E, Cepolina EM, Cepolina S (2024), "Robots trends and megatrends: artificial intelligence and the society". *Industrial Robot*, 51 (1), 117–124, DOI: https://doi.org/10.1108/IR-05-2023-0095

Parkhomchuk, O. (2023). Artificial intelligence as a megatrend of global development. *Politicus*. DOI:10.24195/2414-9616.2023-4.29, 191-196.

Retief, F., Bond, A., Pope, J., Morrison-Saunders, A., & King, N. (2016). Global megatrends and their implications for environmental assessment practice. *Environmental Impact Assessment Review*, *61*, 52-60.

Shao, Z., Zhao, R., Yuan, S., Ding, M., & Wang, Y. (2022). Tracing the evolution of AI in the past decade and forecasting the emerging trends. *Expert Systems with Applications*, *209*, 118221.

Shkurupii, O., Deyneka, T., Dyvnych, O., Zahrebelna, I., & Antonenko, Y. (2022). Conceptual approaches to determining the main trends of the evolution of the global economic system. *Ekonomichnyy Analiz, 32*(3), 7-15.

Śliwiński, R., & Puślecki, Ł. (2021a). Looking ahead 2030. In *Competition, Strategy, and Innovation* (pp. 223-237). Routledge.

Śliwiński, R., & Puślecki, Ł. (2021b). Strategy, Innovations, and Consumers Under the Influence of Megatrends. In *Competition, Strategy, and Innovation* (pp. 1-11). Routledge.

Vinothkumar, J., & Karunamurthy, A. (2023). Recent advancements in artificial intelligence technology: trends and implications. *Quing: International Journal of Multidisciplinary Scientific Research and Development, 2*(1), 1-11.

YAPAY ZEKA ÇAĞINDA ÜNİVERSİTE MEZUNU OLMAK: MEZUN 5.0 İÇİN STRATEJİLER

Doç. Dr. Ayşe ASİLTÜRK
Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
Trabzon Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu
ORC-ID: 0000-0002-6221-6208

Özet
Yapay zeka serüveni Alan Turing tarafından "makineler düşünebilir mi?" sorusuyla 1950'li yıllarda başlamış, 1980'li yıllarda büyük şirketlerin belirli alanlarda uzmanları taklit eden sistemler geliştirmeleriyle devam etmiştir. 1987 yılında IBM'in satranç bilgisayarı Deep Blue, dünya şampiyonu Kasparov'u mağlup ederek geniş kitlelerin dikkatini çekmiştir. 2000'li yılların başlarında makine öğrenmesi tekniklerinin geliştirilmesiyle birlikte Google ve Amazon gibi dünyaca ünlü şirketler yapay zekayı kullanmaya başlamıştır. Üretken yapay zeka dönemini yaşadığımız bu yıllarda ise Chatgpt gibi modellerle yapay zekanın hayatın hemen her alanında rol almaya başladığı görülmektedir. Mega bir trend olarak yapay zeka, sektörleri ve işleri yeniden şekillendirmektedir. Peki bu değişimin tam ortasında kalan üniversite öğrencileri bu dönüşüme nasıl ayak uyduracaklar? Bu sorunun cevabı küresel olarak devletler ve sektörleri bile zor durumda bırakmaktadır. Geleneksel rekabetten hızlıca dijital rekabete geçerken, üniversiteler, kamu sektörü ve özel sektör paydaşları bu önemli başlığı insan kaynakları açısından ele almalıdır. Bu çalışmada, temel durum ortaya konularak, öğrencilere temel düzeyde stratejiler önerilmektedir.
Anahtar kelimeler: mega trendler, üniversiteler, dijital teknolojiler, yapay zeka, stratejik yönetim, mezun 5.0

BECOMING A COLLEGE GRADUATE IN THE AGE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE: STRATEGIES FOR GRADUATE 5.0

Abstract
The AI journey began in the 1950s with Alan Turing's question, "can machines think?" and continued in the 1980s with large companies developing systems that mimic experts in specific fields. In 1987, IBM's chess computer, Deep Blue, captured the attention of the masses by defeating the world champion Kasparov. With the development of machine learning techniques in the early 2000s, world-renowned companies like Google and Amazon began using AI. In these years, as we enter the era of productive AI, we see AI beginning to play a role in almost every aspect of life with models like ChatGPT. As a megatrend, AI is reshaping sectors and businesses. So, how will university students, caught in the midst of this transformation, adapt? The answer to this question is challenging even governments and industries globally. As we rapidly transition from traditional to digital competition, universities, public and private sector stakeholders must address this crucial issue from a human resources perspective. This study outlines the basic situation and recommends basic strategies for students.
Keywords: megatrends, universities, digital technologies, artificial intelligence, strategic management, graduate 5.0

GİRİŞ

Dijital teknolojilerin kullanımının yaygınlaşması, ekonomide yapısal değişimlere neden olarak yapılan işlerin doğasını ve işgücü piyasasını yeniden şekillendirmektedir (Rizun vd., 2024). Yapay zeka (YZ) alanındaki gelişmeler, eğitim gibi temel alanlarda çeşitli bağlamlarda yeni inovasyonlara yol açmaktadır (Costa vd., 2025). Tablo 1'de farklı sektörlerde YZ uygulamaları, kullanım amaçları ve sağlanan kazanımlar örneklendirilmiştir.

Bu bağlamda YZ, talep edilen becerileri, istihdam edilebilirlik koşullarını, mesleki profilleri ve teknolojinin örgütlere entegrasyonuna dair çerçeveyi yeniden belirlediği için işgücü piyasasında dönüştürücü bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır (Portocarrero Ramos vd., 2025). Bu dönüşüm genç istihdamı üzerinde önemli etkilere sahiptir ve işsizlik sorununu daha da kötüleştirebileceği düşünülmektedir (Rizun vd., 2024).

YZ, yükseköğretim için muazzam potansiyele sahip, hızla gelişen bir teknoloji olup (Escotet, 2024); yükseköğretimi dönüştürme ve mezunlarda yeni becerilerin geliştirilmesine katkıda bulunma potansiyeli mevcuttur. YZ uygulamaları, eğitimciler, politika yapıcılar ve yükseköğretim sektöründeki diğer paydaşlar için önemli sonuçlar doğurmaktadır (Zouhaier, 2023). Bu manada, YZ becerilerinin öğrencilerin işgücüne entegrasyonunda ne gibi bir rol oynadığı, üniversite öğrencileri /mezunlarının bu değişikliklerle nasıl başa çıkabileceği ve bu yöndeki hazırlıklarının neler olduğunu anlamak çok değerlidir (Portocarrero Ramos vd., 2025).

Tablo 1. **Sektörlerde Yapay Zekâ Uygulama Örnekleri**

Sektör	Yapay Zekâ Uygulaması	Kullanım Amacı	Sağlanan Kazanımlar
Sanayi	Kestirimci bakım, otonom üretim sistemleri	Makine arızalarının önceden tahmini, üretim otomasyonu	Maliyetlerin azalması, üretim verimliliği ve süreklilik
Hizmet	Kişiselleştirilmiş öneri sistemleri, sohbet botları	Müşteri deneyiminin iyileştirilmesi	Müşteri memnuniyeti ve sadakat artışı
Sağlık	Tanı ve karar destek sistemleri, medikal görüntü analizi	Hastalıkların erken teşhisi ve doğru tedavi	Tanı doğruluğu, zaman ve maliyet tasarrufu
Eğitim	Uyarlanabilir öğrenme sistemleri, öğrenme analitikleri	Bireyselleştirilmiş öğrenme süreçleri	Öğrenme başarısında artış, öğrenci merkezlilik
İnsan Kaynakları	YZ tabanlı işe alım, performans analitiği	Aday seçimi ve çalışan değerlendirme	Objektif karar alma, veriye dayalı İK yönetimi

Lojistik	Talep tahmini, rota optimizasyonu	Tedarik zinciri optimizasyonu	Hız, maliyet avantajı ve sürdürülebilirlik

Kaynak: (Brynjolfsson & Mcafee, 2017; Davenport & Ronanki, 2018; Frank vd., 2019; Kaplan & Haenlein, 2019; OECD, 2019)

YÜKSEKÖĞRETİM ALANINDA YAPAY ZEKA ÇALIŞMALARI VE UYGULAMALARI

Yükseköğretim alanında YZ çalışmaları ve uygulamalarına giderek ilgi artmaktadır. Aşağıda son dönemde bu konuda yapılmış bazı çalışmaların sonuçlarına yer verilmiştir:

Portocarrero Ramos vd. (2025) 148 lisans ve yüksek lisans mezunundan oluşan bir örneklem üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada üniversite mezunlarının YZ becerilerinin düzeyini ve istihdam edilebilirlik üzerindeki etkisini analiz etmeyi amaçlamıştır. Araştırma bulguları, ChatGPT gibi üretken YZ araçları hakkında daha yüksek düzeyde bilgiye sahip olan ve bu araçları aktif biçimde kullandığını belirten mezunların, kendi alanlarında istihdam edilme olasılığının daha yüksek olduğunu; daha yüksek verimlilik ve daha güçlü bir mesleki uyum algısı geliştirdiklerini ortaya koymaktadır. Ancak aynı araştırmanın bulguları, dijital beceriler açısından kuşaklar arasında belirgin bir farklılık bulunduğunu; mevcut işgücü piyasasının karmaşık ve hızla değişen gerekliliklerine yönelik hazırlık yetersizliği algısının yaygın hissedildiğini ortaya koymaktadır.

Costa vd. (2025) üniversitelerde YZ kullanımının temel fırsatları ve zorluklarını araştırmak için COPPE/UFRJ'deki Üretim Mühendisliği Lisansüstü Programı'nda koordinatörler ile görüşmeler gerçekleştirip, kurum içi belgeler ile Brezilya Yapay Zekâ Stratejisi belgesini inceleyerek bir vaka çalışması yürütmüştür. YZ, idari yönetim ve ders geliştirme konularında potansiyel bir destek olarak kabul edilmektedir. Araştırma sonuçları, temel zorluklar arasında altyapı ve finansman, eleştirel düşünme eksikliği, intihal riski, YZ araçlarına bağımlılığın olduğunu göstermektedir.

Cui & Alias (2024) YZ'nın yükseköğretim üzerindeki etkisine ilişkin Scopus ve Web of Science (WOS) veri tabanlarındaki mevcut literatürü incelemiştir. Araştırma bulguları, akademik görevler ve öğrencilerin ödevlerinin verimliliğini artırmada YZ'nın önemli bir rol oynadığını; YZ'nın aşırı kullanımı/bağımlılığının ise öğrencilerin bilgi sistemlerinin gelişimini engellediğini ve bilişsel yeteneklerini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Xie & Wang (2024) Çin Tianshui Üniversitesi'nde IQ, uzun ve kısa süreli hafıza gibi önemli bilişsel işlevlerin korunması bağlamında, YZ'ya dayalı etkileşimli öğrenme ortamının etkisini incelemiştir. 539 öğrenciyle gerçekleştirilen bu araştırmada, mobil uygulamalar, müzik simülatörleri, video oyunları gibi YZ teknolojileri kullanarak müzik eğitimi alan öğrenciler ile böyle bir teknolojik/etkileşimli ortamdan yararlanmayan öğrenciler karşılaştırılmıştır. Bu iki öğrenci grubu arasında zekâ düzeyi (algısal düşünme, bilgi işleme hızı, çalışma belleği, genel zekâ, sözel kavrama) ile bellek sorunları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu sonuç, YZ'nın bilişsel kapasiteyi değil, öğrenme süreçlerini dönüştüren bir araç olduğu, YZ destekli eğitim araçlarını uzun süre kullanmanın öğrencilerin genel bilişsel

yeteneklerini tek başına artırmadığı sonucuna bağlanabilir. YZ nasıl kullanıldığına bağlı olarak bir destek veya tehdit ögesi haline gelebilir. Ancak bu sonuç, YZ'nın beceri geliştirme, motivasyon, öğrenme deneyimini zenginleştirme, pedagojik verimlilik gibi alanlarda potansiyel taşımadığı anlamına da gelmemektedir.

Modern eğitim ekosistemlerinde YZ'nın ilerlemesi ve sosyal medyanın yaygınlaşması dönüştürücü etkenler haline gelmiştir. Shahzad vd. (2024) 401 Çinli üniversite öğrencisi üzerinde gerçekleştirdiği çalışma sonucunda, YZ ve sosyal medyanın üniversite öğrencilerinin akademik performansı ve zihinsel refahı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu; akıllı öğrenmenin bu faydalı etkileri güçlendiren olumlu bir aracı değişken görevi üstlendiğini tespit etmiştir. YZ ve sosyal medyayı benimsemenin öğrenci performansı ve refahı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabileceğini gösteren bu bulgular, teknoloji destekli eğitim söylemine katkıda bulunmaktadır.

Çin Halk Cumhuriyeti'ndeki yükseköğretim kurumlarında YZ teknolojilerinin eğitim sistemini iyileştirme üzerindeki etkisini inceleyen Zhou (2023) Raptivity kişiselleştirilmiş öğrenme platformunun uygulanmasının etkinliğini belirlemek için 356 öğrenci ile bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda YZ entegrasyonu sağlanan derslerde öğrenci performansında iyileşme gözlenmiştir. Öğrencilerin son değerlendirme performansı bilgisayar biliminde %18,4; İngilizcede %14,7; matematikte %22,9; sosyolojide %13,7 ve yönetimde %13,4 artmıştır.

Çin ve Pakistan'daki 285 üniversite öğrencisinin YZ'nın karar verme yeteneğindeki gizlilik endişeleri, kayıp, tembellik üzerindeki etkisini inceleyen Ahmad vd.nin (2023) çalışmasının bulguları, YZ'nın insan karar verme yeteneğindeki kaybı önemli ölçüde etkileyerek insanları tembelleştirdiğini; karar verme yeteneği kaybının %27,7'sinin; kişisel gizlilik ve güvenlik sorunlarının %68,6'sının; tembelliğin %68,9'unun YZ'dan kaynaklandığını göstermektedir.

Teknolojiye erişim ve teknolojinin kullanımı bağlamında üniversiteler farklı olgunluk seviyesinde olabilir. Bu bağlamda bu yelpazenin en ucunda akıllı üniversiteler yer almaktadır. Akıllı üniversiteler, YZ ve kuantum teknolojilerinin kullanıldığı, akademik ve idari süreçleri yeniden şekillendiren, yükseköğretimin yakın gelecekteki evrimi olarak görülmektedir. Akıllı üniversite uygulamaları ile ilgili çalışmaların da artış gösterdiği ifade edilebilir. Örneğin, akıllı üniversiteler çerçevesinde YZ'nın stratejik kullanımını eleştirel biçimde değerlendiren George & Wooden (2023) paydaşların akıllı üniversite modelini destekleme ve geliştirme konusunda bilinçli stratejik kararlar almalarına yardımcı olmak için dengeli bir değerlendirme sunmayı amaçlamıştır.

YÜKSEKÖĞRETİM ALANINDA YAPAY ZEKA KULLANIMINDAN KAYNAKLANAN FAYDALAR VE ZORLUKLAR

Faydalar

Teknoloji kullanımının yükseköğretimi nasıl dönüştürdüğünü belirlemek amacıyla çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmektedir. Yeni teknolojilerin kullanımı, yükseköğretim uygulamalarının geliştirilmesi, eğitimde eşitliği artırma, yaşam boyu öğrenmeyi teşvik etme, YZ araçları ile yeni içgörüler sağlama açısından önem arz etmektedir. Yükseköğretim uygulamaları eğitimciler, politika yapıcılar ve yazılım geliştiriciler için önemli sonuçlar

doğurabilecek bir alandır (T.&S.B., 2024). Teknolojik entegrasyon sayesinde üniversitelerin erişilebilirliğini artırabileceği, ekonomik verimlilik ve genel operasyonel performansı yükseltebileceği ve kişiselleştirilmiş öğrenme yörüngeleri oluşturabileceği varsayılmaktadır (George & Wooden, 2023).

YZ hem eğitimciler hem de öğrenciler açısından çeşitli kolaylıklar ve faydalar sunmaktadır (Zouhaier, 2023). Akıllı öğretim sistemleri, artırılmış gerçeklik, doğal dil işleme, duygu analizi, kişiselleştirilmiş öğrenme sistemleri, otomatik performans geliştirme, sanal gerçeklik gibi YZ teknolojisi, araştırma, öğretim, öğrenme ve topluma hizmet alanlarında uygulanmaktadır (Escotet, 2024).Yükseköğretimde üretken YZ'nın yaygın olarak benimsenmesi, ayrıntılı veri toplama yeteneği sayesinde akademisyenlerin öğrenme deneyimlerine dair daha derin bir anlayış kazandırırken, öğrencilerin ihtiyaçlarına daha etkili bir şekilde yanıt vermelerini, başarısızlık riski taşıyan öğrencilerin proaktif olarak belirlenmesini ve genel eğitim sürecinin iyileştirilmesini sağlamaktadır (Cui & Alias, 2024).

YZ'nın acil uygulama alanları arasında akademik performansın değerlendirilmesi, ders programlarının hazırlanması, eğitim planlaması, içerik geliştirme, eğitim veri analizi, kişiselleştirilmiş özel ders, otomatik niteliksel ve niceliksel notlandırma ve değerlendirme, öğrenciye destek ve yönetim faaliyetleri yer almaktadır (Escotet, 2024). Yani YZ öğretim yöntemlerini bireysel öğrenci ihtiyaçlarına göre kişiselleştirebilmekte; geri bildirim sağlamakta; idarecilerin yürütmek zorunda olduğu idari görevlerini otomatikleştirebilmekte; eğitimciler açısından müfredat geliştirme, değerlendirme, notlandırmaya yardımcı olarak kaliteli eğitime odaklanılmasına destek olmaktadır (Zouhaier, 2023).

YZ, eğitsel multimedya içeriği geliştirilmesi (görüntü, metin, ses, veya video gibi), içeriğin optimize edilmesi; kişiselleştirilmiş öğrenme yolları oluşturulması, öğrencilere özel ders verilmesi, öğrenci ilerlemesinin gerçek zamanlı izlenmesi gibi birçok şekilde öğrenme çıktılarına katkıda bulunmaktadır (Kloos vd., 2025). YZ'nın akademik başarı, eleştirel düşünme becerisi ve problem çözme yeteneği üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlayan, 1000 öğrenci üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmanın sonuçları, YZ kullanan eğitim müdahalelerinin her üç boyutta da bilgi edinmeyi artırdığını; uyarlanabilir ve kişiselleştirilmiş sınıf taktiklerinin katı yaklaşımlara kıyasla daha üstün sonuçlar sağladığını göstermektedir (T.&S.B.,2024).

YZ'nın öğrenci refahını nasıl etkilediğini değerlendiren Klimova & Pikhart (2025) çalışmasının bulguları, YZ'nın gelişmiş iletişim verimliliği, kişiselleştirilmiş öğrenme ve zihinsel sağlık desteği gibi faydaları olduğunu belirtmektedir. Jafari & Keykha (2024) ise Tahran Üniversitesi'nde 2022-2023 yıllarında YZ alanında eğitimine devam eden 15 doktora öğrencisi üzerinde bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu araştırmada YZ'nın yükseköğretim için oluşturduğu fırsatlar aşağıdaki gibi sekiz alt temada ele alınmıştır:

- akademik kültürün geliştirilmesinde oluşturduğu fırsatlar,
- araştırma yapılarının geliştirilmesinde oluşturduğu fırsatlar,
- değerlendirmede oluşturduğu fırsatlar,
- eğitim yapılarının geliştirilmesinde oluşturduğu fırsatlar,
- öğrenciler için oluşturduğu fırsatlar,
- öğretim üyeleri için oluşturduğu fırsatlar,
- öğretme ve öğrenme sürecinde oluşturduğu fırsatlar,
- yönetim yapılarının geliştirilmesinde oluşturduğu fırsatlar.

Zorluklar

YZ, toplumlar ve bireylerin bu üretilen, henüz keşfedilmemiş araçlarla etik olarak nasıl etkileşim kurduğunu olumsuz yönde etkileyebilir (Escotet, 2024). Öğrenciler giderek daha fazla YZ araçlarına güvenmekte; üniversite ödevlerini bu araçlarla tamamlamakta; ancak sahip oldukları pratik beceriler, rekabetçi iş piyasasına girerken veya iş piyasasında daha yüksek maaşlı işlere geçmelerinde yetersiz kalmaktadır (Wang, 2025).

Son dönemde YZ konulu araştırmalar yapılmaya devam etse de, Cui & Alias (2024) YZ'nın yükseköğretim üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerine dair yeterli analiz bulunmadığına işaret etmektedir. YZ Çağı'na geçerken, üniversitelerin son dönemdeki zorlukları dikkate alarak kendilerini yeniden tanımlamaları gerekmektedir (Kloos vd., 2025).

Üniversitelerin teknolojik entegrasyonuyla gündeme gelecek bazı zorluklar ve potansiyel tuzaklar arasında, eğitim kalitesi, gizlilik ihlalleri, güvenlik endişeleri, önyargı riskleri, potansiyel iş kayıpları, yeni eğitim paradigmasına giriş yer almaktadır (George & Wooden, 2023).

Doğan vd.nin (2025) YZ'nın yükseköğretimi nasıl etkilediğine dair akademisyenlerin riskler ve fırsatlara bakış açılarını inceleyen araştırması üniversitede YZ kullanımının eğitimciler ve öğrenciler üzerindeki etkisini ele almaktadır. YZ alanındaki gelişmelerle birlikte, akademisyenler ve öğrenciler arasındaki etkileşimin azalması, işgücü dinamiklerindeki değişimler, öğrenci gizliliğiyle ilgili endişeler, teknolojiye artan bağımlılık, teknolojiye erişimde eşitsizlikler gibi zorluklar yaşanmaktadır.

Eğitimde YZ'ye aşırı bağımlılık çeşitli sorunlara yol açabilir; özellikle öğrencilerin YZ'ya aşırı bağımlılığının ciddi sonuçlar doğurabileceği bildirilmiştir (Cui & Alias, 2024). YZ'ya aşırı bağımlılık kişilerarası becerileri ve duygusal zekayı azaltarak sosyal izolasyona ve kaygıya yol açabilmektedir (Klimova & Pikhart, 2025).

Kloos vd.nin (2025) çalışmasına göre zorluklardan ikisi mikro-sertifikalar ve YZ'nın kendisidir. Mikro-sertifika kursları veya programları esnek, işe yönelik becerilere göre uyarlanmış kısa süreli öğrenme deneyimlerinin öğrenme çıktılarını belgelendirmektedir. Sürekli eğitime yönelik artan talebi karşılayan mikro sertifikalar geleneksel diploma modellerini alt üst etmektedir.

YZ çağında üniversite öğrencilerinin geçiş sırasında karşılaşabileceği "kurumsal politikalar, psikolojik zorluklar, yapısal iş kaybı" gibi temel sorunların ve bu sorunların altında yatan nedenlerin analiz edilmesi ve uygun stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir (Wang, 2025):

- Kurumsal politikalar bağlamında, üniversite personeli uzun vadeli becerilerden ziyade kısa vadeli becerilere odaklanmakta;
- Yapısal iş kaybı bağlamında,YZ'nın eğitim politikasındaki değişimden daha hızlı ilerlemesi istihdam sorunlarının temel nedeni haline gelmekte;
- Psikolojik bağlamda, gelecekteki kariyer yolları hakkındaki belirsizlik gibi konularla karşılaşılmaktadır.

Öğrenci refahı bağlamında YZ'ya aşırı bağımlılık, dijital yorgunluk, teknostres, yalnızlık, yüz yüze etkileşimlerin azalması gibi endişeler mevcut olup; YZ teknolojilerinin eğitim ortamlarında artan kullanımıyla veri gizliliği ve iş kaybı gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Klimova & Pikhart, 2025). Dijital çağda YZ lisansüstü eğitimin yönetimine de entegre edilmekte; bu durum eğitim modellerinin optimize edilmesi için yeni bir ivme sağlasa da, paydaşların yetersiz uyum yeteneği, teknik etik riskler ve veri yönetimi engelleri bulunmaktadır. Örneğin, veri siloları hassas eğitimi engellemekte ve teknolojiye bağımlılık eğitim değerini baltalamaktadır (Shahzad vd., 2024).

YÜKSEKÖĞRETİM KURUMLARININ YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİNE UYUMU

YZ teknolojisi yükseköğretimde giderek daha fazla ilgi görmekte; kullanılmakta; akademisyenlerin öğretim yöntemleri ile öğrencilerin öğrenme süreçlerini etkilemektedir (Cui & Alias, 2024). YZ, sektörleri dönüştürürken ve işgücü ihtiyaçları yeniden tanımlanırken, üniversiteler YZ'yı müfredata entegre ederek, pratik becerileri geliştirerek ve etik hususları ele alarak uyum sağlamalıdır (Fagun, 2025).

YZ becerilerinin istihdam edilebilirlik açısından önemli bir ayırt edici faktör olarak pekiştiği ve üniversite müfredatına resmi olarak dahil edilmesinin acilen gerekli olduğu görülmektedir. Portocarrero Ramos vd.nin (2025) çalışmasının sonuçları, YZ'yı "tüm eğitim alanlarını kapsayan bir beceri" olarak entegre eden, akademisyenlerin sürekli eğitimini teşvik eden, dijital çağın zorluklarıyla uyumlu, kapsayıcı bir eğitimi garanti eden politikaları destekleyen eğitim dönüşüm ihtiyacına işaret etmektedir.

Zouhaier (2023) YZ'nın yükseköğretim faaliyetleri (öğretme, öğrenme, değerlendirme, notlandırma) üzerindeki etkisini analiz ve mezunların gelecekteki kariyerleri üzerindeki etkisini tahmin etmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu araştırmanın bulguları, YZ'nın yükseköğretimin geleceğindeki kritik rolüne işaret etmekte; YZ'nın mezunların gelecek kariyerleri için yeni bilgi ve becerilerin edinilmesini kolaylaştırarak öğrenme deneyimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır.

Escotet (2024) yükseköğretimin geleceği bağlamında YZ için iyimser bir bakış açısı sunmakta; uygulamalarla etkileşim konusunda temkinli olmakla birlikte, ChatGPT, Codex, MidJourney, yükseköğretim için üretilen YZ (GenAI) ve YZ destekli öğrenmeye genel bir bakış sunmaktadır.

Fagun (2025) YZ bağlamında etik kaygılar, hızla gelişen teknoloji ve kaynak eşitsizlikleri karşısında çevrimiçi öğrenme, disiplinlerarası programlar ve endüstri ortaklıkları gibi çözüm stratejilerini vurgulamaktadır. Yükseköğretim kurumlarının, proaktif stratejiler benimseyerek, yenilikçi ve eşitlikçi bir YZ odaklı işgücü için gerekli teknik, etik ve uyarlanabilir becerilere sahip mezunlar yetiştirebileceği ileri sürülmektedir. Benzer olarak Doğan vd. (2025) çalışmasında YZ tarafından şekillendirilen yükseköğretimin gelişen ortamına akademisyenleri ve öğrencileri hazırlamanın önemli olduğunu; bu değişiklikleri etkili bir şekilde yönetmek için proaktif önlemlerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Yükseköğretimde YZ'nın benimsenmesine yönelik kurumsal stratejilere rehberlik etmek için neler dikkate alınabilir? sorusunun daha kapsamlı bir şekilde anlaşılması için lisansüstü

programları kapsayacak, öğrenciler ve idari personel gibi üniversite ortamındaki farklı paydaşların bakış açılarını dikkate alacak daha fazla araştırma yapılmalıdır (Costa vd., 2025). Zouhaier (2023) çalışması YZ'nın yükseköğretim müfredatına daha kapsamlı bir şekilde entegre edilmesi gerektiğini, kurumların programlarının geliştirilmesi ve uygulanmasında YZ'nın etik sonuçlarının dikkate alınması gerektiğinin altını çizmektedir.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ VE MEZUNLARININ YAPAY ZEKA TEKNOLOJİSİNE UYUMU

Yükseköğretimde YZ'nın artan kullanımı, öğrencilerin akademik ve kişisel yaşamlarıyla etkileşim biçimlerini yeniden şekillendirmektedir (Klimova & Pikhart, 2025). YZ ile zenginleştirilmiş kurumlardan kazanılan niteliklerin işverenler tarafından kabul edilmesi eğitim sektörünün gidişatını önemli ölçüde yeniden tanımlayabilir (George & Wooden, 2023).

YZ, öğrencilerin pratik, işe özgü becerilerde yetkinlik göstermelerini sağlayarak, aynı zamanda işverenler nezdindeki güvenilirliklerini artırarak, mikro-sertifika kursları ve programlarının geliştirilmesinde önemli bir rol oynayabilir. Böylece üniversitelerin kişiselleştirilmiş, sektörlere uygun ve uyarlanabilir öğrenme deneyimleri sunmalarına yardımcı olabilir. Mikro-sertifika programları geniş bir konu yelpazesinde oluşturulabilir, YZ konularını içerebilir ve bu alanda işgücünün geliştirilmesine katkı sunabilir (Kloos vd., 2025).

Kişiselleştirilmiş öğrenme platformunun öğrencilerin performansı üzerindeki olumlu etkisi, eğitim sisteminde YZ örneğinde olduğu gibi, modern teknoloji entegrasyonunun gerekliliğini doğrulamaktadır (Zhou, 2023). YZ'nın yükseköğretimde kullanımına yönelik önerilen yenilikçi yollardan bazıları aşağıdaki gibidir (Shahzad vd., 2024):

- dijital okuryazarlığı ve etik normları güçlendirmek,
- çok paydaşlı işbirlikçi bir yönetim modeli yapılandırmak,
- teknoloji entegrasyonu yoluyla senaryo inovasyonunu yönlendirmek,
- teknolojik güçlendirmeyi insancıl bakımla dengeleme,
- uyarlanabilir platformlar ve veri ara yazılımları oluşturmak,
- veri odaklı bir yönetim döngüsü oluşturmak.

Ahmad vd. (2023) küresel olarak araştırmacılar ve kurumlar YZ'nın olumlu rolünü överken, endişe verici yönlerini göz ardı ettiğini; YZ teknolojisinin eğitimde kullanılmadan önce önleyici tedbirlerin gerekli olduğunu; sorunu çözmek için, eğitimde YZ'nın tasarlanması, uygulanması ve kullanılmasına odaklanılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Hem akademik başarıyı hem de öğrenci refahını destekleyen dengeli bir YZ entegrasyonuna ihtiyaç vardır. Bu dinamiklerin kapsamlı bir şekilde anlaşılabilmesi için daha fazla ampirik çalışma yapılmalıdır. YZ kullanımının olumsuz etkilerini azaltacak, öğrenciler arasında bütünsel refahı teşvik edecek stratejiler geliştirmek giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Klimova&Pikhart, 2025).

SONUÇ

Endüstri 4.0 teknolojileri arasında stratejik etkisi ve dönüştürücü gücüyle öne çıkan YZ teknolojisi, mega bir trend olarak küresel ölçekte tüm sektörlerin dinamiklerini, organizasyon yapılarını, iş süreçlerini ve iş hayatının doğasını köklü biçimde yeniden şekillendirmektedir. Küresel olarak toplumlar, kurumlar ve kuruluşlar bilgi çağından YZ çağına geçmektedir. Ancak dijital teknolojilerin ve YZ'nın gelişim hızı ürkütücü seviyelere gelmiştir.

Farklı ölçek ve gelişmişlik seviyesindeki kurum ve kuruluşlar, bu çalışmada ise üniversiteler göz önüne alındığında halen daha birçok organizasyonun henüz geleneksel iş modellerini takip ettiği söylenebilir. Dijital dönüşüm ise kısa vadede ve bir çırpıda başarılacak bir noktayı temsil etmemektedir.

Peki, bu değişimin tam ortasında kalan üniversite öğrencileri ve yeni mezunlar bu dönüşüme nasıl ayak uyduracaklar? Bu dönüşüme şahit olan ve yıllardır farklı sektörlerde çalışan uzmanlarla görüşüldüğünde karmaşık bir süreçten geçildiği ifade edilmektedir.

Dijital dönüşüm ve YZ gibi yeni teknolojilere adaptasyon konusu küresel olarak devletler ve sektörleri bile zor durumda bırakmaktadır. Geleneksel rekabetten hızlıca dijital rekabete geçerken, üniversiteler, kamu sektörü ve özel sektör paydaşları bu önemli başlığı insan kaynakları açısından ele almalıdır.

Yükseköğretim ekosistemindeki tüm paydaşlara YZ teknolojisinin akıllıca kullanımı konusunda rehberlik yapacak strateji, politika ve uygulamaların geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

YZ çağında üniversite öğrencilerinin başarısı, teknolojiyi körü körüne kullanmalarından değil; anlayan, sorgulayan, alan bilgisiyle birleştiren ve insanî becerilerle dengeleyen bireyler olmalarından geçmektedir. Aşağıda bu bağlamda üniversite öğrencilerine yönelik aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- bölüm fark etmeksizin YZ okuryazarlığı kazanılması,
- disiplinleraarası düşünme ve çalışma yeteneğinin geliştirilmesi,
- eleştirel düşünme gibi henüz YZ tarafından taklit edilemeyecek insana özgü becerilere yatırım yapılması,
- etik, hukuk ve sorumluluk bilincinin kazanılması,
- sürekli öğrenme refleksinin geliştirilmesi vb.

Kaynakça

Ahmad, S. F., Han, H., Alam, M. M., Rehmat, M., Irshad, M., Arraño-Muñoz, M., & Ariza-Montes, A. (2023). Impact of artificial intelligence on human loss in decision making, laziness and safety in education. *Humanities and Social Sciences Communications*, *10*(1), 1-14.

Brynjolfsson, E., & Mcafee, A. (2017). The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*, *7*(1), 1-2.

Costa, M. F. B., Tinoco, G. O., Corrêa, N. D. S. F., Botelho, P. C., & Fontainha, T. C. (2025). CHALLENGES AND OPPORTUNITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGHER

EDUCATION: PERCEPTIONS OF FACULTY IN THE UNIVERSITY ENVIRONMENT. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)*, *30*.
Cui, P., & Alias, B. S. (2024). Opportunities and challenges in higher education arising from AI: A systematic literature review (2020–2024). *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, *8*(11), 8390.
Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, *96*(1), 108-116.
Doğan, M., Celik, A., & Arslan, H. (2025). AI in higher education: Risks and opportunities from the academician perspective. *European Journal of Education*, *60*(1), e12863.
Escotet, M. Á. (2024). The optimistic future of Artificial Intelligence in higher education. *Prospects*, *54*(3), 531-540.
Fagun, O. (2025). Role of Higher Education in Preparing Graduates for Artificial Intelligence-Driven Careers. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*. https://doi.org/10.47772/ijriss.2025.903sedu0262.
Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, *210*, 15-26.
George, B., & Wooden, O. (2023). Managing the strategic transformation of higher education through artificial intelligence. *Administrative Sciences*, *13*(9), 196.
Jafari, F., & Keykha, A. (2024). Identifying the opportunities and challenges of artificial intelligence in higher education: a qualitative study. *Journal of Applied Research in Higher Education*, *16*(4), 1228-1245.
Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business horizons*, *62*(1), 15-25.
Klimova, B., & Pikhart, M. (2025). Exploring the effects of artificial intelligence on student and academic well-being in higher education: A mini-review. *Frontiers in Psychology*, *16*, 1498132.
Kloos, C. D., Alario-Hoyos, C., Kemcha, R., Moreno-Marcos, P. M., Estevez-Ayres, I., Callejo-Pinardo, P., ... & Munoz-Organero, M. (2025, April). How Challenges Become Opportunities: Micro-credentials and Artificial Intelligence. In *2025 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1-10). IEEE.
OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). (2019). Artificial Intelligence in Society.
Portocarrero Ramos, H. C., Cruz Caro, O., Sanchez Bardales, E., Quiñones Huatangari, L., Campos Trigoso, J. A., Maicelo Guevara, J. L., & Chávez Santos, R. (2025). Artificial intelligence skills and their impact on the employability of university graduates. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *8*, 1629320.
Rizun, N., Ryzhkova, H., Pawlyszyn, I., & Alexopoulos, C. (2024, June). Employment of University Graduates in the Era of Digitalization and Artificial Intelligence: Challenges and Prospects. In *Proceedings of the 25th Annual International Conference on Digital Government Research* (pp. 1037-1039).
Shahzad, M. F., Xu, S., Lim, W. M., Yang, X., & Khan, Q. R. (2024). Artificial intelligence and social media on academic performance and mental well-being: Student perceptions of positive impact in the age of smart learning. *Heliyon*, *10*(8).
T., Sri Tulasi & S. B., Inayath Ahamed,(2024). "Artificial Intelligence Effects on Student Learning Outcomes in Higher Education," *2024 Ninth International Conference on Science*

Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM), Chennai, India, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICONSTEM60960.2024.10568868.
Wang, X. (2025). New Challenges for the University Student's Employment in the "Artificial Intelligent Time". Lecture Notes in Education Psychology and Public Media,113,30-36. https://doi.org/10.54254/2753-7048/2025.NS26161
Xie, X., & Wang, T. (2024). Artificial Intelligence: A help or threat to contemporary education. Should students be forced to think and do their tasks independently?. *Education and Information Technologies*, *29*(3), 3097-3111.
Zhou, C. (2023). Integration of modern technologies in higher education on the example of artificial intelligence use. *Education and Information Technologies*, *28*(4), 3893-3910.
Zouhaier, S. (2023). The impact of artificial intelligence on higher education: An empirical study. *European Journal of Educational Sciences*, *10*(1), 17-33.

AHLAKİ DUYGULARIN LİDERLİK YOLUYLA DÜZENLENMESİ SAĞLIK ÇALIŞANLARI ÜZERİNE BİR MODEL ÖNERİSİ

Dr. Ayşe Tuğba YILDIZ
ORCID: 0000-0002-5348-4219

ÖZET

Sağlık kurumları daha karmaşık bir örgüt yapısına sahiptir. Sağlık çalışanların sadece mesleki bilgi ve teknik yeterlilikleri ile değil aynı zamanda yoğun ahlaki değerlendirmeler ve duygusal tepkiler ile birlikte karar verme süreçleri ile örgütün temelini oluşturur. Suçluluk, utanç, ahlaki öfke, empatik kaygı ve vicdani rahatsızlık gibi ahlaki duygular sağlık çalışanlarının hasta bakım süreçlerinde sıklıkla deneyimlediği ve iş tutumları ile davranışlarını doğrudan etkileyen önemli psikososyal unsurlar arasında yer almaktadır. Ancak bu duygular çoğunlukla bireysel özellikler veya kişisel başa çıkma süreçleri olarak değerlendirilmekte; örgütsel düzeyde nasıl şekillendiği ve liderlik davranışları aracılığıyla nasıl düzenlenebileceği hakkında literatürde sınırlı çalışmalar yer almaktadır. Bu çalışma, sağlık kurumlarında ahlaki duyguların liderlik davranışlarıyla düzenlenebilen örgütsel olgular olarak ele alınmasını amaçlayan kavramsal bir model önermektedir. Çalışmada, etik ve destekleyici liderlik yaklaşımlarının sağlık çalışanlarının ahlaki duygularını nasıl yönlendirdiği, bu düzenleme sürecinin iş yaşam kalitesi, tükenmişlik, psikolojik iyi oluş ve örgütsel bağlılık gibi çıktılar üzerindeki olası etkileri kuramsal çerçevede değerlendirilmektedir. Önerilen model, liderliğin ahlaki duyguları bastıran veya görmezden gelen bir rol üstlenmekten ziyade bu duyguların anlamlandırılmasını ve yapıcı bir şekilde yönetilmesini sağlayan bir düzenleyici mekanizma olarak işlev gördüğünü ileri sürmektedir. Bu yönüyle çalışma, sağlık yönetimi literatüründe ahlaki duyguların örgütsel bağlamda ele alınmasına katkı sunmakta ve gelecekte gerçekleştirilecek araştırmalar için teorik bir zemin oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ahlaki Duygular, Liderlik, Sağlık Çalışanları, Duygu Düzenleme, Örgütsel Davranış

REGULATION OF MORAL EMOTIONS THROUGH LEADERSHIP: A MODEL PROPOSAL FOR HEALTHCARE PROFESSIONALS

ABSTRACT

Healthcare organizations have increasingly complex organizational structures. Healthcare professionals constitute the foundation of these organizations not only through their professional knowledge and technical competencies but also through decision-making processes shaped by intense moral evaluations and emotional responses. Moral emotions such as guilt, shame, moral anger, empathic concern, and moral distress are frequently experienced by healthcare professionals during patient care processes and represent significant psychosocial factors that directly influence work attitudes and behaviors. However, these emotions are predominantly addressed in the literature as individual characteristics or personal coping processes, while limited attention has been paid to how they are shaped at the organizational level and regulated through leadership behaviors. This study proposes a conceptual model that conceptualizes moral emotions in healthcare organizations as organizational phenomena that can be regulated through leadership behaviors. Within this framework, the study examines how ethical and supportive leadership approaches influence healthcare professionals' moral emotions and discusses the potential effects of this regulation process on outcomes such as quality of work life, burnout, psychological well-being, and organizational commitment. The

proposed model suggests that leadership functions not as a mechanism that suppresses or ignores moral emotions, but rather as a regulatory process that facilitates the interpretation and constructive management of these emotions. In this respect, the study contributes to the healthcare management literature by addressing moral emotions within an organizational context and provides a theoretical foundation for future empirical research.
Keywords: Moral Emotions, Leadership, Healthcare Professionals, Emotion Regulation, Organizational Behavior

GİRİŞ

Sağlık hizmeti, insanların yaşamı ve onurları ile doğrudan ilişkili olmasını gerektiren bir yapıya sahiptir. Bu yüzden diğer hizmet sektörlerinde faaliyet gösteren örgütlerden farklı olarak yalnızca teknik yeterlilik değil, duygusal emek ve etik kurallara hassasiyet gerektiren bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Sağlık çalışanları, hizmet sunumu esnasında sıklıkla ölüm gibi travmatik olaylar, kaynakların yetersizliği, fazla sorumluluk bilinci, adaletli davranma ve daha çok vicdan gibi etik kurallara yüksek uyum gerektiren durumlarla karşı karşıya kalmaktadır. Bu durum sağlık çalışanlarında bilişsel ve ahlaki duygular aracılığıyla karar vermelerini gerektirmektedir.

Ahlaki duygular; bireylerin doğru ve yanlış algılarını şekillendiren, etik yargıları tetikleyen ve sosyal davranışları yönlendiren duygusal tepkilerdir. Suçluluk, utanç, merhamet, öfke ve adalet duygusu bu kapsamda değerlendirilmektedir. Sağlık çalışanları için bu duygular, hasta yararı ile örgütsel kısıtlar arasındaki çatışmalarda daha da yoğunlaşmakta; uzun vadede ahlaki sıkıntı (moral distress), tükenmişlik ve işten ayrılma niyetini artırabilmektedir. Bu noktada liderlik, sağlık örgütlerinde ahlaki duyguların bastırılması ya da görmezden gelinmesi yerine, tanınması, anlamlandırılması ve düzenlenmesi açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Özellikle etik liderlik, hizmetkâr liderlik ve otantik liderlik yaklaşımlarının, çalışanların ahlaki duygu deneyimlerini dönüştürmede önemli bir aracı mekanizma olduğu ileri sürülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, sağlık çalışanlarının ahlaki duygularını liderlik aracılığıyla ele alan bütüncül bir kavramsal model önermek; bu modelin sağlık hizmetlerinin niteliği, çalışan refahı ve örgütsel sürdürülebilirlik açısından önemini tartışmaktır.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Ahlaki duygular kavramı, kökenini hem ahlak felsefesi hem de sosyal psikolojiye dayanmaktadır. Aristoteles'ten itibaren ahlaki davranışın yalnızca rasyonel akıl yürütmeye değil, karakter ve duyguya da dayandığı kabul edilmiştir. Modern dönemde ise Hume, ahlaki yargıların temelinde duyguların yer aldığını savunarak bu alandaki en önemli kırılmalardan birini gerçekleştirmiştir. Güncel psikoloji literatüründe ahlaki duygular, bireyin etik normlara ilişkin değerlendirmelerini şekillendiren temel içsel mekanizmalar olarak ele alınmaktadır (Haidt, 2003). Bu bağlamda ahlaki duygular, yalnızca bireyin iyi ya da kötü davranışlarını belirlemekle kalmamakta; aynı zamanda sosyal ilişkilerin düzenlenmesinde ve kurumsal normların içselleştirilmesinde de işlev görmektedir (Tangney vd., 2007).

Ahlaki duygular, bireyin etik normlar ve toplumsal değerlerle ilişkili olarak yaşadığı duygusal tepkileri ifade etmektedir. Haidt (2003), ahlaki yargıların çoğu zaman rasyonel muhakemeden önce gelen sezgisel ve duygusal süreçlerle şekillendiğini ileri sürmektedir. Bu yaklaşım, sağlık çalışanlarının klinik kararlarında yalnızca mesleki rehberlere değil, aynı zamanda vicdan, empati ve sorumluluk duygularına da dayandığını göstermektedir.

Sağlık açısından ahlaki duygular bazı durumlarda yoğunlaşmaktadır;

- Hastaya zarar verme ihtimali olan kararlar,
- Kaynakların adil dağıtımına ilişkin ikilemler,

- Örgütsel baskılar nedeniyle etik olarak doğru olduğuna inanılan eylemlerin gerçekleştirilememesi.

Bu durumlar, çalışanlarda ahlaki sıkıntı, ahlaki yaralanma (moral injury) ve duygusal tükenmeye yol açabilmektedir (Rushton vd., 2021). Sağlık çalışanları açısından bu kuramsal yaklaşım son derece kritiktir; çünkü sağlık hizmetlerinde alınan kararların büyük bir kısmı etik belirsizlik içermekte ve standart prosedürlerle tam olarak çözülememektedir. Bu tür durumlarda ahlaki duygular, karar verme sürecinin merkezine yerleşmektedir.

Sağlık hizmetlerinde ahlaki duyguların etkisi yalnızca bireysel düzeyde değil, örgütsel ve sistemsel düzeyde de hissedilmektedir. Ahlaki duyguların uygun biçimde düzenlenememesi;

- Hasta güvenliğinin azalmasına
- Ekip içi çatışmaların artmasına
- Etik iklimin zayıflamasına
- Kalite göstergelerinin düşmesine neden olabilmektedir (Morley vd., 2019).

Sağlık çalışanlarının ahlaki duygularını tetikleyen faktörler yalnızca bireysel değildir. Literatür, ahlaki sıkıntının çoğu zaman örgütsel kısıtlar tarafından üretildiğini ortaya koymaktadır (Morley vd., 2020). Bu kısıtlar arasında:

- Personel yetersizliği
- Zaman baskısı
- Yönetimsel performans hedefleri
- Kaynak dağıtımındaki adaletsizlikler gibi durumlar ön plana çıkmaktadır.

Bu koşullar altında sağlık çalışanları, etik olarak doğru olduğuna inandıkları bakım uygulamalarını hayata geçirememekte ve yoğun ahlaki duygular yaşamaktadır.

Sağlık çalışanlarının ahlaki duygularında karşılaştığı bir diğer zorluk hiyerarşi, güç İlişkileri ve sessizliktir. Sağlık örgütleri genellikle katı hiyerarşik yapılara sahiptir. Bu yapı, çalışanların ahlaki kaygılarını dile getirmesini zorlaştırmakta ve örgütsel sessizlik kültürünü beslemektedir. Ahlaki duyguların ifade edilememesi, bu duyguların içselleştirilerek kronikleşmesine neden olmaktadır (Edmondson, 2018).

Bu noktada liderlik, yalnızca bir yönetim fonksiyonu değil; ahlaki duyguların bastırılmasını ya da görünür kılınmasını belirleyen temel bir bağlamsal faktördür.

Ahlaki sıkıntı, bireyin etik olarak doğru olduğunu düşündüğü eylemi gerçekleştirememesi durumunda yaşadığı psikolojik rahatsızlık olarak tanımlanmaktadır (Jameton, 1984). Güncel çalışmalar, ahlaki sıkıntının yalnızca bireysel bir sorun değil, örgütsel yapı ve liderlik pratikleriyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Morley vd., 2020).

COVID-19 pandemisi sonrasında yapılan araştırmalar sağlık çalışanlarında ahlaki sıkıntı ve ahlaki yaralanma düzeylerinin ciddi biçimde arttığını göstermiştir (Greenberg vd., 2020). Bu bulgular, liderlik mekanizmalarının ahlaki duyguların düzenlenmesinde ne kadar belirleyici olduğunu yeniden gündeme taşımıştır. Bu bağlamda, sağlık örgütlerinde liderliğin yalnızca performans ve verimlilik odaklı değil, aynı zamanda ahlaki ve duygusal düzenleyici bir işlev üstlendiği giderek daha fazla vurgulanmaktadır. Etik, ahlaki ve hizmetkâr liderlik yaklaşımları; çalışanların yaşadığı ahlaki duyguları tanıma, anlamlandırma ve düzenleme süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır (Brown & Treviño, 2006).

Etik liderlik, liderin uygun davranışlar sergilemesi ve bu davranışları örgüt içinde teşvik etmesi olarak tanımlanmaktadır (Brown vd., 2005). Etik liderler adalet, dürüstlük ve sorumluluk ilkeleri doğrultusunda hareket ederek çalışanların ahlaki farkındalığını artırmaktadır.

Etik liderler sağlık çalışanlarında:

- Ahlaki duyarlılığı artırmaktadır,
- Ahlaki sıkıntıyı azaltmaktadır,

- Psikolojik güven ortamı yaratmaktadır (Yılmaz vd., 2023).

Hizmetkâr liderlik, liderin önceliğini çalışanların gelişimi ve refahına vermesi üzerine kuruludur. Bu yaklaşım, sağlık çalışanlarının merhamet, empati ve anlam duygularını güçlendirmektedir (Eva vd., 2019). Otantik liderlik ise liderin değerleriyle tutarlı, şeffaf ve öz farkındalığı yüksek davranışlarını vurgular ve çalışanların ahlaki güven algısını pekiştirir (Walumbwa vd., 2008).

Literatürde ahlaki duygular genellikle iki ana grupta ele alınmaktadır;

Öz yönelimli Ahlaki Duygular

- Suçluluk,
- Utanç,
- Pişmanlık.

Bu duygular, bireyin kendi davranışlarını ahlaki standartlar doğrultusunda değerlendirmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Sağlık çalışanlarında özellikle yeterince iyi bakım sunamama, hasta zararına tanıklık etme veya etik olarak doğru olduğunu düşündüğü müdahaleyi yapamama durumlarında yoğun biçimde yaşanmaktadır (Epstein & Hamric, 2009).

Diğer yönelimli Ahlaki Duygular

- Empati,
- Merhamet,
- Ahlaki öfke,
- Adalet duygusu.

Bu duygular, başkalarının maruz kaldığı adaletsizliklere veya acıya verilen tepkilerle ilişkilidir. Sağlık çalışanlarının hasta savunuculuğu rolü büyük ölçüde bu duygulara dayanmaktadır (Tronto, 2013). Bu iki duygu grubu, sağlık çalışanlarının mesleki kimliklerinin inşasında birlikte rol oynamakta; ancak uygun biçimde düzenlenmediklerinde tükenmişlik ve merhamet yorgunluğu gibi olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir.

Ahlaki duyguların düzenlenmesi yalnızca liderlik davranışlarıyla sınırlı değildir; örgütsel etik iklim, adalet algısı ve iletişim de bu süreçte önemli belirleyicilerdir. Etik liderlik algısının bilgi paylaşımına pozitif etkisi üzerine yapılan bir çalışmada örgütsel iletişimin bu ilişkide kısmi aracılık rolü olduğu bulunmuştur. Bu, örgütün iletişim yapısının ahlaki süreçleri ne ölçüde teşvik ettiğinin önemli bir göstergesidir (Baş, 2023) . Benzer şekilde örgütsel adalet algısının etik duyarlılık üzerinde olumlu etkisi olduğu ve adaletin etik duyarlılığı güçlendirdiği bir başka çalışmada gösterilmiştir. Bu bulgu, sağlık çalışanlarının moral duygularını daha etkin şekilde düzenleyebilmesi için adalet odaklı örgütsel uygulamaların gerektiğini vurgular (Hekim & Kırılmaz, 2024) .

Sağlık Çalışanları Üzerine Model Önerisi

Model, liderliğin ahlaki duygular üzerinde aracılık edici ve düzenleyici bir rol oynadığını varsaymaktadır. Etik liderlik, bireysel düzeyde yaşanan ahlaki duyguların örgütsel destekle anlamlandırılmasını sağlamaktadır. Bu çalışma kapsamında önerilen model üç düzeyden oluşmaktadır:

1. Bireysel Düzey

- Ahlaki duyarlılık
- Vicdan, empati ve sorumluluk duyguları
- Duygu düzenleme kapasitesi

2. Liderlik Düzeyi

- Etik liderlik davranışları
- Hizmetkâr liderlik uygulamaları
- Psikolojik güven ve adalet algısı

3. Örgütsel Düzey

- Etik iklim
- Açık iletişim ve destek mekanizmaları
- Ahlaki sıkıntıyı azaltıcı politikalar

Bu model, liderliğin ahlaki duygular üzerinde düzenleyici bir rol üstlendiğini ve bu sürecin çalışan refahı ile bakım kalitesine dolaylı etkiler yarattığını öne sürmektedir. Model, sağlık çalışanlarının yaşadığı ahlaki duyguların bireysel psikolojik süreçler olarak değil; örgütsel bağlam, liderlik davranışları ve etik iklim ile etkileşim içinde şekillenen dinamik süreçler olarak ele alınması gerektiği varsayımına dayanmaktadır. Modelin temel çıkış noktası, sağlık çalışanlarının ahlaki duygularının bastırılmasının değil; tanınmasının, ifade edilmesinin ve anlamlandırılmasının sürdürülebilir mesleki işleyiş açısından belirleyici olduğudur. Önerilen model üç ana kuramsal çerçeveye dayanmaktadır;

- **Sosyal Öğrenme Kuramı**

Liderlerin etik tutum ve davranışları, sağlık çalışanları için normatif bir referans noktası oluşturmaktadır. Çalışanlar, etik belirsizlik içeren durumlarda liderlerin nasıl davrandığını gözlemleyerek kendi ahlaki tepkilerini şekillendirmektedir.

- **Psikolojik Güvenlik Yaklaşımı**

Ahlaki duyguların ifade edilebilmesi, cezalandırılma veya dışlanma korkusu olmaksızın konuşulabilen bir örgütsel iklim gerektirmektedir. Psikolojik güvenlik, ahlaki duyguların bastırılmasını önleyen temel bağlamsal koşullardan biridir.

- **Ahlaki Dayanıklılık (Moral Resilience)**

Sağlık çalışanlarının etik gerilimler karşısında değerlerinden kopmadan mesleki işlevselliğini sürdürebilmesi, ahlaki dayanıklılık kapasitesiyle ilişkilidir. Bu kapasite bireysel bir özellikten ziyade liderlik ve örgütsel destekle geliştirilebilir bir süreçtir.

Bu üç kuramsal eksen, modelin liderlik merkezli ve bağlamsal niteliğini güçlendirmektedir. Önerilen model, birbirini izleyen ve karşılıklı etkileşim içinde olan beş ana bileşenden oluşmaktadır.

1. Liderlik Davranışları (Başlatıcı Mekanizma)

Modelin ilk bileşeni, sağlık yöneticilerinin sergilediği liderlik davranışlarıdır. Bu davranışlar, ahlaki duyguların örgüt içinde nasıl ele alınacağını belirleyen temel çerçeveyi oluşturmaktadır. Bu bağlamda modelde özellikle şu liderlik özellikleri ön plana çıkmaktadır:

- Etik duyarlılık: Etik sorunları fark edebilme ve ciddiye alma,
- Şeffaflık: Karar alma süreçlerini açık ve gerekçeli biçimde yürütme,
- Empatik iletişim: Çalışanların duygusal ve ahlaki deneyimlerine duyarlılık,
- Adalet odaklılık: Kaynak dağılımı ve değerlendirme süreçlerinde hakkaniyet.

Bu liderlik davranışları, sağlık çalışanlarının ahlaki duygularının meşru ve değerli olduğu algısını güçlendirmektedir (Eva vd., 2019).

2. Psikolojik ve Etik İklim (Bağlamsal Düzenleyici)

Liderlik davranışları, örgüt içinde belirli bir etik ve psikolojik iklimin oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Modelde bu iklim, ahlaki duyguların düzenlenmesinde kilit bir ara değişken olarak ele alınmaktadır. Bu iklimin temel özellikleri şunlardır:

- Psikolojik güvenliğin yüksek olması,
- Etik kaygıların açıkça dile getirilebilmesi,
- Hata ve etik ikilemlerin öğrenme fırsatı olarak görülmesi,
- Sessizlik kültürünün zayıflaması.

Araştırmalar, etik iklimin güçlü olduğu sağlık örgütlerinde ahlaki sıkıntının daha düşük düzeylerde yaşandığını ve çalışanların etik konularda daha aktif rol aldığını göstermektedir (Newman vd., 2017).

3. Ahlaki Duygu Süreçleri (Merkezi Dinamik)

Modelin merkezinde, sağlık çalışanlarının yaşadığı ahlaki duygu süreçleri yer almaktadır. Bu duygular arasında;

- Ahlaki sıkıntı,
- Suçluluk ve pişmanlık,
- Empati ve merhamet,
- Ahlaki öfke ve adalet duygusu bulunmaktadır. Model, bu duyguların bastırılması veya yok sayılması yerine, liderlik ve örgütsel iklim aracılığıyla düzenlenmesini öngörmektedir.

Bu düzenleme süreci duyguların tanınması, paylaşılması ve kolektif anlamlandırılması yoluyla gerçekleşmektedir. Böylece ahlaki duygular, tükenmişliğe yol açan bir yük olmaktan çıkarak mesleki anlam ve etik duyarlılık kaynağına dönüşebilmektedir (Tangney vd., 2007).

4. Ahlaki Dayanıklılık ve Duygusal Sürdürülebilirlik (Ara Çıktı)

Ahlaki duyguların uygun biçimde düzenlenmesi, sağlık çalışanlarında ahlaki dayanıklılığın gelişmesini desteklemektedir. Bu dayanıklılık, etik gerilimlere rağmen mesleki değerlere bağlı kalabilme ve duygusal tükenmeden kaçınabilme kapasitesini ifade etmektedir (Rushton, 2016). Model, ahlaki dayanıklılığı liderlik yoluyla geliştirilebilen bir örgütsel kapasite olarak ele almakta ve bireysel baş etme stratejilerinin ötesine taşımaktadır.

5. Bireysel ve Örgütsel Sonuçlar (Nihai Çıktılar)

Modelin son bileşeni, ahlaki duyguların liderlik yoluyla düzenlenmesinin ortaya çıkardığı bireysel ve örgütsel sonuçları kapsamaktadır. Bu sonuçlar şunlardır:

- Tükenmişlik ve merhamet yorgunluğunda azalma,
- İş yaşam kalitesinde artış,
- Örgütsel bağlılığın güçlenmesi,
- Hasta güvenliği ve bakım kalitesinin artması.

Bu çıktılar, ahlaki duyguların düzenlenmesinin yalnızca çalışan refahına değil, sağlık hizmetlerinin bütününe katkı sağladığını göstermektedir (Dyrbye vd., 2020).

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Sağlık çalışanlarının ahlaki duyguları, yalnızca bireysel psikolojik süreçler değil; örgütsel yapı, kültür ve liderlik uygulamaları tarafından şekillenen dinamik olgulardır. Bu çalışma, liderliğin ahlaki duyguların bastırılması değil, bilinçli biçimde düzenlenmesi ve desteklenmesi açısından merkezi bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Önerilen model, sağlık örgütlerinde etik liderlik yaklaşımlarının çalışanların tükenmişlik, ahlaki sıkıntı ve işten ayrılma niyeti gibi olumsuz sonuçları azaltabileceğini; aynı zamanda bakım kalitesini ve örgütsel bağlılığı artırabileceğini göstermektedir. Bu çalışma, sağlık çalışanlarının ahlaki duygularının liderlik aracılığıyla düzenlenmesinin hem bireysel iyi oluş hem de örgütsel sürdürülebilirlik açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Sağlık kurumlarında liderliğin etik ve duygusal boyutunun güçlendirilmesi, ahlaki sıkıntının azaltılmasına ve bakım kalitesinin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

Önerilen modelin literatüre üç temel özgün katkısı bulunmaktadır:

1. Ahlaki duyguları bireysel psikoloji yerine liderlik ve örgütsel bağlam içinde ele alması
2. Ahlaki sıkıntı, merhamet yorgunluğu ve tükenmişliği tek bir bütüncül çerçevede ilişkilendirmesi
3. Sağlık alanına özgü etik belirsizlikleri merkeze alan uygulamaya dönük bir yapı sunması

Bu yönleriyle model, sağlık yönetimi ve örgütsel davranış literatüründe önemli bir kavramsal boşluğu doldurmaktadır.

Uygulayıcılara yönelik öneriler;

- Etik liderlik temelli yönetici eğitimleri,
- Etik vaka tartışma platformları,
- Psikolojik güvenliği destekleyen örgütsel politikalar.

Araştırmacılara yönelik öneriler;

- Modelin yapısal eşitlik modeli (SEM) ile test edilmesi,
- Ahlaki duyguların aracı/değiştirici rollerinin incelenmesi.

Model, nicel ve nitel yöntemlerle test edilebilir niteliktedir. Özellikle:

- Liderlik → etik iklim → ahlaki duygu düzenleme → tükenmişlik,
- Psikolojik güvenliğin aracı rolü,
- Ahlaki dayanıklılığın düzenleyici etkisi gibi ilişkiler, yapısal eşitlik modellemesi veya karma yöntem tasarımlarıyla incelenebilir.

KAYNAKÇA

Baş, M. (2023). *Sağlık çalışanlarının etik liderlik algısının bilgi paylaşımı üzerindeki etkisinde örgütsel iletişimin aracılık rolü. Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi,* 26(1), 29–48.

Brown, M. E., Treviño, L. K., & Harrison, D. A. (2005). Ethical leadership: A social learning perspective for construct development and testing. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 97*(2), 117–134.

Brown, M. E., & Treviño, L. K. (2006). Ethical leadership. *Leadership Quarterly, 17*(6), 595–616.

Brown, M. E., Treviño, L. K., & Harrison, D. A. (2005). Ethical leadership. *Academy of Management Journal, 48*(2), 117–134.

Dyrbye, L. N., West, C. P., Satele, D., Boone, S., Tan, L., Sloan, J., & Shanafelt, T. D. (2014). Burnout among U.S. medical students, residents, and early career physicians relative to the general *U.S. population. Academic Medicine,* 89(3), 443–451.

Edmondson, A. (2018). *The fearless organization*. Wiley.

Epstein, E. G., & Hamric, A. B. (2009). Moral distress, moral residue, and the crescendo effect. *Journal of Clinical Ethics,* 20(4), 330–342.

Eva, N., Robin, M., Sendjaya, S., van Dierendonck, D., & Liden, R. C. (2019). Servant leadership: A systematic review and call for future research. *The Leadership Quarterly, 30*(1), 111–132.

Greenberg, N., Docherty, M., Gnanapragasam, S., & Wessely, S. (2020). Managing mental health challenges faced by healthcare workers during covid-19 pandemic. *BMJ, 368,* m1211.

Haidt, J. (2003). The moral emotions. In R. J. Davidson et al. (Eds.), *Handbook of affective sciences* (pp. 852–870). Oxford University Press.

Hekim, S., & Kırılmaz, H. (2024). *The effect of organizational justice perception on ethical sensitivity in the health sector. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,* 25(4), 656–668.

Jameton, A. (1984). *Nursing practice: The ethical issues*. Prentice Hall.

Morley, G., Ives, J., Bradbury-Jones, C., & Irvine, F. (2019). What is moral distress in nursing? *Nursing Ethics, 26*(3), 646–662.

Morley, G., Ives, J., Bradbury-Jones, C., & Irvine, F. (2020). What is 'moral distress'? A narrative synthesis of the literature. *Nursing Ethics, 27*(3), 646–662.

Newman, A., Donohue, R., & Eva, N. (2017*).* Psychological safety: A systematic review of the literature. *Human Resource Management Review,* 27(3), 521–535.

Rushton, C. H. (2016). Moral resilience: A capacity for navigating moral distress in critical care. *AACN Advanced Critical Care*, 27(1), 111–119.
Rushton, C. H., Thomas, T. A., & Antonsdottir, I. M. (2021). Moral injury and moral resilience in health care workers during COVID-19 pandemic. *Journal of Palliative Medicine, 24*(5), 712–719.
Tangney, J. P., Stuewig, J., & Mashek, D. J. (2007). Moral emotions and moral behavior. *Annual Review of Psychology, 58*, 345–372.
Tronto, J. C. (2013). *Caring democracy: Markets, equality, and justice*. New York University Press.
Walumbwa, F. O., Avolio, B. J., Gardner, W. L., Wernsing, T. S., & Peterson, S. J. (2008). Authentic leadership: Development and validation of a theory-based measure. *Journal of Management, 34*(1), 89–126.
Yılmaz, N., Erdoğan, E., Kayar, Z., & Yılmaz, E. (2023). *Sağlık çalışanlarında etik liderlik algısının psikolojik sahiplenme üzerine etkisi*. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 23**(**3), 1005–1024.

ÖLÇÜLEN PERFORMANS İLE YÖNETİLEN PERFORMANS ARASINDAKİ BOŞLUK: SAĞLIK KURUMLARINDA BİR İNCELEME

Dr. Ayşe Tuğba YILDIZ
ORCID: 0000-0002-5348-4219

Özet

Sağlık kurumlarında performans yönetimi çoğunlukla nicel göstergeler, hedefler ve standartlar aracılığıyla değerlendirilmektedir. Ancak örgütsel düzeyde işleyiş incelendiğinde, performansın yalnızca ölçülen göstergeler üzerinden ele alınmadığı; yöneticilerin gündelik kararları, sezgileri ve bağlamsal değerlendirmeleri aracılığıyla da değerlendirildiği ve yönetildiği görülmektedir. Bu durum, ölçülen performans ile fiilen yönetilen performans arasında bir uyumsuzluğun ortaya çıkabileceğine işaret etmektedir. Bu çalışma sağlık kurumlarında performansın ölçülme biçimleri ile yönetsel pratikler arasındaki bu boşluğu yönetim–organizasyon perspektifinden ele almayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda çalışma, performansın yalnızca ölçüm araçları üzerinden tanımlanmasının sağlık kurumlarının karmaşık yapısını açıklamakta yetersiz kaldığını ileri sürmektedir. Ölçülen ve yönetilen performans arasındaki boşluğun görünür kılınması, performans yönetiminin daha bütüncül bir biçimde ele alınmasına katkı sağlayabilir. Bu çerçevede çalışma, performans göstergelerinin örgütsel bağlamdan bağımsız olarak ele alınamayacağını ve yönetim süreçleriyle sürekli etkileşim içinde yeniden anlam kazandığını vurgulamaktadır. Sağlık kurumlarının çok aktörlü ve yüksek belirsizlik içeren yapısı, performansın ölçülmesi ve yönetilmesi arasındaki ilişkinin dinamik ve bağlama duyarlı bir biçimde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Çalışma, sağlık yönetimi alanında performans tartışmalarına kavramsal bir derinlik kazandırmayı ve ileride yapılacak araştırmalar için kuramsal bir zemin oluşturmayı hedeflemektedir. Gelecek çalışmalarda, sağlık kurumlarının farklı örgütsel bağlamlarında performansın ölçülen ve yönetilen boyutları arasındaki ilişkinin çeşitli araştırma yaklaşımlarıyla ele alınması, yönetsel pratikler, örgütsel yorumlar ve bağlamsal dinamiklerin bu ilişkiyi nasıl şekillendiğinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesine olanak sağlayacaktır. Bu doğrultuda gerçekleştirilecek ampirik çalışmaların, performansın yalnızca sayısal göstergeler üzerinden değil, aynı zamanda örgütsel deneyimler ve yönetsel anlamlandırma süreçleri aracılığıyla nasıl yönetildiğini ortaya koyarak geliştirilen kavramsal çerçevenin açıklayıcılığını ve uygulama değerini güçlendirmesi beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Sağlık Yönetimi, Performans Yönetimi, Ölçülen Performans, Yönetilen Performans

THE GAP BETWEEN MEASURED PERFORMANCE AND MANAGED PERFORMANCE: A REVIEW IN HEALTHCARE ORGANIZATIONS

Abstract

Performance management in healthcare organizations is predominantly evaluated through quantitative indicators, targets, and standards. However, when organizational functioning is examined more closely, performance is not assessed solely through measured indicators; it is also evaluated and managed through managers' everyday decisions, intuitions, and contextual judgments. This situation suggests that a misalignment may emerge between measured performance and performance as it is actually managed in practice. This study aims to examine this gap between the ways performance is measured and managerial practices in healthcare organizations from a management and organization perspective. In this regard, the study argues that defining performance solely through measurement tools is insufficient to explain the

complex structure of healthcare organizations. Making the gap between measured and managed performance visible may contribute to a more holistic understanding of performance management. Within this framework, the study emphasizes that performance indicators cannot be considered independently of organizational context and that they continuously gain meaning through their interaction with management processes. The multi-actor and high-uncertainty nature of healthcare organizations necessitates a dynamic and context-sensitive evaluation of the relationship between performance measurement and performance management. The study seeks to add conceptual depth to performance debates in the field of health management and to establish a theoretical foundation for future research. In future studies, examining the relationship between measured and managed dimensions of performance across different organizational contexts in healthcare organizations through various research approaches will allow for a more detailed exploration of how managerial practices, organizational interpretations, and contextual dynamics shape this relationship. Empirical studies conducted in this direction are expected to strengthen the explanatory power and practical relevance of the proposed conceptual framework by revealing how performance is managed not only through numerical indicators but also through organizational experiences and managerial sensemaking processes.

Keywords: Healthcare Management, Performance Management, Measured Performance, Managed Performance

GİRİŞ

Sağlık kurumlarında performans yönetimi, hasta güvenliği, hizmet kalitesi, mali sürdürülebilirlik ve çalışan verimliliği gibi çok boyutlu hedeflerin eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesini amaçlayan stratejik bir yönetim alanıdır. Performans, çoğunlukla ölçülebilir göstergeler aracılığıyla tanımlanmakta ve değerlendirilmektedir. Ancak sağlık hizmetlerinin doğası gereği karmaşık, belirsiz ve insan etkileşiminin fazla olması sebebiyle değişken bir yapıya sahip olması, performansın yalnızca ölçülen çıktılar üzerinden yönetilmesini zorlaştırmaktadır (Kaplan & Porter, 2011; Leggat, 2015).

Literatürde giderek daha fazla dikkat çeken bir sorun, ölçülen performans (measured performance) ile yönetilen performans (managed or enacted performance) arasındaki yapısal boşluktur. Bu iki performans alanı her zaman birbiri ile örtüşmemektedir. Sağlık yöneticileri performans göstergeleri doğrultusunda hesap verebilirlik baskısı altında hareket ederken; klinik çalışanlar hasta yararı, mesleki etik ve klinik uygunluk gibi ölçülmesi güç değerlere dayalı kararlar almak zorunda kalmaktadır. Bu durum, örgüt içinde hangi performansın daha önemli olduğu konusunda belirsizlik yaratmakta ve sağlık çalışanların çelişkili beklentilerle karşı karşıya kalmasına sebep olmaktadır (Leggat & Balding, 2013).

Ölçülen ve yönetilen performans arasındaki bu boşluk yalnızca yönetsel bir teknik sorun değil; aynı zamanda örgütsel, etik ve psikolojik sonuçlar doğuran bir yapıdır. Araştırmalar, performans göstergelerine aşırı odaklanmanın hedef kaymasına, göstergelerin araçsallaştırılmasına ve ‘ölçülenin önemli, ölçülmeyenin değersiz’ algısının yerleşmesine yol açtığını göstermektedir (Bevan & Hood, 2006). Sağlık çalışanları açısından bu durum, klinik olarak doğru olduğunu düşündükleri uygulamalar ile yönetsel olarak teşvik edilen performans hedefleri arasında kalmaya neden olmaktadır.

Bu bağlamda, ölçülen ve yönetilen arasındaki boşluk sağlık çalışanlarında ahlaki sıkıntı (moral distress), tükenmişlik ve örgütsel yabancılaşma gibi olgularla ilişkilendirilmektedir (Rushton, 2016; Dyrbye vd., 2017). Çalışanlar, mesleki değerleriyle çelişen performans baskıları ile çalıştıklarında hem bakım kalitesi hem de çalışan refahına zarar vermektedir. Dolayısıyla

performans yönetimi yalnızca örgütsel çıktılar açısından değil, sağlık çalışanlarının etik ve psikolojik deneyimleri açısından da ele alınmalıdır.

Bu çalışma, sağlık kurumlarında ölçülen performans ile yönetilen performans arasındaki boşluğu kavramsal ve yönetsel boyutlarıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada öncelikle performans ölçümü ve performans yönetimi kavramları ayrıştırılarak ele alınacak; ardından bu boşluğun sağlık kurumlarında neden ortaya çıktığı incelenecektir. Devamında, ölçüm ve yönetim uyumsuzluğunun sağlık çalışanları üzerindeki etkileri değerlendirilerek sağlık kurumlarında daha bütüncül ve bağlamsal bir performans yönetimi yaklaşımına yönelik öneriler sunulacaktır. Bu yönüyle çalışma, performans göstergelerine eleştirel bir perspektif sunmayı ve sağlık yönetimi literatüründe performansın yalnızca ölçülen değil, **yaşanan ve yönetilen bir süreç** olduğunu vurgulamayı hedeflemektedir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Performans ölçümü, örgütsel hedeflere ne ölçüde ulaşıldığının göstergeler aracılığıyla değerlendirilmesini ifade ederken; performans yönetimi bu ölçümlerin karar alma, kaynak tahsisi ve davranış yönlendirme süreçlerine nasıl entegre edildiğini kapsar (Neely, 2005).

Performans ölçümü sistemleri (Performance Measurement Systems, PMS), sağlık hizmetlerinde çıktı ve süreçlerin nesnel olarak değerlendirilmesi amacıyla tasarlanır. Bu sistemler bekleme süreleri, mortalite oranları, enfeksiyon oranları gibi göstergeler üzerinden sistem performansını görünür kılar ve yöneticilere karşılaştırılabilir veriler sunar (OECD, 2020). Ancak sağlık alanındaki performans ölçümünün çok yönlü doğası, doğrudan ölçülebilir ve hassas metriklerin bulunmasını zorlaştırmaktadır.

Ölçüm sistemleri yöneticilere karşılaştırılabilir ve raporlanabilir veriler sunarken sağlık hizmetlerinin bağlamsal, etik ve insani boyutlarını yeterince yansıtmakta yetersiz kaldığı görülmektedir (Mannion & Braithwaite, 2012). Bu durum, ölçülen performansın örgütsel gerçekliği tam olarak temsil edememesine yol açmaktadır. Ölçülen performans, genellikle kalite göstergeleri (ör. mortalite oranları, enfeksiyon hızları), süreç göstergeleri (bekleme süreleri, yatak doluluk oranları) ve finansal ölçütler üzerinden standartlaştırılmış ve denetlenebilirdir. Ancak bu ölçütler, sağlık hizmetinin etik yükünü, duygusal emeği, ekip içi koordinasyonu ve klinik kararların ahlaki boyutlarını büyük ölçüde dışarıda bırakmaktadır (Leggat & Balding, 2013).

Yönetilen performans, ölçüm sistemlerinin ötesinde, yöneticilerin neyi teşvik ettiği, neyi görmezden geldiği ve hangi davranışları ödüllendirdiği ile ilgilidir. Bu bağlamda yönetilen performans liderlik tarzı, örgüt kültürü, profesyonel normlar ve etik iklim tarafından şekillenir (Mintzberg, 2009). Sağlık yöneticileri çoğu zaman resmi performans göstergeleri ile klinik gerçeklik arasında denge kurmaya çalışmakta ve bu süreçte gayriresmî değerlendirme ölçütlerine başvurmaktadır (McGivern vd., 2015).

Ölçülen ve yönetilen performansın her zaman örtüşmediği gözlenmiştir. Sağlık kurumlarında ölçülen ve yönetilen performansın arasındaki boşluğun nedenleri;

- Hizmetin Karmaşıklığı ve Belirsizlik

Sağlık hizmetleri, standartlaştırılması güç klinik süreçler ve hasta bazlı değişkenlik nedeniyle ölçüm sistemlerine dirençlidir. Bu durum, ölçülen performansın sahadaki klinik kararları tam olarak yansıtamamasına yol açar (Braithwaite vd., 2017).

- Profesyonel Özerklik ve Klinik Yargı

Hekimler ve hemşireler, performans ölçütlerinden ziyade klinik yargı ve mesleki etik ilkeler doğrultusunda karar vermektedir. Ölçüm sistemlerinin bu özerkliği sınırladığı algısı, ölçülen performans ile yönetilen performans arasında çatışma yaratmaktadır (Freidson, 2001).

Ölçülen ve yönetilen performans arasındaki uyumsuzluk, sağlık çalışanları üzerinde önemli psikolojik ve örgütsel sonuçlar doğurmaktadır. Oluşan bu boşluğun tükenmişlik, ahlaki sıkıntı ve iş doyumsuzluğu ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Dyrbye vd., 2017; West vd., 2018). Sağlık çalışanları, klinik olarak doğru olduğunu düşündükleri uygulamalar ile yönetsel olarak teşvik edilen performans hedefleri arasında kaldıklarında, ahlaki gerilim yaşamaktadır. Bu durum, çalışanların örgütsel bağlılığını ve hasta bakım kalitesini olumsuz etkilemektedir (Rushton, 2016).

Ölçülen Performans ile Yönetilen Performans Arasındaki Boşluğun Sağlık Çalışanları Üzerindeki Etkileri

Sağlık kurumlarında performansın ölçülme biçimi ile fiilen yönetilme biçimi arasındaki uyumsuzluk, yalnızca örgütsel etkinlik ve hizmet kalitesi açısından değil, aynı zamanda sağlık çalışanlarının psikososyal iyi oluşu, etik deneyimleri ve mesleki sürdürülebilirliği açısından da kritik sonuçlar doğurmaktadır. Sağlık çalışanları üzerinde ahlaki sıkıntı (moral distress), tükenmişlik, motivasyon kaybı ve örgütsel yabancılaşma gibi farklı etkiler ortaya çıkabilmektedir.

- Performans Baskısı ve Ahlaki Sıkıntı (Moral Distress)

Ahlaki sıkıntı, sağlık çalışanlarının doğru olduğunu düşündükleri eylemleri, kurumsal kısıtlar veya yönetsel baskılar nedeniyle gerçekleştirememeleri sonucu ortaya çıkan psikolojik gerilim durumudur (Rushton, 2016). Ölçülen performans göstergeleri ile klinik ve etik değerler arasındaki uyumsuzluk, bu tür sıkıntıların temel kaynaklarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Ölçülen performansın yönetim kararlarının üzerindeki etkisi sağlık çalışanlarının etik özerklik algısını zayıflatmakta ve mesleki anlam duygusunu olumsuz etkilemektedir. Bu açıdan ölçülen ve yönetilen performansın arasındaki boşluk doğrudan ahlaki sıkıntıyı etkilemektedir.

- Tükenmişlik ve Performans Yönetimi

Tükenmişlik; duygusal tükenme, duyarsızlaşma ve düşük kişisel başarı hissi ile karakterize edilen çok boyutlu bir sendromdur (Maslach & Leiter, 2016). Sağlık sektöründe performans yönetimi uygulamalarının baskıcı ve tek boyutlu olması tükenmişliğin önemli belirleyicisi olarak değerlendirilmektedir. Dyrbye ve arkadaşlarının (2017; 2020) hekimler üzerinde gerçekleştirdiği çalışmalar, kurumsal performans beklentileri, zaman baskısı ve bürokratik yük ile tükenmişlik arasında güçlü ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Performans göstergelerinin klinik bağlamdan ayrı bir şekilde yönetilmesi, çalışanların sürekli 'yetersizlik' hissi yaşamasına neden olmakta ve bu durum tükenmişliği derinleştirmektedir.

- Motivasyon, İş Doyumu ve Örgütsel Bağlılık

Sağlık çalışanları açısından performans göstergelerinin günlük klinik pratikle örtüşmemesi yapılan işin anlamının görünmez hale gelmesine yol açmaktadır. Bu durum, iş doyumunu ve örgütsel bağlılığı olumsuz etkilemektedir. Algılanan performans adaleti ile örgütsel bağlılık arasında güçlü bir ilişki olduğu ve bu ilişkinin sağlık sektöründe daha belirgin olduğu tespit edilmiştir (Hekim & Kırılmaz, 2024).

- Klinik Karar Verme ve Mesleki Özerklik Üzerindeki Etkiler

Performans göstergelerinin yönetim süreçlerinde katı biçimde uygulanması sağlık çalışanlarının mesleki özerkliğini sınırlandırabilmektedir. Klinik kararların performans puanlarına indirgenmesi, hekim ve hemşirelerin profesyonel yargılarına duyulan güveni aşındırmaktadır. Sağlık sistemlerinde aşırı ölçüm ve denetimin olması bakım kalitesini artırmak yerine klinik yaratıcılığı ve hasta merkezli yaklaşımı zayıflatmaktadır (Berwick, 2016).

- Sağlık Çalışanları Açısından Uzun Vadeli Sonuçlar

- Mesleki yabancılaşma ve anlam kaybı
- Etik duyarsızlaşma ve savunmacı pratikler
- Kurumsal güvenin azalması
- İşten ayrılma niyetinin artması

Özellikle pandemi sonrası dönemde yapılan çalışmalar, performans baskısının sağlık çalışanlarının sistemden çekilme eğilimini güçlendirdiğini ortaya koymaktadır (Shanafelt vd., 2022).

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, sağlık kurumlarında ölçülen performans ile yönetilen performans arasındaki boşluğu yalnızca teknik bir ölçüm sorunu olarak değil; örgütsel, etik ve insani boyutları olan çok katmanlı bir yönetsel problem olarak ele almıştır. Literatürde performans ölçüm sistemlerine ilişkin kapsamlı bir bilgi birikimi bulunmasına rağmen, bu sistemlerin yönetsel pratiklere nasıl dönüştüğü ve sağlık çalışanları üzerindeki etkilerinin nasıl şekillendiği yeterince bütüncül biçimde tartışılmamaktadır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu kavramsallaştırarak bu eksikliği gidermeyi amaçlamıştır.

Çalışma kapsamında yapılan inceleme, sağlık kurumlarında performansın çoğunlukla ölçülebilir, karşılaştırılabilir ve raporlanabilir göstergeler üzerinden tanımlandığını ancak performansın yönetiminde bağlamsal, etik ve klinik yargı boyutlarının sınırlı biçimde dikkate alındığını ortaya koymaktadır. Bu durum ölçülen performansın yönetilen performansa dönüşümünde anlam kaybına yol açmakta ve performans verilerinin örgütsel öğrenme ve gelişim amacıyla kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Özellikle sağlık çalışanları açısından bakıldığında, performans göstergeleri ile günlük klinik pratik arasındaki uyumsuzluk; ahlaki sıkıntı, tükenmişlik, motivasyon kaybı ve örgütsel yabancılaşma gibi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (Rushton, 2016; Dyrbye vd., 2017; Maslach & Leiter, 2016). Bu açıdan performans yönetimi yalnızca hizmet çıktılarının izlenmesine değil; aynı zamanda sağlık çalışanlarının etik ve psikososyal deneyimlerine de etki eden bir yönetsel araç olarak değerlendirilmelidir.

Bu çalışmanın temel katkılarından biri, ölçülen performans ile yönetilen performans arasındaki farkı yapısal bir boşluk olarak ele almasıdır. Ölçülen performans, çoğu zaman ne üretildiğini gösterirken; yönetilen performans, neye değer verildiğini ve hangi davranışların teşvik edildiğini yansıtmaktadır. Çalışmanın bulguları doğrultusunda sağlık yöneticileri ve politika yapıcılar için aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

1. Performans göstergeleri yeniden yapılandırılmalı, klinik kalite, hasta deneyimi ve çalışan iyi oluşu birlikte değerlendirilmelidir.
2. Performans verileri, cezalandırıcı ve denetleyici bir araç olmaktan çıkarılarak gelişim ve öğrenme odaklı biçimde kullanılmalıdır.
3. Sağlık çalışanları, performans değerlendirme süreçlerine aktif olarak dâhil edilmeli, performans verilerinin anlamlandırılması ortak bir süreç haline getirilmelidir.
4. Liderlik eğitimleri, performans yönetiminin etik ve insani boyutlarını içerecek şekilde yeniden tasarlanmalıdır.
5. Ulusal düzeyde performans yönetimi politikaları, yalnızca çıktı odaklı değil; sürdürülebilirlik ve çalışan refahı perspektifiyle ele alınmalıdır.

Bu çalışma kavramsal ve kuramsal bir çerçeve sunmakta olup, ampirik veri içermemektedir. Gelecek çalışmalarda;

- Farklı sağlık kurumlarında test edilmesi,
- Performans boşluğunun nicel ve nitel yöntemlerle ölçülmesi,

- Liderlik türlerinin bu boşluk üzerindeki aracılık etkilerinin incelenmesi amaçlanmakta ve literatüre önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, sağlık kurumlarında performansın yalnızca ölçülmesinin yeterli olmadığını, performansın nasıl yönetildiğinin ve hangi değerler üzerinden anlamlandırıldığının en az ölçüm kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Ölçülen performans ile yönetilen performans arasındaki boşluğun kapatılması, sağlık hizmetlerinde sürdürülebilir kalite, etik bütünlük ve çalışan refahı açısından kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Berwick, D. M. (2016). Measuring physicians' quality and performance: Adrift on Lake Wobegon. *JAMA*, 315(11), 1107–1108.

Bevan, G., & Hood, C. (2006). What's measured is what matters: Targets and gaming in the English public health care system. *Public Administration, 84*(3), 517–538.

Braithwaite, J., Wears, R. L., & Hollnagel, E. (2017). Resilient health care: Turning patient safety on its head. *International Journal for Quality in Health Care, 29*(4), 418–420.

Dyrbye, L. N., Shanafelt, T. D., Sinsky, C. A., et al. (2017). Burnout among health care professionals. *The Lancet, 388*(10057), 2272–2281.

Freidson, E. (2001). *Professionalism: The third logic*. University of Chicago Press.

Hekim, S., & Kırılmaz, H. (2024). The effect of organizational justice perception on ethical sensitivity in the health sector. *Cumhuriyet Üniversitesi İİBF Dergisi*, 25(4), 656–668.

Kaplan, R. S., & Porter, M. E. (2011). How to solve the cost crisis in health care. *Harvard Business Review, 89*(9), 46–64.

Leggat, S. G., & Balding, C. (2013). Achieving organisational competence for clinical leadership: The role of high performance work systems. *Journal of Health Organization and Management,* 27(3), 312–329.

Leggat, S. G. (2015). Effective healthcare teams require effective team members. *BMC Health Services Research, 15*, 448.

Mannion, R., & Braithwaite, J. (2012). Unintended consequences of performance measurement in healthcare. *International Journal for Quality in Health Care, 24*(6), 569–574.

Maslach, C., & Leiter, M. P. (2016). Understanding the burnout experience. *World Psychiatry,* 15(2), 103–111.

McGivern, G., Currie, G., Ferlie, E., Fitzgerald, L., & Waring, J. (2015). Hybrid manager–professionals' identity work: The maintenance and hybridization of medical professionalism in managerial contexts. *Human Relations,* 68(8), 1241–1268.

Mintzberg, H. (2009). *Managing*. Berrett-Koehler.

OECD. (2020). *Health at a glance*. OECD Publishing.

Neely, A. (2005). The evolution of performance measurement research: Developments in the last decade and a research agenda for the next. *International Journal of Operations & Production Management,* 25(12), 1264–1277.

OECD. (2020). Health at a glance 2020: OECD indicators. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/82129230-en

Rushton, C. H. (2016). Moral resilience: A capacity for navigating moral distress in healthcare. *AACN Advanced Critical Care, 27*(1), 111–119.

Shanafelt, T. D., et al. (2022). Changes in burnout and satisfaction. *Mayo Clinic Proceedings,* 97(12), 2248–2258.

West, C. P., Dyrbye, L. N., & Shanafelt, T. D. (2018). Physician burnout. *The Lancet, 388*(10057), 2272–2281.

SU ISITMA SISTEMINDE GÜNEŞ KOLEKTÖRLERININ TERMAL VERIMINI OPTIMUM HALE GETIRMEK

Ahmed SAJAWAL
Middle East Technical University, Northern Cyprus Campus, Mechanical Engineering, 99738 Guzelyurt via Mersin 10, Turkey
ORCID: 0009-0004-3591-2736
Kemal MAŞERA
Middle East Technical University, Northern Cyprus Campus, Mechanical Engineering, 99738 Guzelyurt via Mersin 10, Turkey
ORCID ID: 0000-0002-9536-6835

ÖZET
Artan küresel enerji talebi, enerji üretiminin neden olduğu iklim değişikliği etkisini azaltma ihtiyacını acil hale getirmektedir. Yenilenebilir kaynaklar kullanarak enerji üretmek çözümlerden biridir ve güneş enerjisi en uygun maliyetli ve erişilebilir seçeneklerden biri haline gelmektedir. Albedo etkisini kullanan bifasiyal güneş enerjili su ısıtma sisteminin entegre edilmesi, mevcut monofasiyal sistemin enerji verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırma fikrinin temelini oluşturmaktadır. Ancak, albedo etkisinden yararlanan bifasiyal güneş kolektörleri üzerine yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışma, Güzelyurt için Tipik Meteorolojik Yıl (TMY2) verileri kullanılarak, güneş ışınımı soğurmasını en üst düzeye çıkarmak amacıyla 45 derece eğim açısında optimize edilen önerilen sistemi sunmaktadır ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Kuzey Kıbrıs Kampüsü (ODTÜ KKK) Yurt 1 için çeşitli eğim ve azimut açılarının incelenmesini içermektedir. Ayrıca beton çatının albedo etkisi araştırılmış ve sistemin iyileştirilmesinde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar mevcut sistem ile önerilen sistemin karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Önerilen sistem, yakıt kullanımını yaklaşık yüzde 45 oranında azaltarak yılda yaklaşık 2000 kg yakıt tasarrufu ve 6500 kg CO2 emisyonu azaltımı sağlamaktadır. Finansal analiz yıllık 132.000 TL tasarruf göstermektedir. Bu sonuçlar, mevcut monofasiyal sistemlere kıyasla çift taraflı soğurma kullanımının enerji verimliliğini ve karbon azaltımını önemli ölçüde artırdığını doğrulamaktadır.
Anahtar kelimeler: Güneş enerjili su ısıtma, albedo etkisi, yakıt tüketimi, enerji verimliliği, sürdürülebilir enerji, karbondioksit emisyonu

OPTIMIZING SOLAR COLLECTOR THERMAL EFFICIENCY OF THE WATER HEATING SYSTEM

ABSTRACT
Increasing global demand for energy creates an urgent need to reduce the impact on climate change caused by energy generation. Using renewable sources to produce energy is one of the solutions and solar energy is becoming one of the most affordable and accessible solutions. Integrating bifacial solar water heating system and using the albedo effect is the main idea to enhance the energy efficiency and sustainability of the existing mono-facial system. However, there is very limited research on bifacial solar collectors utilizing albedo for solar water heating. This study presents a suggested system optimized at a 45-degree tilt angle to maximize solar irradiation absorption using Typical Meteorological Year (TMY2) data for Güzelyurt and examining several tilt and azimuth angles for Dormitory 1 at the Middle East Technical University Northern Cyprus Campus (METU NCC). Also, the albedo effect from the concrete roof was investigated and used to improve the system. The results were used to compare an

existing system with the one to be proposed. The proposed system lowers fuel use by approximately 45%, saving nearly 2000 kg of fuel and reducing CO2 emissions by 6500 kg annually. Financial analysis indicates annual savings of 132,000 TL. These results verify that, in comparison to current mono-facial systems, utilizing dual-sided absorption significantly improves energy utilization and decarbonization.
Keywords: Solar water heating, albedo effect, fuel consumption, energy efficiency, sustainable energy, carbon dioxide emission

1. INTRODUCTION

The whole world is struggling with the issue of global warming and with increasing demand in energy over the years, it is crucial to reduce our dependance on fossil fuels and adopt more sustainable options to combat climate change. The total world consumption of marketed energy is projected to increase by 44% from 2006 to 2030 (Devabhaktuni et al., 2013). Global dependance on using fossil fuels to meet the energy requirements is detrimental to the environment. Fossil energy use is the most dominant cause of climate change and accounts for about 60% of total global greenhouse gas emissions (Güney, 2019). It emphasizes how solar energy is expected to lead energy generation in the near future, with estimates suggesting that by 2050, solar energy generation might reach 48% as a result of industrial and economic expansion (Maka & Alabid, 2022). Additionally, it would decrease our reliance on fossil fuels, which would help mitigate the negative environmental effects that come with them. However, it should be noted that relying entirely on solar energy may not be feasible at this time due to the high energy demand. The goal of this project is to find a feasible way to maximize the absorption of extraterrestrial solar radiation while considering the global energy demand and finding a balance between the two. This is also in line with the global trend of moving towards renewable energy sources to achieve the long-term sustainable energy goals.

Bifacial designs, which use both sides of the solar collector to gather direct and reflected solar radiation, have been investigated in recent developments in solar thermal systems. In contrast to traditional single-sided systems, high-albedo surfaces beneath the collectors can dramatically boost thermal energy capture by up to 20%, according to Kim et al. (2023) that looked at the performance of bifacial solar collectors. This is particularly beneficial in regions with reflective ground materials or on concrete roofs. Advanced bifacial solar collector designs with unique coatings to improve reflectivity and heat retention were examined in a separate study by Garrod & Ghosh, (2023). Depending on the tilt angle and the albedo of the surrounding environment, the results showed that these systems might optimize energy absorption in solar water heating systems by increasing thermal efficiency by 15–25%. This was similar to the work done in this report where the tilt angle was optimized to harness the maximum albedo effect. Additionally, the potential of bifacial absorbers in large-scale solar thermal applications was investigated by Zohreh Rahimi-Ahar et al., (2023). These bifacial systems have been demonstrated to boost thermal energy collection by 30% in areas with high albedo surfaces, including deserts, which makes them a viable option for lowering energy expenses in industrial settings. These studies highlight how bifacial solar thermal systems may successfully use the albedo effect, opening the door to more environmentally friendly and effective water heating options.

The aim of this study is to optimize solar water heating systems while balancing environmental sustainability with the economical aspect. The TMY2 data for Güzelyurt provides the input data for calculating the solar irradiation that the collectors receive from the sun. The hot water needed is considered at maximum capacity to determine the hot water demand. Calculations

were made for solar insolation, collector efficiency, usable energy stored by the collector and that by the boiler, fuel combustion, and carbon dioxide emission. To find the more efficient system in the end, the results for the suggested system are compared with the current system and tabulated.

2. METHODOLOGY

The calculation of total hourly tilted insolation received by the solar collectors for each day of the year is central to the analysis. This process begins with determining the declination angle (δ), which represents the sun's angular position relative to the Earth's equatorial plane. It is calculated using the day of the year (n) through the equation:

$$\delta = 23.45° \sin\left(2\pi \frac{284 + n}{365.25}\right) \quad (1)$$

The parameter *B*, which accounts for the Earth's orbital position, is given by:

$$B = (n - 1)\frac{2\pi}{365} \quad (2)$$

Using *B*, the equation of time (*E*) corrects the apparent solar time:

$$E = 229.18\,[7.5 \times 10^{-5} + 0.001868\cos(B) - 0.032077\sin(B) - 0.014615\cos(2B) - 0.04089\sin(2B)] \quad (3)$$

The solar time (t_s) is then calculated as:

$$t_s = (t_0 - 0.5) + \frac{4"\,(L_{st} - L_{loc}) + E}{60} \quad (4)$$

where t_0 is the standard time, L_{st} is the standard meridian, and $L_{loc}$is the longitude of the location. From the solar time, the hour angle (ω), which represents the angular displacement of the sun from the local meridian, is determined as:

$$\omega = 15°\,(t_s - 12) \quad (5)$$

The solar zenith angle (θ_z), measuring the sun's position relative to the vertical, is calculated using:

$$\cos\theta_z = \cos\phi\,\cos\delta\,\cos\omega + \sin\phi\,\sin\delta \quad (6)$$

With these angles calculated, the beam ($I_{b,t}$) and diffuse ($I_{d,t}$) components of solar radiation are calculated as:

$$I_{b,t} = I_{b,n} \cdot \cos\theta_j \quad (7)$$

$$I_{d,t} = \frac{1+\cos\beta}{2} I_{d,n} \quad (8)$$

The total hourly tilted insolation (I_T) is then obtained by summing these components along with ground-reflected radiation:

$$I_T = I_{b,t} + I_{d,t} + \alpha I_g \frac{(1-\cos\beta)}{2} \quad (9)$$

The efficiency of the solar collector (η_{coll}) is determined using its specific parameters, including the heat removal factor (F_R), the transmittance-absorptance product ($\tau\alpha$), and the heat loss coefficient (U_L):

$$\eta_{coll} = (F_R(\tau\alpha)_n)K_{\tau\alpha} - (F_R U_L)\left(\frac{P}{I_T}\right) \quad (10)$$

The useful energy collected by the system is given by:

$$Q_{u,coll} = n_{coll} \cdot \eta_{coll} \cdot A_{coll} \cdot I_T \quad (11)$$

To address the system's hot water demand, the mass flow rate of hot water (m_h) is calculated as:

$$m_h = \sum m_e \cdot m'_e \cdot \left(\frac{T_e - T_c}{T_h - T_c}\right) \quad (12)$$

Here, T_e, T_c and T_h are the end-use, cold, and hot water temperatures, respectively. The energy stored in the system $Q_{u,st}$ and the energy lost from storage $Q_{L,st}$ are calculated as:

$$Q_{L,st} = UA_{st} \cdot (T_{st}^t - T_{room}) \quad (13)$$

$$Q_{u,st} = m_h \cdot c_p \cdot (T_{st}^t - T_{mu}) \quad (14)$$

To simulate the system's operation over time, the time-dependent temperature of the storage tank is updated iteratively as:

$$T_{st}^{t+1} = T_{st}^t + Q_{u,coll} - \frac{(Q_{u,st} - Q_{L,st})}{V_{st} \cdot \rho_{st} \cdot c_p} \quad (15)$$

When the energy from the collectors is insufficient to meet the hot water demand, additional energy is supplied by the boiler:

$$Q_B = m_h \cdot c_p (T_h^t - T_{st}^t) \quad (16)$$

The solar fraction (f_s), representing the proportion of the energy demand met by solar energy, is calculated as:

$$f_s = \frac{\sum Q_{u,st}}{\sum (Q_{u,st} + Q_B)} \quad (17)$$

The hourly fuel consumption (m_f) is determined as:

$$m_f = \frac{Q_B}{LHV_f} \quad (18)$$

Finally, the carbon dioxide emissions (m_{CO_2}) associated with fuel consumption are calculated using:

$$m_{CO_2} = a_f \cdot m_f \cdot \frac{M_{CO_2}}{M_f} \quad (19)$$

To enhance the system's performance, bifacial solar panels are integrated at the final stage of analysis. These panels capture additional reflected radiation from the ground, which is expressed as:

$$I_{t,bf} = I_T(\alpha + 1) \quad (20)$$

The albedo factor determines the fraction of the incident radiation reflected from the ground into the collectors. A proposed system that employs an optimized tilt and azimuth angle in capturing more energy with the use of a bifacial panel reduces the need for the boiler, fuel consumption, and carbon dioxide emissions.

3. CURRENT MONOFACIAL SYSTEM

The current system design is a model of dormitory 1 of the Middle East Technical University (METU NCC). As the maximum water demand is to be calculated, it is assumed that the dormitory is filled with students, and it is at its maximum capacity of 496 students.

Figure 1 presents the schematic of the system. The schematic consists of solar thermal collector and storage tank boiler. The bifacial collectors can be seen in the figure which collect the solar irradiation and use this energy to raise the temperature of the water passing through them. The hot water then enters the storage tank and mixes with the water already present in it, raising its temperature. If the solar irradiation is insufficient, there is a boiler present with the storage tank as shown, which heats up the water. The boiler burns fossil fuels to produce energy and is only used when the solar water heating system cannot meet the hot water demand by itself. The aim is to maximize the use of solar energy and minimise the dependence on the boiler and thereby

fossil fuels. The heat transfer fluid is water, and the storage tank is kept indoors to help maintain the hot temperature.

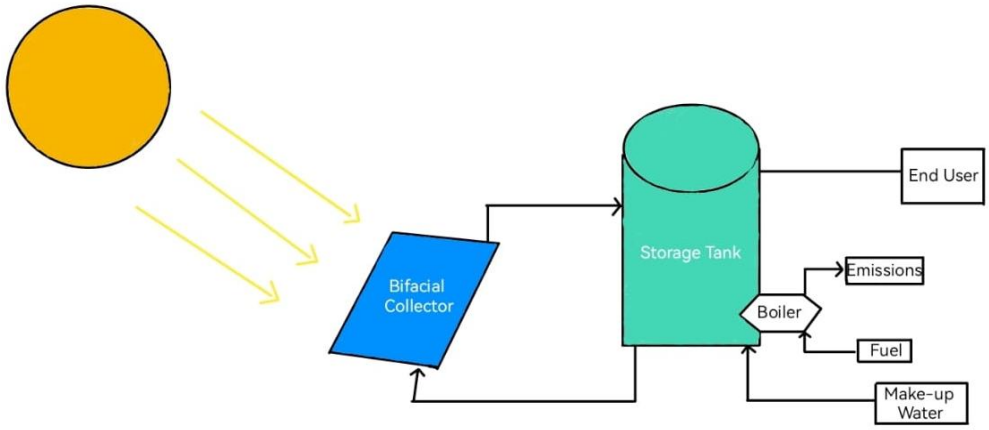


Figure 1. Schematic of the bifacial system

In Table 1 the characteristics of the system are presented. Solimpeks solar energy collectors were used for the project and some of the important values used in the excel file were obtained (Solimpeks Wunder, 2011). Different tilt and azimuth angles were tested to find the optimal angles and were used in the proposed solution to give the best possible results. The hot water demand was calculated for the maximum number of students. The number of collectors used in the current system was 36 and was kept the same for our suggested case. The same fuel was used for the suggested case, so all the related values stayed the same.

Table 1. System characteristics.

Variable	Monofacial system	Bifacial system	Units
All Working Fluids			
c_p:	4.2	4.2	kJ/kg·K
Density (r):	1000	1000	kg/m^3
Collector			
Azimuth (g_c):	0	90	Degrees
Tilt (b):	35	45	Degrees
Area (A_{coll}):	1.9	1.9	m^2
Number (n_{coll}):	36	36	-
$F_R(ta)_n$:	0.699	0.699	-
F_RU_L:	3.64	3.64	W/m^2·K
b_o:	0.144	0.144	-
Storage			
Initial T (T^1_{st}):	50	50	^{o}C
Volume (V_{st}):	2	2	m^3
UA_{st}:	60	60	W/K
T_{mu}:	25.0	25.0	^{o}C
T_{room}:	25.0	25.0	^{o}C
Hot Water Demand			
Total Daily Demand, $m_{e,d}$:	14115	14115	kg/day at T_e

End Use Water, T_e:	40	40	^oC
Mixing			
Cold Water, T_c:	25	25	^oC
Min Hot Water, $T_{h,min}$:	60	60	^oC
Boiler			
LHV_f:	44.5	44.5	MJ/kg
M_f:	114	114	kg/kmol
a_f:	8	8	$kmol_{CO2}/kmol_f$
M_{CO2}:	44	44	kg/kmol

The fractional hourly end-use water demand profile is presented in Table 2 and Figure 2. The end use water demand was measured by using the bucket and timer method. A bucket of known volume was placed under the shower until it was full, and the volumetric flow rate of water was determined by dividing the volume of water that flowed into the bucket by the time in minutes. The average shower time we determined from our interviews was 8 minutes. Hot water demand was then calculated by multiplying the number of people who were taking the shower at that hour with the average shower time and the hourly volumetric flow rate. We summed up the values then for 24 hours to give the daily hot water demand. This value divided by the hourly values gives the fractional demand.

Table 2. *METU NCC Dorm 1 X building fractional hourly end-use water demand profile.*

Hour Ending	m'e
1	0.02
2	0.02
3	0.03
4	0.03
5	0.03
6	0.05
7	0.05
8	0.08
9	0.02
10	0.02
11	0.08
12	0.06
13	0.02
14	0.03
15	0.03
16	0.08
17	0.08
18	0.06
19	0.06
20	0.06
21	0.03
22	0.02
23	0.02
24	0.02

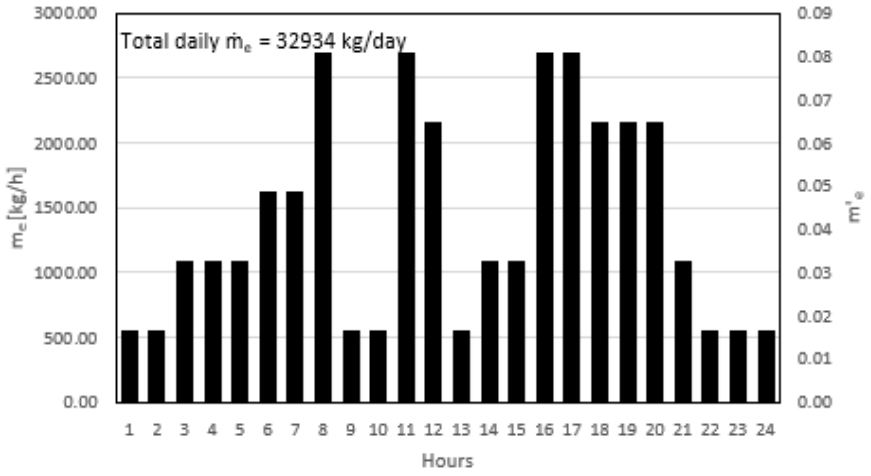


Figure 2. METU NCC Dorm 1 building fractional hourly end-use water demand profile.

4. RESULTS AND DISCUSSION

The monthly and annual solar fraction, average daily CO_2 emissions and average daily mass of fuel consumed are presented in Table 3.

Table 3. Base case monthly and annual performance metrics.

Month	Q_b kJ/day	$Q_{u,st}$ kJ/day	m_f kg/day	m_{CO2} kg/day	f
January	757485	131744	17.02	52.56	0.15
February	750486	138742	16.86	52.07	0.16
March	689631	199598	15.50	47.85	0.22
April	691961	197268	15.55	48.01	0.22
May	667427	221802	15.00	46.31	0.25
June	644469	244759	14.48	44.72	0.28
July	630418	258811	14.17	43.74	0.29
August	639580	249649	14.37	44.38	0.28
September	656767	232461	14.76	45.57	0.26
October	681197	208031	15.31	47.27	0.23
November	737626	151603	16.58	51.18	0.17
December	755931	133298	16.99	52.45	0.15
Annual	691915	197314	15.55	48.01	0.22

Monthly and annual production output, efficiency metrics, and environmental impact of the bifacial model are compared to those of the existing case. These results give a look into the effectiveness of both systems in operation under variation in conditions.

Table 4. Bifacial case monthly and annual performance metrics

Month	Q_b kJ/day	$Q_{u,st}$ kJ/day	m_f kg/day	m_{CO2} kg/day	f
January	551553	337676	12.39	38.27	0.38
February	514266	374963	11.56	35.68	0.42
March	356359	532870	8.01	24.73	0.60
April	369686	519542	8.31	25.65	0.58
May	306147	583082	6.88	21.24	0.66
June	247657	641572	5.57	17.18	0.72
July	223792	665436	5.03	15.53	0.75
August	251756	637473	5.66	17.47	0.72
September	292370	596858	6.57	20.29	0.67
October	351555	537673	7.90	24.39	0.60
November	499776	389453	11.23	34.68	0.44
December	539603	349626	12.13	37.44	0.39
Annual	375377	513852	8.44	26.05	0.58

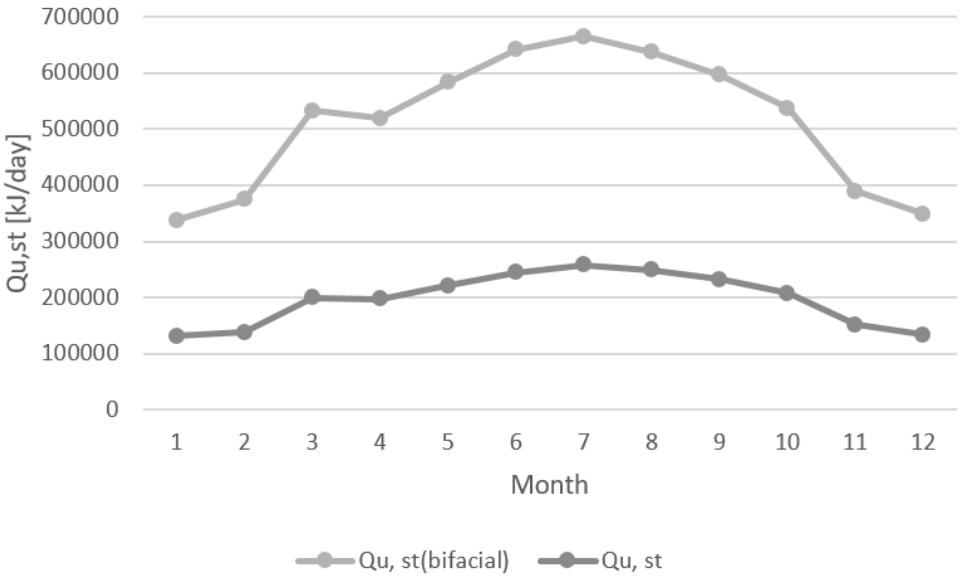


Figure 3. Monthly useful energy stored by the bifacial thermal system compared with the existing case

It follows from Figure 3, for the comparison of energy production, in both models the peak energy production happens during summer, precisely in July, due to the highest amount of solar insolation, while in winter months, it decreases due to reduced solar irradiance. The bifacial model always outperforms the existing case: its peak of monthly production is in February at 914,266 kg/day for the bifacial model and 750,486 kg/day for the existing case. Annual production metrics are presented in the following: the overall production of the bifacial model reaches 6,819,235 kg/year, which is about 10% higher than 7,148,185 kg/year observed for the existing case.

The superior performance of the bifacial model is due to its ability to capture both direct and reflected sunlight, thus maximizing energy production during peak months. Figure 3 presents the relationship between monthly production outputs for both models, showing the seasonal variability of the bifacial model and its overall advantage.

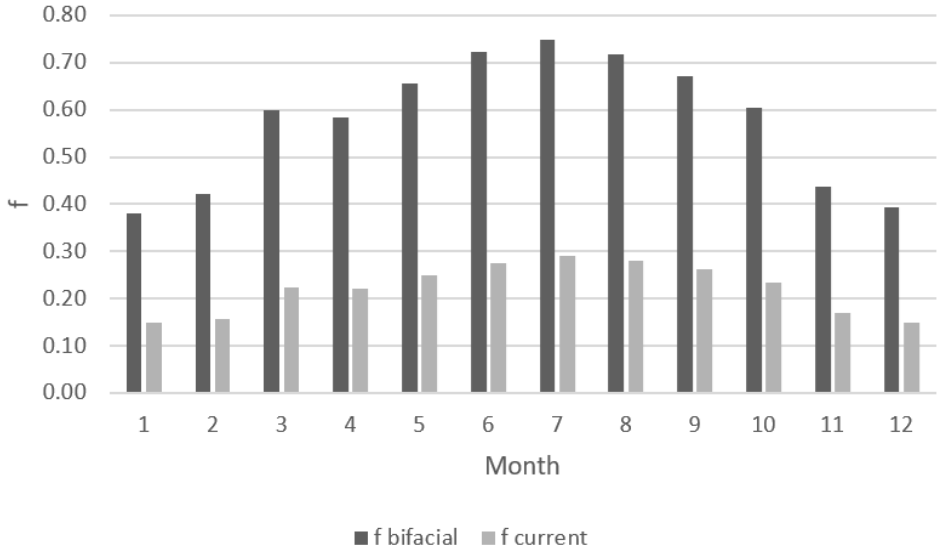


Figure 4. *Monthly* solar fraction of the bifacial thermal system compared with the existing case

The solar fraction, f, is the fraction of the total energy demand provided by the solar system. It was calculated for both models. Figure 4 visualizes the trends. The bifacial model shows higher solar fractions than the existing case in each month. During peak summer months, the bifacial model achieves a solar fraction of 0.80, compared to 0.65 for the existing case. In winter months, the bifacial model achieves 0.40, significantly higher than the 0.25 for the existing case.

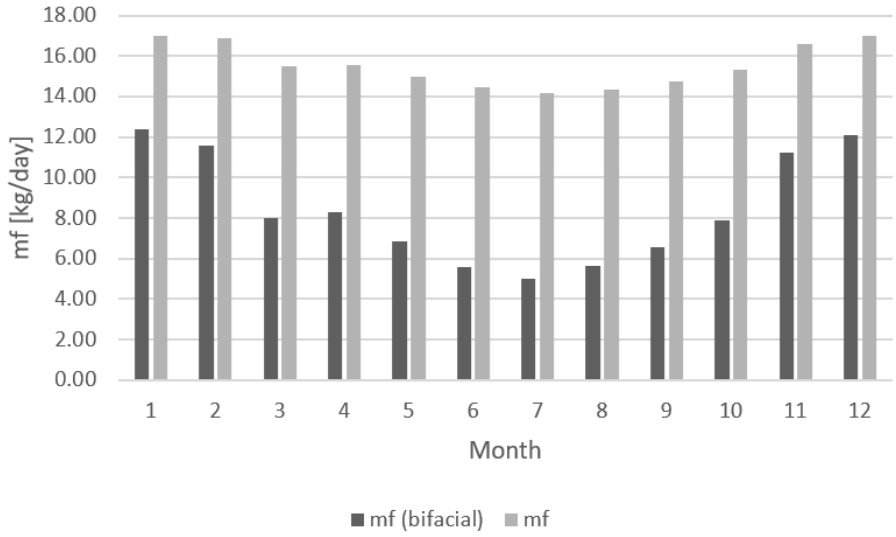


Figure 5. Monthly mass of fuel burned for the bifacial thermal system compared with the existing case

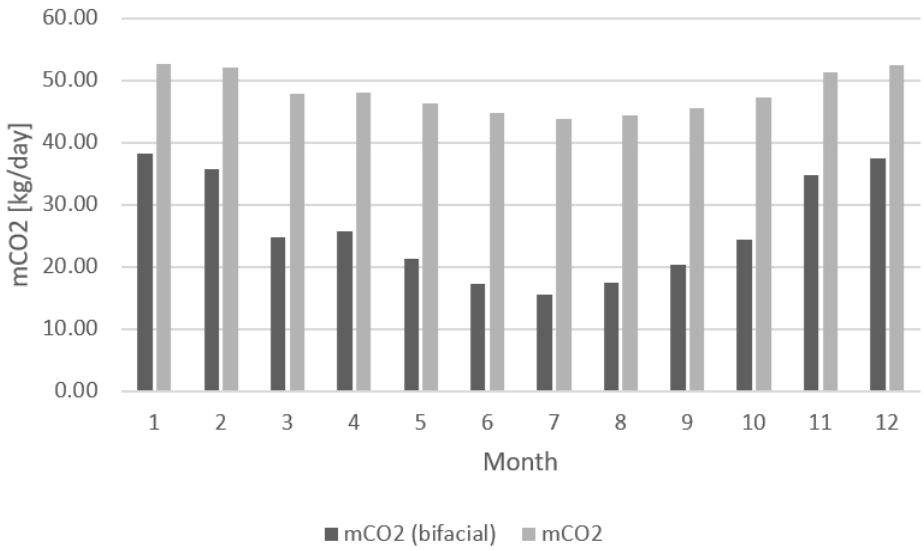


Figure 6. Monthly mass of carbon dioxide emissions for the bifacial thermal system compared with the existing case

Figure 6. Monthly mass of carbon dioxide emissions for the bifacial thermal system compared with the existing case

The environmental analysis was done by comparing fuel consumption and CO2 emissions between the two systems. Figure 3 and Figure 4 show the trend of monthly fuel consumption and CO2 emissions, respectively.

The bifacial model reduces CO2 emissions by a big margin compared to the existing case. This amounts to the saving of 2,100 kg (2.1 tonnes) of fuel consumption yearly, which in return reduces approximately 6,500 kg of CO2 emissions compared to the existing system. These savings underline the large environmental benefit of the bifacial system.

Monthly CO2 emission trends: Fig. 4 represents the largest reduction during summer months due to higher solar fractions that minimize the auxiliary energy sources. During the peak months of July and August, the bifacial system emits ~40% less CO2 than the existing system, while in winter months it emits ~25% less.

An economic comparison was performed between the new bifacial collectors and the base case system. On the basis of fuel consumption data and cost per litre of octane at 36 TL, estimates have been made for the operating cost per day, per month, and per year of both systems. Table 5 summarizes the main economic indicators of the two systems.

Table 4. Cost comparison of the fuel used in the bifacial thermal system compared with the existing case.

	Bifacial Collectors	Existing case
Mass of Octane (kg)	8.44	15.55
Density Octane (kg/L)	0.703	22.12
Volume Octane (L)	12.01	796.30
Monthly cost (TL)	12966	23889
Annual cost (TL)	157755	290650
Annual savings (TL)	132895	

It is observed that the bifacial collector system gives serious cost reductions due to fuel consumption. The fuel mass used in the bifacial system is ~46% less than the base case system. In this respect, the daily fuel cost dropped from 796.30 to 432.2 TL. This means saving 10,922.95 TL per month and an increase to 132,895.31 in a year.

The economic benefits are due to the higher solar fraction of the bifacial system, which cuts down on fuel consumption in meeting energy demand. This saving not only enhances the financial viability of the system but also reflects its environmental benefits because lower fuel consumption directly means reduced CO2 emissions.

4. Conclusions

To conclude everything, using albedo effect by collecting more sunlight from reflected surfaces, bifacial solar panels can increase energy efficiency and contribute to greater energy production. Initial investment may be a bit high, but they are financially feasible because to their long-term energy bill savings and decreased dependency on traditional power sources, especially in places where there is a constant and significant demand for hot water. Some key values were considered like boiler energy, the energy stored, fuel used, carbon emission produced and the cost in order to ensure the viability of the suggested project. By using several different angles, an angle of 45 degrees was found to be the one which gives us the best results. As a suggestion, flowrate meters can be installed in dorm 1 to give us an accurate measurement of the hourly water use since the hot water demand data we calculated, although gives as a good idea about the actual case, might not be very accurate. Also, by using the suggested system, dorm 1 can use more solar energy and reduce the reliance on fuel to meet the hot water demand.

REFERENCES

Devabhaktuni, V., Alam, M., Shekara Sreenadh Reddy Depuru, S., Green, R. C., Nims, D., & Near, C. (2013). Solar energy: Trends and enabling technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 19, 555–564. https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.024

Garrod, A., & Ghosh, A. (2023). A review of bifacial solar photovoltaic applications. Frontiers in Energy, 17(6), 704–726. https://doi.org/10.1007/s11708-023-0903-7

Güney, T. (2019). Renewable energy, non-renewable energy and sustainable development. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 26(5), 389–397. https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1595214

Kim, H., Gao, Y., Moran, E., Howle, A., McSherry, S., Cira, S., & Lenert, A. (2023). High albedo daytime radiative cooling for enhanced bifacial PV performance. Nanophotonics, 0(0). https://doi.org/10.1515/nanoph-2023-0611

Maka, A. O. M., & Alabid, J. M. (2022). Solar Energy Technology and Its Roles in Sustainable Development. Clean Energy, 6(3), 476–483. https://doi.org/10.1093/ce/zkac023

Solimpeks Wunder (2011) Solimpeks Wunder. (2011). SOLIMPEKS WUNDER CLSF 2108. https://solimpeks.com.tr/wp-content/uploads/dokumanlar/sertifikalar/SRCC_WUNDER_CLSF_2108.pdf

Zohreh Rahimi-Ahar, Mehdi Khiadani, Leile Rahimi Ahar, & Abdellah Shafieian. (2023). Performance evaluation of single stand and hybrid solar water heaters: a comprehensive review. Clean Technologies and Environmental Policy, 25(7), 2157–2184. https://doi.org/10.1007/s10098-023-02556-6

A BIBLIOMETRIC REVIEW OF GENERAL AI ETHICS RESEARCH: TRENDS, THEMES, AND FUTURE DIRECTIONS (2019–2025)

Ilyas Abdisalam Ibrahim
Karabuk University, Faculty of Computer and Information Science, Department of Computer Engineering, 78050 Karabuk, Turkiye
ORCID: 0009-0005-9228-1624

Prof. Dr. Ilker Türker
Karabuk University, Faculty of Computer and Information Science, Department of Computer Engineering, 78050 Karabuk, Turkiye
ORCID: 0000-0001-7577-4658

Abstract
Artificial Intelligence (AI) has become integral to fundamental societal infrastructures, influencing decision-making in healthcare, public administration, finance, and security. The increasing integration heightens the necessity to confront ethical issues including justice, openness, responsibility, privacy, and value alignment. This bibliometric study analyzes twenty significant academic studies published from 2019 to 2025 that concentrate on general AI ethics. The analysis assesses research advancement, prevailing ethical themes, sectoral participation, and geographical dispersion. The results indicate a notable rise in publication volume during the examined period, with especially rapid growth beginning in 2021, aligning with the use of increasingly sophisticated machine learning and generative models. Transparency and explainability are the predominant issues examined, particularly in medical and safety-critical applications, succeeded by fairness and accountability. There is still a dearth of literature on ethical governance, privacy, and culturally inclusive frameworks. The results highlight the significance of increasing worldwide involvement in ethical AI research and broadening transdisciplinary scholarships. This analysis identifies the crucial avenues for future research to guarantee that AI systems are in line with human values and benefit society by synthesizing current knowledge and exposing structural shortcomings. This study offers a current synthesis of general AI ethics research from 2019 to 2025, highlighting structural thematic imbalances and areas that urgently need more development, in contrast to earlier bibliometric reviews that are restricted to single-application domains or earlier publication years.
Keywords — Artificial Intelligence Ethics, Responsible AI, Transparency, Fairness, Accountability, AI Governance, Bibliometric Review

I. Introduction

From theoretical invention to a powerful technological foundation influencing modern civilization, artificial intelligence has evolved. As AI systems make predictions and decisions that directly impact human welfare, ethical scrutiny becomes increasingly important. Adoption of AI must guarantee protection against injury, discrimination, and structural inequities, according to research [1], [2]. Scholars are looking at both technical protections and governance frameworks intended to uphold social ideals as ethical AI guidelines evolve.

Fairness and bias continue to be major issues, particularly in automated decision-making systems that run the risk of perpetuating social injustices [3], [4], and [5]. Vulnerable communities may be disproportionately affected by unfair results, underscoring the significance

of fair data practices and open evaluation processes [6]. The need for regular human oversight and fairness judgments is reinforced by ethical frameworks.

Another crucial factor is transparency. Many AI models' opacity erodes confidence and makes it difficult for users to comprehend the reasoning behind predictions [7], [8]. In high-risk medical applications, where decision clarity is essential for patient safety and clinical accountability, explainability is especially challenging [9], [10].

The goal of ethical AI governance is to develop organized accountability models that take cultural diversity, stakeholder engagement, and regulatory procedures into account [11], [12]. But according to recent research, governance guidelines are still in their infancy and need to be better integrated with practical technological practices [13], [14], and [15].

Geographical and multidisciplinary disparities continue after significant advancements. A limited set of ethical concerns may be prioritized because most published literature comes from technologically sophisticated regions [16], [17]. By summarizing the trend of recent AI ethical research and highlighting areas that urgently need more innovation, this study seeks to increase understanding.

1.1 Research Questions

This bibliometric study addresses the following research questions:

RQ1: How has AI ethics research evolved in terms of publication output between 2019 and 2025?

RQ2: What are the dominant ethical themes and conceptual clusters in AI ethics literature?

RQ3: Which authors, institutions, and countries contribute most significantly to AI ethics research?

RQ4: What publications form the intellectual foundation of contemporary AI ethics research?

II. Methodology

A bibliometric analytic methodology was used to systematically look at publishing trends, topic patterns, collaborative structures, and conceptual developments in AI ethical research. Data retrieval, screening and eligibility filtering, metadata extraction, and scientometric mapping backed by qualitative validation were the four primary stages of the technique.

2.1 Search Strategy and Data Source

Because of its high indexing standards, transdisciplinary coverage, and uniformly organized metadata that facilitates quantitative bibliometric evaluation, the Web of Science (WoS) Core Collection was used as the main database. WoS is widely acknowledged as a trustworthy resource for evaluating worldwide scientific output across disciplines and citation performance.

Boolean operators were used to create a structured search query that combined terms associated with ethical principles with artificial intelligence, such as "AI ethics," "responsible AI," "algorithmic fairness," "ethical artificial intelligence," and "AI governance." Due to the development of sophisticated machine learning techniques and the heightened ethical debate surrounding their application, the search was limited to the years 2019–2025.

2.2 Inclusion and Exclusion Criteria

Criteria for Inclusion

1. Articles that specifically address ethical concerns with AI
2. Reviews or publications from peer-reviewed journals
3. The goal of broad AI ethics goes beyond a particular technical algorithm.
4. WoS has complete bibliographic metadata.
5. Published from 2019 to 2025

Exclusion Standards

1. Conference papers, editorials, and non-peer-reviewed materials
2. Research that only considers technical performance without taking ethics into account
3. Incomplete metadata records or duplicate entries

343 publications that were suitable for bibliometric mapping were found through the database search. A minimum citation requirement of 20 citations was used to enhance the clarity of the citation structure visualization, yielding 103 significant papers. 51 of these papers were examined to determine their intellectual underpinnings and constituted the primary connected citation network. Additionally, 20 core papers were qualitatively reviewed in full text to validate thematic interpretations.

2.3 Metadata Retrieval

The WoS "Full Record and Cited References" option was used to export full bibliographic records and cited references in plain-text format. Among the extracted metadata fields were:

- Title of article (TI)
- Writers (AU)
- Year of publication (PY)
- Title of source (SO)
- Identifier for Digital Objects (DI)
- Keywords of the author (DE)
- Keywords Plus (ID)
- Abstracts (AB)
- Citations total (TC)

To improve clustering accuracy, duplicates were eliminated, language was standardized, and related keywords were harmonized.

2.4 Bibliometric and Analytical Procedures

Bibliometric mapping was conducted using VOSviewer (version 1.6.20). A combination of quantitative and descriptive analytical techniques was applied, as summarized in Table 1.

Table 1. Bibliometric analysis techniques and corresponding analytical objectives.

Analysis Type	Purpose	Metric Output
Publication trend analysis	Identify annual growth patterns	Frequency counts per year
Keyword co-occurrence network	Determine conceptual themes	Link strength and clustering
Co-authorship networks	Examine collaboration patterns	Author/institution/country clusters
Citation network analysis	Identify foundational and highly influential works	Citation links, density

For every network analysis, full counting was used. Interpretation of global representation, ethical priorities, and sector impact was influenced by link strength, node size, and cluster density.

Deeper understanding of ethical issues including justice, accountability, transparency, and governance was made possible by interpreting the results in conjunction with a qualitative reading of 20 important articles to strengthen analytical rigor.

III. Results

3.1 Publication Trends

AI ethics research demonstrates steady growth since 2019, with a sharp increase in 2021 corresponding to the proliferation of advanced machine learning and generative models [1], [2], [7].

3.2 Ethical Themes

The distribution of ethical themes across the reviewed literature is presented in Table 2.

Table 2. Distribution of ethical themes across AI ethics publications (2019–2025).

Ethical Focus	Number of Studies	Representative Sources
Transparency & Explainability	7	7, 8, 9, 10, 6, 15, 5
Fairness & Bias	3	16, 5, 3
Accountability & Trust	4	1, 2, 11, 14
Privacy & Data Ethics	2	9, 18
Governance & Policy	1	12

The reference numbers correspond to the numbered bibliography listed at the end of the paper.

3.3 Dominant Application Domains

Healthcare-related studies significantly outnumber other sectors, reflecting the urgency of medical safety and patient protection concerns [7], [9], [4].

3.4 Geographic Distribution

The majority of studies are found in Europe, North America, and technologically advanced Asian countries [16], [15], and [17], which reflects unequal participation in international ethical discussions.

3.5 Keyword Co-Occurrence Network

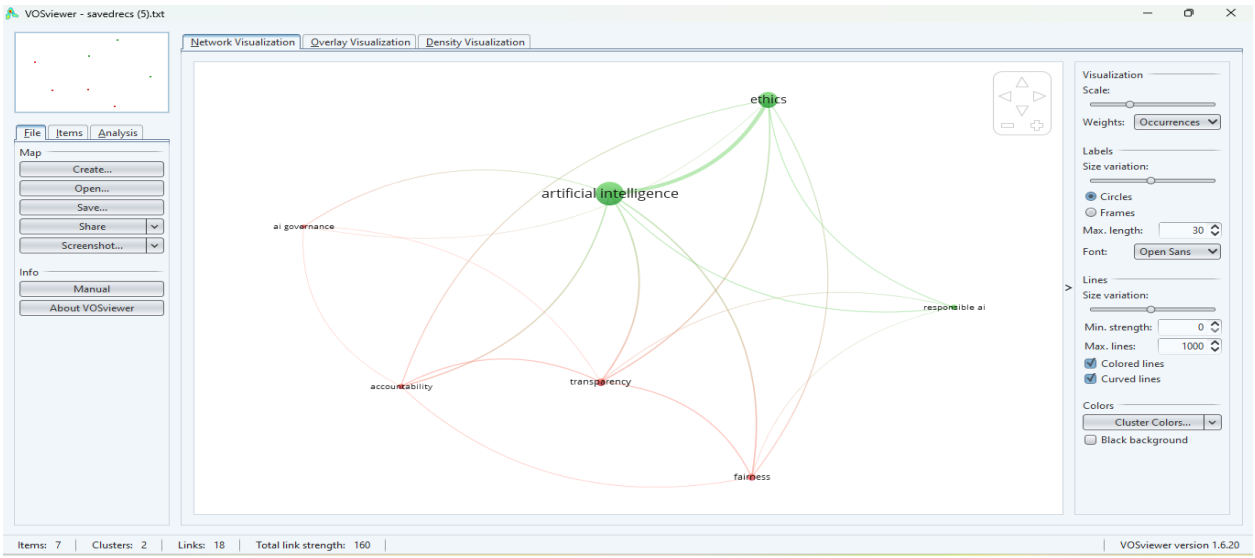


Figure 1. Keyword co-occurrence network in AI ethics research (2019–2025), visualized using VOSviewer to identify thematic linkages among core ethical concepts.

The keyword co-occurrence network identifies two distinct topic clusters in general AI ethical research. The first cluster, shown in red, reflects ethical considerations related to governance and execution and focuses on fairness, transparency, accountability, and AI governance. The second cluster, shown in green, focuses on responsible AI, ethics, and artificial intelligence, all

of which are related to a more comprehensive conceptual and ethical framing of AI. Artificial intelligence is positioned prominently, indicating that it serves as the central idea that links ethical discourse in both groups. The network demonstrates that although practical ethical monitoring is tightly linked to governance-related ideas, transparency and fairness are frequently examined jointly.

3.6 Publication Trend Chart

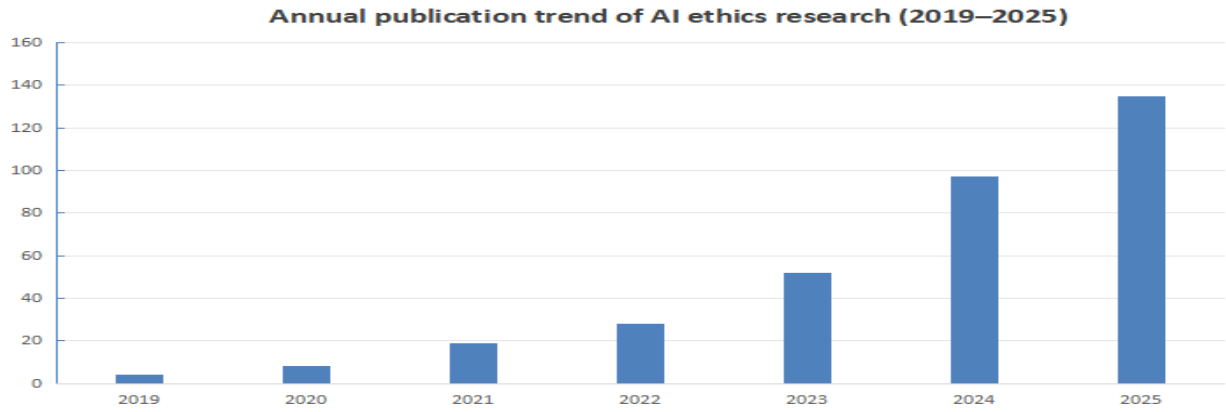


Figure 2. Annual publication trend of AI ethics research (2019–2025).

The graph shows that over the past seven years, the number of published papers on AI ethics has steadily increased. As powerful machine learning and generative AI systems are deployed more quickly starting in 2021, there is a discernible increase. Most publications are published after 2023, suggesting that AI ethics is becoming a more important area of study.

3.7 Institutional Collaboration Analysis

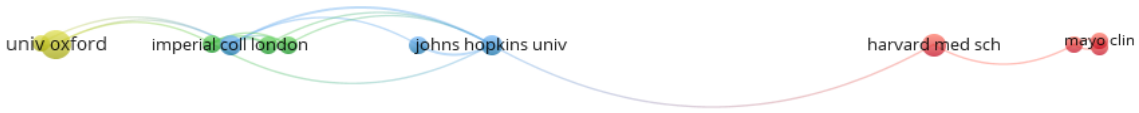


Figure 3. The University of Oxford, Imperial College London, Johns Hopkins University, Harvard Medical School, and Mayo Clinic are among the top institutions that collaborate in AI ethical research, as demonstrated by the institutional co-authorship network (2019–2025).

The institutional co-authorship network resulting from the examined AI ethical articles is shown in Figure 3, research productivity is concentrated within a few top academic institutions, such as the University of Oxford, Imperial College London, Johns Hopkins University, Harvard Medical School, and Mayo Clinic, according to the network structure. The linear and sparsely connected structure of nodes indicates that broader inter-institutional collaborations are still

limited, even though these institutions exhibit active collaboration. This illustrates the lack of robust international cooperation in AI ethical research, where discrete regional clusters continue to dominate academic output instead of a cohesive worldwide network.

3.8 Country Collaboration Network

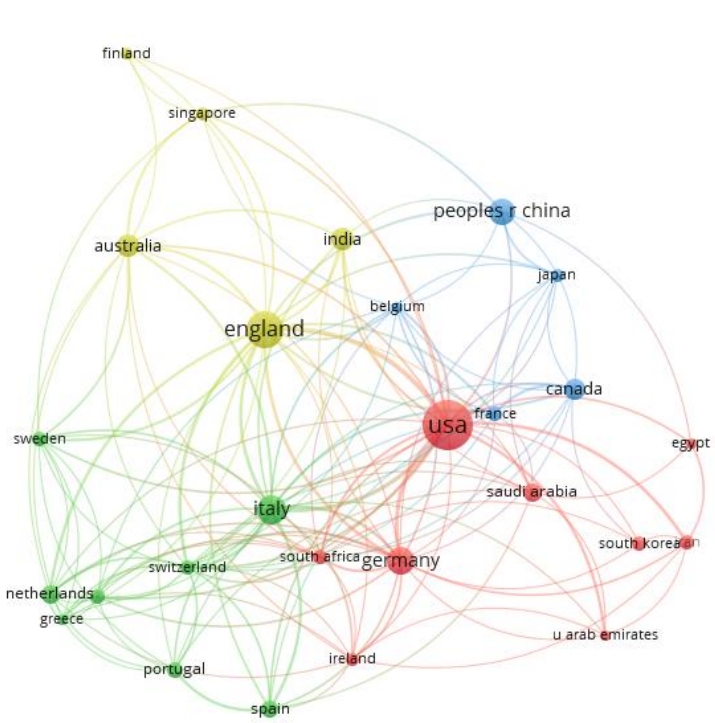


Figure 4 shows the co-authorship ties between contributing nations in an international collaboration network in AI ethical research from 2019 to 2025.

The country-level co-authorship network demonstrates how a small number of very powerful countries dominate worldwide AI ethical research. With solid alliances with significant contributors including England, Germany, China, Canada, and Italy, the United States seems to be the most central and cooperative node. Additionally, Germany and England serve as important regional centers in Europe, promoting international scientific collaboration.

In contrast to top Western countries, developing contributors like South Korea, India, Saudi Arabia, and the United Arab Emirates exhibit growing activity but retain fewer international connections. According to this structure, cooperation is still unevenly concentrated among technologically advanced and well-funded nations, despite the geographic expansion of AI ethical research.

To guarantee that ethical AI development reflects a variety of society values and global viewpoints, these findings underscore the necessity of expanding global engagement and promoting inclusive international cooperation.

3.9 Citation Network Analysis

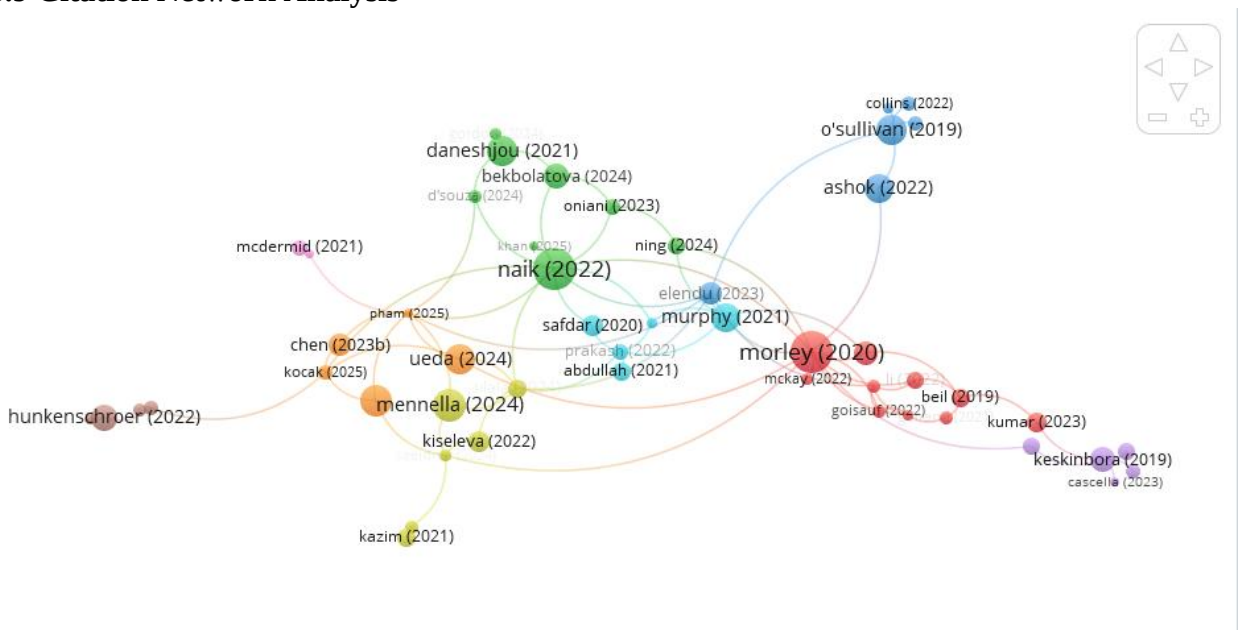


Figure 5. Highly ranked AI ethics papers' citation network (minimum 20 citations; 51 linked documents displayed). Thematic clusters are represented by colors, citation impact is indicated by node size, and co-citation similarity is indicated by link strength.

A connected citation network was constructed by 51 of the 103 highly cited papers (≥20 citations) in the dataset, suggesting common philosophical underpinnings in the field of AI ethics. Influential contributions addressing ethical hazards, governance frameworks, and justice in AI systems are reflected in the key nodes. The works of Morley (2020), Beil (2019), and O'Sullivan (2019), for instance, seem to be major hubs, demonstrating their important influence on the early discourse on responsible AI. A significant conceptual relationship within ethical concepts like transparency, accountability, and risk minimization is suggested by the extensive network connections between these studies.

A different cluster of more recent studies, such as Chen (2023), Mennella (2024), and Ueda (2024), indicates an increasing emphasis on human-centered governance, responsible AI deployment, and regulatory frameworks. Near the network's center, there are recently released but highly referenced works that show how quickly knowledge is growing and how research goals are still changing. Overall, the citation network highlights a developing discipline where real-world implementation studies and applied governance research are increasingly bolstering fundamental ethical notions.

3.9.1 Ethical Theme Clusters

The major ethical clusters identified through keyword co-occurrence analysis are summarized in Table 3.

Table 3. Ethical theme clusters and associated key concepts in AI ethics research.

Cluster	Key Ethical Concepts
Governance	Regulation, policy, oversight
Fairness	Bias, discrimination, equity
Transparency	Explainability, trust
Accountability	Responsibility, auditability

3.10 Document Bibliographic Coupling Analysis

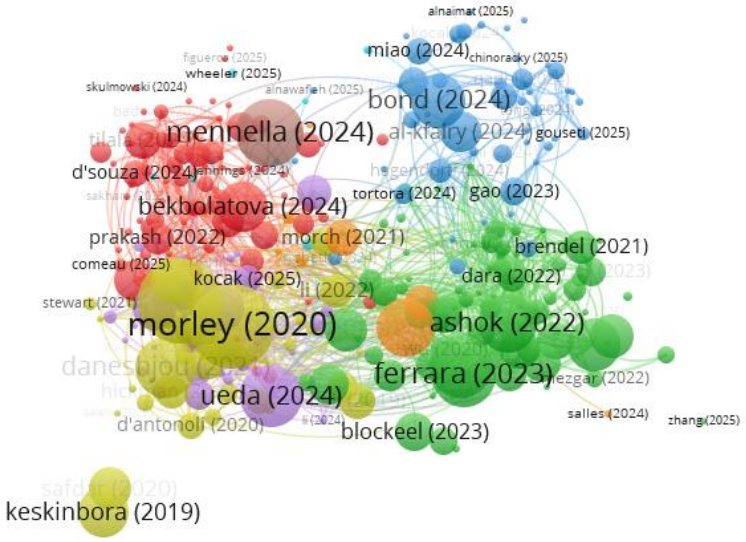


Figure 6. AI ethics publications' bibliographic coupling network (minimum 20 citations). Citation impact is shown in node size, and the degree to which documents have common cited material is indicated by coupling link strength. Different conceptual research directions in AI ethics are represented by cluster colors.

Dense links between most highly cited works are revealed by the bibliographic coupling map, suggesting that AI ethics research draws on a coherent body of knowledge. The network creates several notable theme groupings. Works like Mennella (2024) and Bekbolatova (2024), which highlight new ethical governance mechanisms and policy-oriented responsible AI frameworks, are included in the red cluster. The green cluster, which includes Ashok (2022) and Ferrara (2023), focuses on the practical ethical implications of AI systems, such as measures for fostering trust, fairness, and human oversight.

The blue cluster, which links publications like Bond (2024) and Gao (2023) that focus on explainability, transparency, and stakeholder engagement, illustrates the expanding technical aspect of ethical AI decision-making. Documents such as Keskinbora (2019), which contain early conceptual explorations that laid the groundwork for later advances, seem more incidental. A developing and convergent study field is reflected in the strong connections between nodes, which show that researchers are constantly referencing and building upon common theoretical work.

IV. **Discussion**

The bibliometric review's findings show that AI ethics have changed quickly over the period under investigation, highlighting the pressing need to address hazards arising from the broad use of technology. Due to increased awareness of algorithmic bias and the opaque nature of sophisticated deep-learning models, transparency and fairness have taken center stage in current research directions [7], [8], [3], [4]. The focus on these topics, however, raises the possibility that ethical research is responding to high-profile problems rather than actively tackling more significant systemic ramifications.

The continued dominance of healthcare as the principal application domain for ethical AI research is a serious problem [7], [9], [4], [10]. The life-critical nature of clinical decision-making and the strict regulatory requirements in the medical field are responsible for this

tendency. The lack of equivalent research emphasis in security, public governance, education, and workplace automation indicates a lack of readiness in sectors where AI integration is quickly accelerating, even though this focus is justified. The findings highlight the necessity of ethical frameworks that tackle concerns at the societal level, including mass surveillance, loss of autonomy, and manipulation through disinformation systems.

The concept of accountability practices is still lacking [1], [2], [11], and [14]. Although assigning accountability to creators, deployers, or institutions is suggested in many reviewed research, effective enforcement strategies are rarely described. Responsible AI frameworks have emerged in an effort to close this gap, however existing methods frequently lack quantifiable standards or uniform auditing practices [18], [13], and [12]. Ethical guidelines run the risk of being symbolic rather than practical in the absence of specific compliance requirements.

Given the impact AI has on social structures and international power dynamics, governance-centered ethics research is currently lacking. Academics emphasize that ethical oversight must guarantee both equal benefit distribution and harm reduction [11], [12]. Governments, stakeholders in the corporate sector, regulatory agencies, technical specialists, and members of civil society must work together for effective governance. However, the results of this study show that governance in non-Western sociocultural contexts receives little attention, which runs the risk of establishing global AI norms that are exclusively based on Western regulatory philosophies and ideals [16]. Instead of reducing global inequality, a lack of cultural tolerance could make it worse.

Despite the development of ubiquitous real-time data extraction technology, privacy research is likewise scarce [18]. AI-driven monitoring systems are increasing the amount of biomedical and location-based data collected, which raises questions regarding informed autonomy, permission, and personal information exploitation. To prevent lasting harm to society, there must be a greater focus on data ethics and privacy-preserving design principles.

Lastly, interdisciplinary convergence, which is essential for thorough ethical evaluation, is still developing. To better understand how technology affects human rights, identity, and privacy, studies guiding ethical AI would benefit from closer integration with legal study, sociology, behavioral sciences, and philosophy. Maintaining a focus on interdisciplinary approaches will strengthen ethical protections' theoretical foundation and practical application.

The findings of this review therefore highlight two significant implications:

- Technical ethics alone is insufficient — broader social, cultural, and political contexts must be incorporated.
- Ethical AI scholarship must expand from healthcare to diverse real-world domains where unregulated AI may lead to high societal risk.

4.1 Limitations

This study has limitations despite its contributions. First, only the Web of Science database was used for the analysis, which might have left out pertinent articles that were indexed elsewhere. Second, new but significant work may be underrepresented if citation-based thresholds favor older publications. Lastly, bibliometric methods show structural trends but fail to convey philosophical or normative depth, necessitating additional qualitative research.

4.2 Future Research Directions

Future studies could incorporate cross-cultural ethical viewpoints, broaden bibliometric coverage to include more databases, and investigate sector-specific ethical issues in understudied fields such autonomous systems, public administration, and education. The field

may be further enhanced by mixed-method techniques that combine empirical ethics studies with bibliometrics.

V. Conclusion

This bibliometric analysis shows that between 2019 and 2025, the scope and importance of AI ethical research will grow, mostly due to the rapid growth of technology and increased public awareness of algorithmic danger. The most thoroughly studied ethical concepts are transparency and fairness, which reflect the pressing need to reduce discrimination and facilitate intelligible AI decision-making. The literature on accountability, governance, and privacy is still very thin, indicating the need for additional research and regulatory integration.

An area where ethical frameworks have started to develop is highlighted by the prevalence of healthcare applications, but this concentration also indicates a troubling thematic imbalance. From an ethical standpoint, several high-risk industries using AI, such as public service, industry, education, and law enforcement, are yet poorly researched. To make sure that AI doesn't perpetuate structural injustices or bring about new kinds of harm, it is crucial to broaden the scope of research in these areas [19].

This assessment also highlights regional mismatch, where scientific leadership and ethical standards are concentrated in a few highly developed countries. Diverse viewpoints that consider cultural diversity and unique legal requirements are necessary to develop a truly global model of AI governance. Thus, it should be a top priority to promote global academic cooperation and assist underrepresented areas in AI ethical research.

The inclusion of recent literature up to 2025 is a significant feature of this review, allowing for a timely viewpoint on new ethical issues related to generative AI systems. This study offers a more comprehensive understanding of the structural priorities and shortcomings influencing present scholarship by looking at general cross-sector ethics as opposed to a single specialized topic. These results emphasize the need for strict governance procedures, open accountability systems, proactive policy integration, and multidisciplinary studies that can comprehend long-term social effects.

It is recommended that future research build standardized ethical impact assessment techniques, involve public stakeholders in governance procedures, and include empirical evaluation of ethical tools. Sustained dedication to justice, accountability, transparency, and global inclusion is necessary to advance responsible innovation. The development of technologies that promote societal well-being while defending human values and fundamental rights will be made possible by ongoing advancements in AI ethics.

Acknowledgment

We acknowledge **Prof. Dr. Ilker Turker** for his insightful comments, continuous support, and valuable guidance, which contributed significantly to the quality and improvement of this study.

References

1. Radanliev, P., *Ethics and Responsible AI Deployment.* Frontiers in Artificial Intelligence, 2024.
2. Singhal, A., *Toward Fairness, Accountability, Transparency, and Ethics in AI.* JMIR Medical Informatics, 2024.
3. Gonzalez-Sendino, R., *Review of Bias and Fairness.* IJIMAI, 2024.
4. Ueda, D., *Fairness of AI in Healthcare.* Japanese Journal of Radiology, 2024.
5. Narayanan, D., *Perceptions of Fairness in AI.* Int. J. Human–Computer Interaction, 2024.
6. Daneshjou, R., *Transparency Gaps in Diagnostic Datasets.* JAMA Dermatology, 2021.
7. Kim, C., *Transparency of Medical AI Systems.* Nature Reviews Bioengineering, 2025.
8. Zerilli, J., *Transparency Modulating Trust.* Patterns, 2022.
9. Comeau, D.S., *Preventing Unmonitored AI in Healthcare.* NPJ Digital Medicine, 2025.
10. Filippi, C., *Ethical Considerations in Neuroradiology AI.* AJNR, 2023.
11. Sadek, M., *Challenges of Responsible AI in Practice.* AI & Society, 2025.
12. Madanchian, M., *Governance Frameworks for Responsible AI.* Frontiers in Artificial Intelligence, 2025.
13. Asif, R., *Blockchain Governance for Responsible AI.* Future Internet, 2023.
14. Brendel, A., *Ethical Management of AI Systems.* Sustainability, 2021.
15. McDermid, J.A., *Explainability in AI Systems: Technical and Ethical Dimensions.* Philosophical Transactions A, 2021.
16. Trigo, A., *Improving Fairness in AI.* Education for Information, 2024.
17. keskinbora, K.H., *Medical Ethics and Artificial Intelligence.* Journal of Clinical Neuroscience, 2019.
18. Radanliev, P., *Integrating Transparency, Fairness, and Privacy in AI Development.* Applied Artificial Intelligence, 2025.
19. Wheeler, N., *Responsible AI in Biotechnology.* Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, 2025.

GREEN ECONOMY, POLLUTION INCREASE AND ITS IMPACT ON HEALTH CARE FINANCING MANAGEMENT

Ivan Ramov
MIT University Skopje, Bul.Boris Trajkovski No:62, Skopje, Republic of North Macedonia,

Elizabeta Popova Ramova
MIT University Skopje, Bul.Boris Trajkovski No:62, Skopje, Republic of North Macedonia,

Abstract
In the strategy of Green economy from WHO, one of the five sectors is health care facilities. Its report finds that many forms of astma and allergies, as well heart disease and stroke related to increaseingly intense pollution. The aim of our research was to analyze the impact of air pollution on increased death on people under 30 year old and health care economy. **Material and method**: we have used statistic data from Institute of Public Health and WHO analyses for our country. **Results**: In the period 2013-2023 years, the percentage of health care costs of Gross Domestic Income was min. 6.6% (2015) to max. 8.2% (2021). As an indicator of pollution, the percentage of the population that died, under the age of 30 as a result of pollution, in 2018-2019 was 1.8%. It has believed that pollution was the cause of 17.3 % of the total mortality for that year. Pollution mainly occurs in: household heating, dilapidated central heating systems, lignin electricity production, outdated vehicle fleet, traffic and inadequate waste management. The Public health spending was increased from 49.12% (2013y) to 64.6% (2023y). **Discussio**n: as a medium-developed country, on our territory are harmful energy sources. On the one hand pollutants and its elimination are associated with investments in green energy and on the other hand, reducing the costs of treating the sick as a result of pollution and repurposing the funds for preventive health care. **Conclusion**: Investments in green energy and a green economy will directly affect reduction of the consumption of health money taken from the fund and their repurposing into direct investments in health services.
Key words: green economy, polution, health system.

INTRODUCTION

1.1. Global air quality and climate change

Air pollution is the contamination of the indoor or outdoor environment caused by any chemical, physical or biological agent that alters the natural characteristics of the atmosphere. Solid fuel heating appliances in households, motor vehicles, industrial facilities and forest fires are common sources of air pollution. Pollutants of concern to public health include: particulate matter, carbon monoxide, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Outdoor and indoor air pollution causes respiratory and other diseases that are a important sources of morbidity and mortality.[1] WHO data show that globally almost the entire population (99%) breathes air that exceeds WHO guideline limits and contains high levels of pollutants, with low- and middle-income countries suffering the highest exposure.[2][3] Air quality is closely linked to the climate and ecosystems of planet Earth at a global level. Many of the drivers of air pollution (i.e., the burning of fossil fuels) are also sources of greenhouse gas emissions. Therefore, policies to reduce air pollution offer successful climate and health strategies to reduce the burden of diseases caused by air pollution. These strategies certainly contribute to the mitigation

of climate change in the near and long term. [4] From the smog that hangs over cities to the smoke in homes, air pollution poses a major threat to health and the climate.

1.2. Air pollution and disease

Ambient (outdoor) air pollution, both in cities and rural areas, results in fine particulate matter that causes strokes, heart disease, lung cancer, and acute and chronic respiratory diseases.[5][6][7][8] In addition, an estimated 2.4 billion people are exposed to hazardous levels of household air pollution because they use polluting open fires or stoves for heating/cooking that burn biomass (wood and waste) and coal. The combined effects of ambient air pollution and household air pollution are associated with 7 million premature deaths annually.[9][10] Sources of air pollution are multiple and environment-specific. The main sources of outdoor pollution include: residential energy for cooking and heating, vehicles, electricity generation, agriculture/waste incineration, and industry. Policies and investments that support sustainable land use, cleaner energy and household transportation, energy-efficient housing, electricity generation, industry, and better municipal waste management can effectively reduce key sources of ambient air pollution.

The aim of our research was to analyze the impact of air pollution on increased death of people under 30 year old and the health care economy.

RESEARCH METHODOLOGY

To achieve the set goal, we conducted a retrospective analysis of published data on air pollution in our country from research published by the Institute of Public Health of the Republic of Macedonia: Report on the Health of the Population in the Republic of North Macedonia for 2020 and 2021 [11][12], PHI Institute of Public Health of the Republic of North Macedonia (2025): Trend of Health Indicators “Health for All” in the Republic of North Macedonia in the period 2013-2023 [13], Air Pollution Surveys and Related Health Consequences in Novaci, North Macedonia from 2021 [14], Bulletin on the Movement of Acute Infectious Diseases in the Republic of North Macedonia in January 2025, by the Institute of Public Health of the Republic of Macedonia.[15] Data from the UNICEF website in Macedonia [16]. These data were analyzed in terms of the most prevalent air pollutants, PM particle size, the most polluted regions and cities, as well as the most prevalent diseases associated with polluted air. As well as the needs for treatment of the population as a result of the increased morbidity for certain diseases related to pollution. They are presented in this order in the results.

RESULTS

1. Most Common Ambient Air Pollutants in the Republic of North Macedonia

People in the Republic of Macedonia, and in general people in the Balkans and Eastern Europe, breathe more toxic air polluted with suspended particles than their neighbors in Western Europe. In fact, the Balkan region is home to many coal and lignite units as well as 7 of the 10 most polluting coal-fired power plants in Europe [17]. World Health Organization (WHO) data shows that air pollution kills around seven million people worldwide each year. Nine out of ten people breathe air that exceeds WHO guidelines for high levels of pollutants, with low- and middle-income countries suffering the highest exposure.[18] The WHO claims that 56% of cities in high-income countries do not meet air quality guidelines. [19] Numerous sources of ambient air pollution have been identified in the Republic of Macedonia, such as: inefficient combustion in household furnaces, dilapidated central heating systems, electricity generation in old thermal power plants using lignite, traffic and outdated vehicle fleet, inadequate waste management, etc. Although overall, air pollution in the country has been decreasing during the period 2006-2016, which is seen in the decreasing trend especially of SO2 and even PM particles (suspended particles) in ambient air, which is mainly due to the reduced use of fossil

fuels for electricity generation and the gasification of heating plants, the entire population in the country is still exposed to concentrations of PM10 particles that exceed the annual limit values of the EU6 and especially those of the World Health Organization.[20][21]

2. The most common diseases and their morbidity trend due to polluted air

For estimates of the impacts of polluted air on the health of the population during long-term exposures, we applied the WHO methodology. In doing so, the input data for the analysis was: the average annual PM2.5 concentrations measured at the monitoring stations of the state monitoring network in the Republic of Macedonia (average for two years). The calculations of the impacts on health (Health Impact Assessment-HIA) refer to the effects of long-term exposure to polluted air on mortality (mortality) from all causes (excluding external causes of death) as a selected health outcome, and do not include morbidity (number of patients) due to the same cause/risk factor. Data on mortality from all causes except external (natural mortality) from the last available year (2018) were obtained from the State Statistical Office (SSO). The estimates are based on concentration-response coefficients (CRFs), which in turn are based on certain assumptions established in numerous epidemiological studies. In particular, the CRFs functions used in the WHO software are based on a systematic review of all available studies and their meta-analyses. The burden of disease (Burden of Disease) due to ambient air pollution is estimated by combining exposure to air pollution and its distribution in the population using integrated exposure-response estimates (IERs) from the Global Burden of Disease (GBD) Study 2015/2016 at each exposure level.[22]

The average annual concentration for the period 2017–2018 was 30.04 (μg/ m3). The all-cause mortality rate (age group 30 years and older) was 1483.6 per 100,000 population at risk. The mortality rate under 30 years of age represents 1.8% of the total mortality in the country. It has been estimated that 3408 deaths are lost annually in the Republic of North Macedonia that can be attributed to exposure to current concentrations of PM 2.5 particles. This amounts to 17.3% of the total mortality in the country, and expressed as a rate, current levels of air pollution are attributed to 257 deaths per 100,000 population. Exceeding the WHO limit value of 10 μg/m3 whitch can be attributed to 2650 15 deaths (13.5% of the total mortality), while exceeding the EU Directive limit value is attributed to about 1600 deaths (8.1% of the total mortality).[11]

3. **Economic aspects of absenteeism, treatment and mortality due to air pollution**

The health impacts and disease burden due to ambient air pollution in the Republic of Macedonia, including the economic losses and costs associated with premature mortality due to air pollution, are significant. We estimated that 3,408 lives are lost annually in our country due to exposure to current ambient air quality (calculations refer to the period 2017-2018), which represents 17.4% of total mortality. Exceeding the limit values of the EU Ambient Air Quality Directive is attributed to 8% of total mortality, while exceeding the limit values of the WHO Guidelines (the previous value of 10 μg/m3) is attributed to 13.5% of total mortality. The burden of disease, as expected, increases significantly among the age group of the population 65 years and older in terms of mortality from ischemic heart disease and stroke, but also in terms of mortality (natural) from all causes. Estimated economic losses and costs, according to the World Bank, amount to 5.2% to 8.5% of gross national product in 2016.[11][12]

Tab.1 Total health care costs as % of gross domestic product (GDP) in the Republic of North Macedonia in the period 2013-2023 [Source 13]

Indicators	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total health expenditure as % of gross domestic product (GDP)	6.92	7.02	6.7	7.57	7.09	7.16	7.3	7.7	8.2	7.4	7.5

The sum of the percentage of the Fund's and the Ministry of Health's funds is increased by 35% as an additional payment from the citizens' personal budget (private treatment, over-the-counter medicines, co-payments, etc.).

Air pollution was estimated to cause 13.7% of all deaths in 2019, a share 3.5 times higher than in the EU. Air pollution also likely contributes to a high prevalence of respiratory conditions, including among children. The country has made a commitment to address air pollution [23], including by transitioning to renewable energy sources and, in 2022, providing subsidies for home insulation [24] However, a more strategic and comprehensive approach is needed to address air pollution from cars and household heating with conventional energy sources such as crude oil or wood.

DISCUSION

Global data show that the level of ambient air pollution is due not only to industry but also to traffic and the use of fossil fuels in households. Staying in a room where cigarettes are consumed is also cited as a cause of air pollution. Many countries, including China, want to reduce pollution through investments in green energy.[25] Such attempts to build renewable energy sources are expensive, which is why countries use loans from the World Bank. Global experts from various fields such as epidemiology, medicine, economics, and climatologists are analyzing the political and economic aspects of reducing air pollution as a cause of climate change, which negatively affects the health of people, animals, and plants.[26] It is thought that the economic costs of climate change and projected that, without intervention, these losses will consume 5% or more of global economic output. According to some analysts, a global plan of action is needed, since neither the air nor the sky can be divided, and therefore pollution has no borders. Here are primarily several documents: 1. World Health Organization [27][28][29], and Pure Earth [30][31]. 2. Develop robust new estimates of the economic costs of pollution-related disease and death. 3. Elucidate the interconnections between pollution, poverty, and injustice and advance the argument that pollution is a violation of human rights. 4. Examine prospects and pathways for control of pollution and prevention of pollution-related diseases. The Commission found that all forms of pollution were responsible in 2015 for an estimated 9 million premature deaths—16% of all deaths worldwide—as well as for 268 million disability-adjusted life-years (DALYs). Pollution is thus the world's largest environmental cause of disease and premature death. [32] Figure 1 shows the prevalence of diseases at a global level according to data from 2015, which shows that air pollution is represented as a cause of disease

in middle-developed countries and more as a cause of mortality than non-communicable causes of death in low-developed countries.

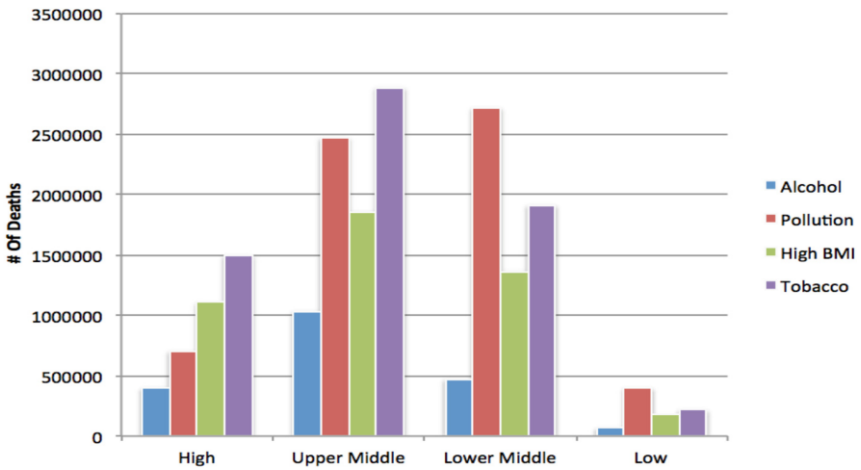


Figure 1. Global noncommunicable disease (NCD) deaths by risk factor and income group,2015.Note: Adapted from Fuller etal.2018.[33] Permission for repro- duction granted by Lancet Planetary Health.

Although cigarette smoking is the number one risk factor, air pollution is also listed as a significant risk factor by the American Lung Association. Lung cancer mortality increases with exposure to air pollution, and worldwide, according to a study conducted in the mid-1990s, it was 62,000 cases. According to the same study, 60% of these cases are recorded in developing countries, in urban areas. The annual treatment of lung cancer is about $ 6,000 per patient for radiotherapy , new methods require even greater costs. This does not include the costs of care and improving the quality of life. [34] It is particularly important to note that since 2021, the World Health Organization has classified air pollution as carcinogenic.

The available evidence on the effects of ambient air pollution on cardiovascular diseases (CVDs) has increased substantially. The current epidemiological evidence from systematic reviews and meta-analyses linking ambient air pollution and CVDs, with a focus on geographical differences and vulnerable subpopulations are showing great relation between air pollution and stroke incidence.[35]

The cost of stroke studies were retrieved, the average cost per patient, where specified, or estimated it using a top-down approach. Resulting costs depending of analyze per patient per year and per patient lifetime. Per patient per year costs are larger in high income countries and in studies conducted from the payer perspective. The highest average per patient per year cost by country was reported in the United States ($59 900), followed by Sweden ($52 725) and Spain ($41950).

According to the latest data from the Ministry of Health from October 2025, there are 5,000 cases of stroke in our country annually. We do not have a specific estimate of how much the treatment costs.

Air pollution is associated with increased risk of certain common neurological disorders. More specific studies are needed to investigate the impact of seasonal haze on neurological conditions. [36]

Its impact on neurological diseases remains underrecognized. The mechanisms by which various components of air pollutants contribute to neurological disorders are not yet fully

understood. Air pollutants, including particulate matter ($PM_{2.5}$ and PM_{10}), nitrogen dioxide (NO_2), ozone (O_3), carbon monoxide (CO), and diesel exhaust particles (DEPs). The key findings suggested on the effects of air pollution on neurological disorders, including autism spectrum disorder (ASD), attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), Alzheimer's disease (AD), and Parkinson's disease (PD). [37]

Parkinson's disease (PD) is the second most common neurodegenerative disorder, with an increasing prevalence worldwide. PD prevalence of 928 per 100,000 individuals aged 50 years and older in 2016, higher in men (1032 per 100,000) than in women (831 per 100,000). The total mean cost of care for PD was estimated at €22,673 per patient per year in 2016, with the highest costs being associated with long-term care (69%).[38]

The new WHO guidelines for healthcare workers and the healthcare system provide guidance on taking care of ambient air, starting with each of us individually, but also by implementing preventive measures first and foremost as an example for society in healthcare institutions.[39]

Indirect costs, including transportation, accommodation and missed work, further impede access to health care services, particularly for rural and disadvantaged populations. In the WHO study, nearly half of rural respondents identified indirect costs as serious barriers, compared to a quarter of urban respondents.

Overall, evidence on the quality of health services in North Macedonia remains limited. Key indicators on the quality of care that are available for many EU countries are lacking. These include avoidable hospital admissions for chronic conditions, in-hospital mortality rates and cancer survival rates. Patient satisfaction has not been much in focus and there are no regularly conducted surveys to monitor what patients think and need in terms of specific and integrated care [40] (WHO Regional Office for Europe, 2019b).

CONCLUSIONS

Polluted air has an effect of increasing the costs for treating the sick, the mortality rate, and thus weakens the health system and the economy in the country as a whole.

Polluted air cannot be isolated, People should be directed towards green energy, starting from households to industry, but the production of healthy food should also be a priority and the prevention of diseases.

However, our primary role as individuals is to put pressure on the authorities to do their job correctly in changing the laws and standards that will reduce and control air pollution.

If industries and individuals are obliged to respect these standards, we will all be one step closer to a cleaner, less polluted, calmer, healthier and greener world. The action must start from medical health center: building-related energy efficiencies, on-site energy generation and storage, intensified development and use of low-energy medical devices,

appropriate use of natural (mixed-mode) ventilation and natural day lighting, on-site rainwater capture and treatment, as appropriate, waste/sewage treatment as appropriate,

siting of facilities to improve access to health care by mass transport and active transport,

materials procurement and waste reduction/management strategies, expanded use of telehealth and other home-care strategies, reduction, recapture/reuse of inhaled anaesthetics.

Finally, there is a need for more systematic measuring and benchmarking of health sector energy consumption and emissions, as well as of overall environmental performance in the context of “greener” facility designs and use of renewable energy sources. Systematic assessment of the actual health impacts and economic impacts of energy-saving technologies, designs and devices is needed to identify the most cost-effective and practical strategies, particularly for low-resource settings.

REFERENCES

Philip J. Landrigan, Richard Fuller, Howard Hu et al. (2018): Pollution and Global Health – An Agenda for Prevention. Environmental Health Perspectives. 126 (8) August 2018. A Section 508–conformant HTML version of this article is available at https://doi.org/10.1289/EHP3141.

WHO (2017): Inheriting a sustainable world? Atlas on children's healt hand the environment. Geneva: World Health Organization. http://www.who.int/ceh/publications/inheriting-a-sustainable-world/ en/.

Arbuckle TE (2010): Maternal-infant biomonitoring of environmental chemicals: the epidemiologic challenges. Birth Defects Res Part A Clin Mol Terato l88 (10):931– 937,PMID: 20706992, https://doi.org/10.1002/bdra.20694.

Bønløkke J, Loft S (2023): Air pollution, climate change, and health. Ugeskr Laeger. 2023 Nov 13;185(46):V05230294.

Bergman A, HeindelJJ, KastenT, Kidd KA, Jobling S, Neira M, et al. (2013): The impact of endocrine disruption: a consensus statement on the state of the sci- ence. Environ Health Perspect. 121(4):a104–a106,PMID: 23548368, https:// doi.org/ 10.1289/ ehp.120 5448.

Irfan H. (2024): Air pollution and cardiovascular health in South Asia: A comprehensive review. Curr Probl Cardiol. 2024 Feb;49(2):102199. doi: 10.1016/j. cpcardiol.2023. 102199. Epub 2023 Nov 15. PMID: 37977414

Bowe B, Xie Y, LiT, YanY, Xian H, Al-AlyZ. (2018): Particulate mattera ir pollution and the risk of incident CKD and progression to ESRD. J Am Soc Nephrol. 29(1):218–230, PMID: 28935655, https://doi.org/10. 1681/ASN.2017030253.

Rahman MM, Nahar K, Begum BA, Hopke PK, Thurston GD (2022): Respiratory Emergency Department Visit Associations with Exposures to Fine Particulate Matter Mass, Constituents, and Sources in Dhaka, Bangladesh Air Pollution. Ann Am Thorac Soc. 19(1): 28-38. doi: 10.1513/AnnalsATS.202103-252OC.

Zhou L, Zhong Q, Yang J. (2022): Air Pollution and Household Medical Expenses: Evidence From China. Front Public Health. 2022 Feb 7;9:798780. doi: 10.3389/fpubh.2021.798780. e Collection 2021. PMID: 35198532.

Li L, Yang A, He X, Liu J, Ma Y, Niu J, Luo B. (2020): Indoor air pollution from solid fuels and hypertension: A systematic review and meta-analysis. Environ Pollut. 2020 Apr; 259:113914. doi: 10.1016/j.envpol.2020.113914. Epub 2020 Jan 7.

Institute of Public Health of the Republic of North Macedonia (2020): Report on the health of the population in the Republic of North Macedonia for 2020 year. ISBN 978-608-235-091-2. p:108-115.

Institute of Public Health of the Republic of North Macedonia (2021) Report on the health of the population in the Republic of North Macedonia for 2021 year.p:91-98.

Institute of Public Health of the Republic of North Macedonia (2025): Trend of health indicators "Health for All" in the Republic of North Macedonia in the period 2013-2023.p:35-38.

Davor Pehchevski, Joana Chuta, Vlatka Matkovik. (2021):Air Pollution and Related Health Consequences Surveys in Novaci, North Macedonia from 2021. Publisher: CEE Bankwatch Network.

Bulletin on the movement of acute infectious diseases in the Republic of North Macedonia in January 2025, from the Institute of Public Health of the Republic of Macedonia. 2025.

https://www.unicef.org/northmacedonia/mk. What is air pollution and how to protect your family.

World Bank Regional Report – AQM in North Macedonia.2019.

World Health Organization (2016) .Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease http://apps.who .int/iris/bitstream/ 10665/250141/1/9789241511353-eng.pdf.
EC (2018): Science for Environment Policy. What are the health costs of environmental pollution? PDF.
MoEPP (2015): MEIC. Report on the assessment of air quality in the Republic of Macedonia for the period 2005-2015.
UNECE (2019): The third Environmental Performance Review of North Macedonia.2019.
WHO Regional Office for Europe, European Centre for Environment and Health (2019): AirQ+: software tool for health risk assessment of air pollution.Bonn (Germany): WHO Regional Office for Europe.Last update from 20 April 2021.https:// www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/ air-quality/ activities/ airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution.
WHO Regional Office for Europe (2020b): A new plan for health care in North Macedonia. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. https://www.who.int/europe/news/item/12-03-2020-a-new-plan-for-health-carein-north-macedonia
Government of RNM. (2022) Bekteshi: Support of 52 million denars to households as subsidies for pelette furnaces, PVC windows and installment of photovoltaic panels [in Macedonian: Skopje: Government of the Republic of North Macedonia]. https://vlada.mk/node/24748.
Sebastian Horn, Carmen M. Reinhart, Christoph Trebesch (2025): China's Lending to Developing Countries: From Boom to Bust. Journal of Economic Perspectives—Volume 39, Number 4—Fall 2025—Pages 75–100.
Stern NH. (2007). The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
WHO. (2016c). International Programmeon Chemical Safety.The publichealth impact of chemicals: knowns and unknowns. http://apps. who.int/iris/ bitstream/ 10665/ 206553/1/ WHO_ FWC_ PHE_ EPE_ 16.01_ eng.pdf [accessed8March2018].
WHO. (2017a): WHO global urban ambient air pollution data base. http://www.who.int/ phe/health_topics/ outdoorair/ databases/ cities/ en/[accessed8March2018].
WHO. (2017b): In heriting a sustainable world? Atlas on children's health and the environment. Geneva: World Health Organization. http://www.who.int/ceh/publications/inheriting-a-sustainable world/en/.
Pure Earth: Blacksmith Institute (2018): Toxic Sites Identification Program (TSIP). 2018. http://www. pureearth.org/ projects/toxic-sites-identification-program-tsip/.
Landrigan PJ, Fuller R, Acosta NJR, Adeyi O, Arnold R, Basu N, et al. (2017): The Lancet Commission on Pollution and Health. Lancet, PMID: 29056410, https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0.
Fuller R, RahonaE, FisherS, Caravanos J, Webb D, Kass D, et al. (2018): Pollution and non-communicabledisease – time to end the neglect. LancetPlanetary Health 2(3):e96–e98, PMID: 29615229, https://doi.org/10.1016/ S2542-5196(18) 30020-2.
Berg CD, Schiller JH, Boffetta P, Cai J, Connolly C, et al.(2023):
Air Pollution and Lung Cancer: A Review by International Association for the Study of Lung Cancer Early Detection and Screening Committee. J Thorac Oncol. 2023 Oct;18(10):1277-1289. doi: 10.1016/j.jtho.2023.05.024. Epub 2023 Jun 3. PMID: 37277094

de Bont J, Jaganathan S, Dahlquist M, Persson Å, Stafoggia M, Ljungman P.(2022): Ambient air pollution and cardiovascular diseases: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. J Intern Med. 2022 Jun;291(6):779-800. doi: 10.1111/joim.13467. Epub 2022 Mar 8. PMID: 35138681.

Strilciuc S, Grad DA, Radu C, et al.(2021): The economic burden of stroke: a systematic review of cost of illness studies. Med Life. 2021 Sep-Oct;14 (5):606-619. doi: 10.25122/jml-2021-0361.PMID:350 27963.

Rocha II, Narasimhalu K, De Silva DA. et al. (2020). Impact of Air Pollution and Seasonal Haze on Neurological Conditions. Med Singap. 2020 Jan; 49(1):26-36. PMID: 32200394.

Lane M, Oyster E, Luo Y, Wang H. Toxics (2025): The Effects of Air Pollution on Neurological Diseases: A Narrative Review on Causes and Mechanisms. 13;13 (3):207. doi: 10.3390/toxics13030207. PMID: 40137534.

Schmitz S, Vaillant M, Renoux C et al. (2022): Prevalence and Cost of Care for Parkinson's Disease in Luxembourg: An Analysis of National Healthcare Insurance Data. Pharmacoecon Open. 2022 May;6(3):405-414. doi: 10.1007/s41669-021-00321-3. Epub 2022 Jan 16. PMID: 35034346.

WHO document (2011): Health in the green economy Co-benefits to health of climate change mitigation. Preliminary findings – initial review. www.who.int/ hia/green_economy/ en/index.html.

Kostova M.N.,Atanasova S, Dimkovski.V, Stevanovski.G, Johansen.A.S, Winkelmann.J, Rechel.B (2024): North Macedonian Health System review. Health Systems in Transition. Vol.26, No.6.2024. p:32-51. ISBN 978 9 2890 1449 6 (PDF).

ALACAHÖYÜK'TE HİTİT DÖNEMİ TARIM VE DEPOLAMA

Şükrü ÜNAR
Dr. Öğr. Üyesi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü,
ORCID: 0000-0003-0724-5265

ÖZET
Alacahöyük, Çorum ili Alaca ilçesi sınırları içerisinde yer alan ve Kalkolitik Dönem'den Frig Çağı'na kadar uzanan çok katmanlı iskân süreciyle Orta Anadolu arkeolojisinin en önemli merkezlerinden biridir. Bu çalışma, Alacahöyük'ün Hitit Dönemi'ne tarihlendirilen tahıl depolama yapıları ile arkeobotanik bulgularını birlikte değerlendirerek, yerleşmenin tarımsal üretim ve depolama sistemi üzerine bütüncül bir yorum sunmayı amaçlamaktadır. 1997–2007 yılları arasında gerçekleştirilen kazılar sonucunda II. kültür katına ait üç adet tahıl silosu/ambar yapısı açığa çıkarılmıştır. I, II ve III No.lu silolar; plan şemaları, inşa teknikleri ve iç mekân düzenlemeleri bakımından Hitit Dönemi depolama mimarisinin karakteristik özelliklerini yansıtmaktadır. Taş temel, ahşap hatıl ve kerpiç üst yapıdan oluşan bu bileşik mimari sistemin, Alacahöyük'ün nispeten nemli topografik koşullarına uyum sağlamak amacıyla tercih edildiği anlaşılmaktadır. Yaklaşık 2300 m³'lük toplam depolama kapasitesi, bu yapıların yalnızca yerel tüketimi değil, merkezi ve uzun vadeli bir iktisadi planlamayı hedeflediğini göstermektedir. Tahıl depolarıyla ilişkili olarak değerlendirilen arkeobotanik bulgular, yerleşimde başta *Triticum compactum* ve *Triticum durum* olmak üzere buğday türlerinin yanı sıra arpa, çavdar, burçak ve çeşitli baklagillerin yetiştirildiğini ortaya koymaktadır. Bu ürünlerin hem insan beslenmesinde hem de hayvan yemi olarak kullanılması, Hitit tarım ekonomisi içerisinde temel bir rol üstlendiklerini göstermektedir. Sonuç olarak, Alacahöyük'teki tahıl depolama yapıları ile arkeobotanik veriler birlikte ele alındığında, yerleşmenin Hitit devlet sisteminin ekonomik, idari ve lojistik yapılanması içerisinde önemli bir merkez konumunda bulunduğu anlaşılmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Alacahöyük, Hitit Dönemi, Tahıl Depolama Yapıları, Arkeobotanik Bulgular, Tarımsal Üretim ve Ekonomi.

AGRICULTURE AND STORAGE IN THE HITTITE PERIOD AT ALACAHÖYÜK

ABSTRACT
Alacahöyük is a multi-layered settlement located within the boundaries of Höyük Village in the Alaca district of Çorum Province and represents one of the most significant archaeological centres in Central Anatolia. With an uninterrupted occupation sequence extending from the Chalcolithic Period to the Phrygian era, the site provides substantial evidence for the political, economic, and cultural development of the region. This study aims to present a comprehensive assessment of grain storage structures dated to the Hittite period at Alacahöyük in conjunction with archaeobotanical evidence, thereby offering an integrated interpretation of agricultural production and storage systems within the settlement. Excavations conducted between 1997 and 2007 revealed three grain silos/warehouse structures belonging to the second cultural layer. The architectural characteristics, construction techniques, and internal spatial arrangements of Silos I, II, and III reflect the typical features of Hittite storage architecture. These structures

were built using a composite system consisting of stone foundations, wooden tie-beams, and mudbrick superstructures, a technique likely adopted in response to the relatively humid environmental conditions of Alacahöyük. The total storage capacity of approximately 2300 m³ indicates that these facilities were designed not only for local subsistence but also for centralised and long-term economic planning. Archaeobotanical analyses of plant remains recovered during earlier excavations have identified cultivated species such as *Triticum compactum* and *Triticum durum*, alongside barley, rye, bitter vetch, and various legumes. The predominance of cereals and pulses commonly attested throughout the Hittite territory suggests a well-established agricultural economy based on products essential for both human consumption and animal fodder. When evaluated together, the architectural evidence of grain storage facilities and the archaeobotanical data demonstrate that Alacahöyük functioned as an important node within the Hittite economic and administrative system. The findings highlight the role of organised agricultural production and storage in sustaining both the local population and the broader state-controlled economy during the Hittite period.
Keywords: Alacahöyük, Hittite Period, Grain Storage Structures, Archaeobotanical Evidence, Agricultural Production and Economy.

GİRİŞ

Alacahöyük, Çorum ilinin Alaca ilçesine bağlı Höyük Köyü sınırları içinde yer alan, çok katmanlı yerleşim dokusu ve anıtsal kalıntılarıyla Anadolu arkeolojisinin başlıca merkezlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Orta Anadolu'nun tarihsel gelişimini yansıtan bu höyük, Kalkolitik Dönem'den Frig Çağı'na kadar uzanan uzun soluklu bir iskân sürecine sahiptir.

Yerleşme, bilim dünyasına ilk kez 1835 yılında W. G. Hamilton'un Anadolu seyahati sırasında tanıtılmıştır. XIX. yüzyılın ikinci yarısından itibaren çeşitli seyyah ve araştırmacıların dikkatini çeken Alacahöyük'te gerçekleştirilen ilk arkeolojik kazılar, 1907 yılında İstanbul Müzeleri adına T. Makridi Bey tarafından yürütülmüştür (İnan, 1960, s. 293; Arık, 1936, s. 26; Koşay, 1943, s. 22; Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 35; Öztan, 2012, s. 67; Baltacıoğlu, 1996–1997, s. 353).

Bilimsel yöntemlere dayalı ve süreklilik arz eden kazı çalışmaları ise 1935 yılında Türk Tarih Kurumu adına Remzi Oğuz Arık'ın başkanlığında başlatılmıştır. Bu çalışmalar, 1936 yılında Hamit Zübeyir Koşay tarafından devam ettirilmiş; 1967–1983 yılları arasında ise Hamit Zübeyir Koşay ve Mahmut Akok'un yönetiminde sürdürülmüştür. Bu dönemde gerçekleştirilen kazılar, yerleşmenin stratigrafik yapısının belirlenmesinde temel rol oynamıştır. Daha sonraki aşamada, 1994–1995 yıllarında Çorum Müzesi Müdürlüğü başkanlığında Hamit Baltacıoğlu tarafından sınırlı kapsamlı kazı ve temizlik faaliyetleri yürütülmüş; 1997 yılından itibaren ise çalışmalar Aykut Çınaroğlu başkanlığında yeniden başlatılmıştır (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 35; Öztan, 2012, s. 67).

Yaklaşık 310 × 277 m boyutlarında ve 15 m yüksekliğe sahip oval planlı höyükte, Kalkolitik Dönem'den Frig Çağı'na uzanan yerleşim sürecini temsil eden dört ana kültür katı tanımlanmıştır (Akok, 1981, s. 81). Bu katmanlar içerisinde dört yapı evresiyle temsil edilen III. kültür katı Eski Tunç Çağı'na tarihlendirilirken, Sfenksli Kapı ile mabet-saray kompleksi gibi anıtsal mimari unsurlar II. kültür katına ait buluntular arasında yer almaktadır.

II. kültür katı, MÖ II. binyılın başlarından MÖ I. binyılın başlarına kadar uzanan geniş bir kronolojik aralığı kapsamaktadır ve kendi içerisinde üç temel yapı evresine ayrılmaktadır. Buna göre, 4. yapı katı Asur Ticaret Kolonileri Dönemi'nin geç evresi ile Eski Hitit Çağı'na; 3a–b evresi Orta Hitit Dönemi ya da Hitit İmparatorluk Çağı'nın başlangıç safhasına; 2. yapı katı ise

Hitit İmparatorluk Dönemi'ne tarihlendirilmektedir (Çınaroğlu & Çelik, 2010, ss. 104–105). Bu stratigrafik yapı, Alacahöyük'ün Orta Anadolu'nun siyasal ve kültürel tarihindeki süreklilik ve önemini açık biçimde ortaya koymaktadır.

ALACAHÖYÜK'TE HİTİT DÖNEMİ TAHIL DEPOLAMA YAPILARI

Alacahöyük'te 1997–2007 yılları arasında yürütülen kazı çalışmaları, Hitit Çağı'na tarihlendirilen ve yerleşmenin kurumsal yapısını yansıtan önemli mimari kalıntıların ortaya çıkarılmasını sağlamıştır (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 117). II. kültür katına ait bu mimari düzenlemeler, istinat duvarları, tahıl depoları ile bir maden atölyesinden oluşmakta olup, yerleşmenin ekonomik örgütlenmesi ve idari işleyişine dair dikkate değer veriler sunmaktadır.

Kazılar sırasında, ikisi yan yana konumlanmış, biri ise mabet-saray kompleksinin doğu girişine yakın bir noktada yer alan toplam üç tahıl deposu tespit edilmiştir (Seeher, 2015, s. 197; Çınaroğlu & Çelik, 2007, s. 308; Baltacıoğlu, 2004, s. 2; Çınaroğlu & Genç, 2000, s. 329; Çınaroğlu & Çevik, 2013, s. 203). Bu depolardan birinin içerisinde ayrıca yuvarlak planlı bir silo yapısının bulunması, depolama sisteminin yalnızca tek tip mekânla sınırlı olmadığını göstermektedir (Çınaroğlu & Çelik, 2007, s. 308). Tahıl depolarının üzerlerine ilerleyen dönemlerde iki ayrı istinat duvarının inşa edilmiş olması, bu yapıların zaman içerisinde işlevlerini yitirdiğine ve alanın yeniden düzenlendiğine işaret etmektedir (Çınaroğlu & Genç, 2000, s. 329; Çınaroğlu & Çevik, 2013, s. 203).

I No.lu tahıl silosu, Alacahöyük kazılarında LIX–LXIII/39–42 plan karelerinde ortaya çıkarılmıştır. Dikdörtgen planlı yapı, günümüzde 12 × 7 m ölçülerinde izlenebilmekle birlikte, 2005 yılı kazılarında özgün boyutlarının yaklaşık 17,5 × 12,6 m olduğu belirlenmiştir. Mabet-saray kompleksini çevreleyen I. çevre duvarı nedeniyle kısmen tahrip olmuş olan yapının günümüze ulaşan duvar yüksekliği yaklaşık 4,5 m'dir (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 142).

Kuzey duvarı dışında kalan duvarların alt kesimlerinde, 50 × 30 cm ile 20 × 20 cm arasında değişen boyutlarda kireçtaşı bloklar kullanılmıştır. Üst yapı elemanlarının ise yaklaşık 48 × 40 cm ölçülerinde ve 20 cm yüksekliğinde kerpiçlerden oluştuğu anlaşılmaktadır (Çınaroğlu & Genç, 2004, s. 281; Çınaroğlu & Genç, 2003, s. 511; Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 142). Bu yapı tekniği, Hitit Dönemi depolama mimarisinde yaygın olarak tercih edilen taş temel–kerpiç üst yapı geleneğini yansıtmaktadır.

Silonun tabanı, yetişkin bir insan yumruğu büyüklüğündeki taşların üst üste yerleştirilmesiyle oluşturulmuş olup, taş döşeli zeminde çatı sistemini taşıdığı düşünülen bir ahşap dikmeye ait yuva tespit edilmiştir (Çınaroğlu & Genç, 2002, s. 430). Dikme yuvasının çevresine altı sıra taş yerleştirilmiş olması, çatı taşıyıcı sisteminin sağlam bir biçimde kurgulandığını göstermektedir. Yapının kuzey bölümünde, kerpiç başlangıç kotuna kadar yükselen eğimli bir çamur birikintisinin bulunması, tahılın iç mekânda daha rahat dağıtılmasını sağlamaya yönelik bilinçli bir düzenleme olarak yorumlanmaktadır.

I No.lu silonun batı duvarına yakın bir alanda, çamurdan inşa edilmiş yuvarlak planlı ikinci bir silo yapısı tespit edilmiştir. Yaklaşık 1 m derinliğe ve 4 m çapa sahip olan bu yapı, Frig Çağı'nda tahrip edilmiştir (Çınaroğlu & Genç, 2002, s. 430). Alacahöyük'te açığa çıkarılan bu yuvarlak silo, Boğazköy'de bilinen benzer örneklerle yakın paralellikler göstermektedir (Çınaroğlu & Genç, 2004, s. 281; Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 145). İşlevi kesin olarak belirlenememekle birlikte, bu yapının I No.lu silonun kullanım dışı kalmasının ardından inşa edilmiş olabileceği ya da farklı bir tahıl türünün depolanması amacıyla kullanıldığı düşünülmektedir (Çınaroğlu & Genç, 2003, s. 511; Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 142).

II No.lu tahıl silosu, 24 × 11 m ölçülerinde dikdörtgen planlı bir yapıdır ve duvarları doğu–batı ile kuzey–güney doğrultusunda uzanmaktadır (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 145). Günümüze ulaşan duvar yüksekliği yaklaşık 3,5 m olup, bunun 2,5 m'lik bölümü taş, 1 m'lik kısmı ise

kerpiç duvar tekniğiyle inşa edilmiştir (Çınaroğlu & Genç, 2004, s. 281). Taş temel ile kerpiç üst yapı arasına yerleştirilen ince ahşap hatıllar, yapının I No.lu silo ile benzer bir inşa geleneğine sahip olduğunu göstermektedir (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 146).

Yapının zemininde, yetişkin bir insan yumruğu büyüklüğündeki taşlarla oluşturulmuş bir döşeme yer almakta olup, zeminin bir bölümünün diğer kesime göre yaklaşık 70 cm daha yüksek kotta düzenlendiği gözlenmektedir (Çınaroğlu & Çelik, 2010, ss. 144–145). Bu kot farkının, tahılın iç mekânda taşınması ve depolanmasını kolaylaştırmaya yönelik işlevsel bir düzenleme olduğu düşünülmektedir (Çınaroğlu & Genç, 2003, s. 511).

III No.lu Tahıl Silosu, Alacahöyük'te tespit edilen tahıl siloları arasında en küçük ölçekli yapı, 6,5 × 9,7 m ölçülerindeki III No.lu silo olarak adlandırılan güney silosudur (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 147). İnşa tekniği ve genel mimari kurgusu bakımından I ve II No.lu silolarla büyük ölçüde benzerlik gösteren bu yapının günümüze ulaşan duvarları, yaklaşık 1,40 m taş duvar ve bunun üzerinde yer alan 1 m'lik kerpiç duvardan oluşmaktadır (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 147). Höyüğün doğal topografik eğimi nedeniyle III No.lu silo, diğer silolara kıyasla yüzeye daha yakın bir konumda yer almaktadır.

Bu yapının duvarlarında, I ve II No.lu silolara göre daha küçük boyutlu taşların ve daha kaba bir işçiliğin tercih edilmiş olması dikkat çekicidir. Ayrıca taban kotunun, II No.lu siloya göre yaklaşık 70 cm daha yüksek bir seviyede düzenlenmiş olması, III No.lu siloda farklı bir ürünün depolanmış olabileceğine işaret etmektedir (Çınaroğlu & Genç, 2003, s. 511).

Alacahöyük'te tespit edilen I, II ve III No.lu tahıl silolarının toplam depolama kapasitesinin yaklaşık 2300 m³ olduğu hesaplanmaktadır. Bu kapasite, yaklaşık dört bin kişilik bir nüfusun bir kış mevsimi boyunca ihtiyaç duyacağı tahıl miktarını karşılayabilecek düzeydedir (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 147). Söz konusu veriler, Alacahöyük'teki tahıl depolama sistemlerinin yalnızca günlük tüketimi değil, aynı zamanda merkezi ve uzun vadeli bir iktisadi planlamayı hedeflediğini göstermektedir.

Siloların kullanım dışı kaldıktan sonra ya da olası bir tahribat sürecinin ardından, höyükten temin edilen dolgu toprağıyla bilinçli biçimde doldurulduğu anlaşılmaktadır. Bu dolgu tabakası içerisinde yoğun biçimde ele geçen Eski Hitit Çağı seramiği, siloların kronolojik olarak tarihlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 147). Bununla birlikte, silo ve ambar yapılarının hiçbirinde doğrudan tahıl kalıntısına rastlanmamış olması, bu mekânlarda depolanan ürünlerin türüne ilişkin yorumları sınırlamaktadır.

Alacahöyük tahıl silolarının duvar yüksekliği yer yer 2 m'ye kadar ulaşmakta olup, yapılar taş temeller üzerine yerleştirilen ahşap hatılların ardından kerpiç duvarlarla yükseltilmiştir. Bu yapı tekniğinin tercih edilmesinde, Alacahöyük'ün diğer Hitit yerleşimlerine kıyasla daha nemli ve rutubetli bir çevrede konumlanmış olmasının etkili olduğu düşünülmektedir (Çınaroğlu & Çelik, 2010, s. 141). Taş temel, ahşap hatıl ve kerpiç üst yapıdan oluşan bu bileşik sistem, depolanan ürünlerin nemden korunmasına yönelik işlevsel bir mimari çözüm olarak değerlendirilebilir.

ALACAHÖYÜK'TE ARKEOBOTANİK BULGULAR VE TARIMSAL ÜRETİM

Alacahöyük'te Türk Tarih Kurumu adına 1936–1967 yılları arasında yürütülen kazı çalışmaları sırasında, büyük ölçüde tahrip olmuş hâlde ele geçirilen bitki tohumları üzerinde gerçekleştirilen incelemeler, yerleşmenin tarımsal üretim yapısına ilişkin önemli bilgiler sağlamıştır (Koşay, 1938, s. 177). Arkeobotanik analizler, söz konusu kalıntıların başta *Triticum compactum* Host ve *Triticum durum* Desf. olmak üzere farklı buğday türlerine ait olduğunu ortaya koymuştur (Koşay, 1938, s. 177).

Kimyasal ve morfolojik değerlendirmeler, *T. compactum* türüne ait buğdayın kısa başaklı bir yapıya sahip olduğunu ve danelerinin yuvarlak bir form gösterdiğini ortaya koyarken; *T. durum*

türünün ise sert başaklı buğday grubu içerisinde yer aldığını göstermektedir (Koşay, 1938, s. 177). Bu veriler, Alacahöyük'te birden fazla buğday türünün eş zamanlı olarak üretildiğini ve tarımsal faaliyetlerin çeşitlilik gösterdiğini düşündürmektedir.

Buğday örneklerine ek olarak, Alacahöyük kazılarında ele geçirilen diğer bitki kalıntıları üzerinde yapılan analizler sonucunda arpa ve çavdar gibi temel tahıl türlerinin yanı sıra burçak ve çeşitli baklagillere ait tohumlar da tespit edilmiştir (Koşay, 1938, ss. 178–179). Bu gruplar içerisinde mürdümük (*Lathyrus sativus*), fiğ, zambak, karanfil ve maydanoz gibi bitkilere ait tohumların bulunması, yerleşmede tarımsal üretimin yalnızca temel besin maddeleriyle sınırlı kalmadığını, daha geniş bir bitki repertuvarını kapsadığını göstermektedir (Koşay, 1938, ss. 178–179).

Alacahöyük'te saptanan arkeobotanik buluntular bütüncül olarak değerlendirildiğinde, Hitit coğrafyasında yaygın biçimde yetiştirildiği bilinen arpa, buğday, burçak, mürdümük ve çavdar gibi ürünlerin belirgin bir ağırlık kazandığı anlaşılmaktadır (Koşay, 1938, ss. 178–179). Özellikle arpa, çavdar ve burçak gibi tahıl ve baklagil türlerinin hem insan beslenmesinde hem de hayvan yemi olarak kullanılması, bu ürünlerin Hitit tarım ekonomisi içerisinde stratejik bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda elde edilen veriler, Alacahöyük'ün tarımsal üretim yapısının Hitit devlet sisteminin genel ekonomik modeliyle uyumlu olduğunu ve yerleşmenin bölgesel tarım ağı içerisinde etkin bir konumda bulunduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Alacahöyük'te yürütülen arkeolojik kazılar ve bu kazılar kapsamında elde edilen mimari, stratigrafik ve arkeobotanik veriler, yerleşmenin Hitit Dönemi'ndeki ekonomik, idari ve tarımsal yapısına ilişkin bütüncül bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle II. kültür katına ait mimari düzenlemeler ile tarımsal üretime ve depolamaya yönelik bulgular, Alacahöyük'ün yalnızca bölgesel ölçekte bir yerleşim değil, aynı zamanda merkezi bir iktisadi organizasyonun parçası olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

1997–2007 yılları arasında gerçekleştirilen kazılarla açığa çıkarılan istinat duvarları, tahıl depoları ve maden atölyesi gibi mimari unsurlar, yerleşmenin planlı ve çok işlevli bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle mabet-saray kompleksiyle doğrudan ilişkili konumlanan tahıl siloları, tarımsal üretim ve depolama faaliyetlerinin idari ve dinsel merkezle bağlantılı olarak yürütüldüğüne işaret etmektedir. Bu durum, Hitit devlet sisteminde tarımsal üretimin yalnızca ekonomik bir faaliyet değil, aynı zamanda merkezi denetim altında yürütülen stratejik bir unsur olduğunu göstermesi bakımından önemlidir.

Alacahöyük'te tespit edilen I, II ve III No.lu tahıl siloları, plan şemaları, inşa teknikleri ve depolama kapasiteleri açısından birbirleriyle hem benzerlikler hem de farklılıklar sergilemektedir. Taş temeller üzerine ahşap hatıllarla yükseltilmiş kerpiç duvarlardan oluşan bu yapılar, Hitit depolama mimarisinin karakteristik özelliklerini yansıtmaktadır. Söz konusu yapı tekniği, özellikle nemli ve rutubetli çevresel koşullara karşı geliştirilmiş işlevsel bir çözüm olarak değerlendirilmelidir. Siloların zeminlerinde gözlenen taş döşemeler, kot farkları ve iç mekânda tahılın dağıtımını kolaylaştırmaya yönelik düzenlemeler, bu yapıların bilinçli bir mühendislik anlayışıyla tasarlandığını ortaya koymaktadır.

Silolar arasında gözlenen ölçü ve işçilik farkları, depolanan ürünlerin türü ya da kullanım amaçları bakımından bir ayrışmaya işaret edebilir. Özellikle III No.lu silonun daha küçük ölçekli olması, daha kaba işçilikle inşa edilmesi ve taban kotunun farklılık göstermesi, bu yapının I ve II No.lu silolardan farklı bir tahıl ya da tarımsal ürün için kullanılmış olabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, Alacahöyük'te depolama sisteminin tek tip ve homojen bir yapıdan ziyade, ürün çeşitliliğine ve ihtiyaçlara göre şekillenen esnek bir organizasyona sahip olduğunu göstermektedir.

Tahıl silolarının toplam depolama kapasitesinin yaklaşık 2300 m³ olarak hesaplanması, Alacahöyük'ün yalnızca kendi nüfusunun günlük ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir üretim ve depolama sistemine sahip olmadığını, aksine uzun süreli ve merkezi bir iktisadi planlamanın parçası olduğunu ortaya koymaktadır. Yaklaşık dört bin kişilik bir nüfusun bir kış mevsimi boyunca gereksinim duyacağı tahıl miktarını karşılayabilecek düzeyde olan bu kapasite, yerleşmenin bölgesel ölçekte bir dağıtım ve kontrol merkezi olarak işlev görmüş olabileceğini düşündürmektedir. Bu bağlamda Alacahöyük, Hitit devletinin tahıl ekonomisi içerisinde önemli bir düğüm noktası olarak değerlendirilmelidir.

Tahıl silolarının kullanım dışı kaldıktan sonra bilinçli biçimde dolgu toprağıyla doldurulmuş olması ve bu dolgu içerisinde yoğun biçimde Eski Hitit Çağı seramiğinin ele geçirilmesi, yapıların kronolojik çerçevesini netleştirmekte ve planlı bir terk ya da yeniden düzenleme sürecine işaret etmektedir. Buna karşın, silo yapılarının hiçbirinde doğrudan tahıl kalıntısına rastlanmamış olması, depolanan ürünlerin türüne ilişkin yorumları sınırlamakta; bu noktada arkeobotanik verilerin önemi daha da artmaktadır.

1936–1967 yılları arasında yürütülen kazılar sırasında ele geçirilen ve büyük ölçüde tahrip olmuş durumdaki bitki tohumları üzerinde yapılan arkeobotanik analizler, Alacahöyük'teki tarımsal üretimin niteliğini ortaya koyan temel verileri sunmaktadır. Triticum compactum ve Triticum durum gibi farklı buğday türlerinin tespit edilmesi, yerleşmede buğday üretiminin çeşitlilik gösterdiğini ve tarımsal faaliyetlerin belirli bir uzmanlaşma düzeyine ulaştığını düşündürmektedir. Buğday türlerine ek olarak arpa, çavdar, burçak ve mürdümük gibi tahıl ve baklagillerin varlığı, Hitit tarım ekonomisinin temel bileşenleriyle uyumlu bir üretim profilini yansıtmaktadır.

Özellikle arpa ve çavdar gibi ürünlerin hem insan beslenmesinde hem de hayvan yemi olarak kullanılması, bu bitkilerin Hitit ekonomisi içerisinde çok yönlü bir işleve sahip olduğunu göstermektedir. Baklagillerin varlığı ise yalnızca beslenme çeşitliliğine değil, aynı zamanda tarımsal sistemin sürdürülebilirliğine de işaret etmektedir. Bu bağlamda Alacahöyük'te tespit edilen arkeobotanik veriler, yerleşmenin tarımsal üretim yapısının Hitit coğrafyasının genel ekonomik modeliyle büyük ölçüde örtüştüğünü ortaya koymaktadır.

Mimari depolama sistemleri ile arkeobotanik bulgular birlikte değerlendirildiğinde, Alacahöyük'te tarımsal üretim, depolama ve dağıtım süreçlerinin merkezi bir planlama çerçevesinde yürütüldüğü anlaşılmaktadır. Tahıl silolarının mabet-saray kompleksiyle mekânsal ilişkisi, tarımsal ürünlerin yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda idari ve muhtemelen dinsel bir denetim altında tutulduğunu göstermektedir. Bu durum, Hitit devlet yapısında tarımın siyasi ve ideolojik boyutlarıyla da ele alınması gereken bir alan olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak Alacahöyük, mimari depolama sistemleri, arkeobotanik verileri ve stratigrafik sürekliliğiyle, Hitit tarım ekonomisinin işleyişini anlamak açısından anahtar bir yerleşim niteliği taşımaktadır. Elde edilen bulgular, yerleşmenin yalnızca kendi kendine yeten bir üretim merkezi olmadığını, aynı zamanda bölgesel ölçekte örgütlenmiş bir iktisadi sistemin parçası olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle Alacahöyük, Orta Anadolu'da Hitit Dönemi tarımsal üretim, depolama ve merkezi planlama ilişkilerinin anlaşılmasında temel referans noktalarından biri olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

Akok, M. (1981). Alacahöyük 1979 yılı kazı çalışmaları. *II. Kazı Sonuçları Toplantısı*, 2, 81-83.

Arık, R. O. (1936). *Türkiye'de 1935 yılındaki arkeoloji işleri*. İstanbul: Devlet Basımevi.

Baltacıoğlu, H. (1996–1997). Alacahöyük 1995 yılı kazıları. *XVIII. Kazı Sonuçları Toplantısı*, 1, 353-361.

Baltacıoğlu, H. (2004). Yazılı kaynaklar ve arkeolojik veriler ışığında Hattuša ile Arinna arasındaki uzaklık. *Archivum Anatolicum / Anadolu Arşivleri*, 7(2), 13-47.

Çakmak, D. (2013). *Hitit İmparatorluğu'nun Toplumsal ve İktisadi Yapısı*. İstanbul: Libra Kitapçılık ve Yayıncılık.

Çınaroğlu, A., & Çelik, D. (2007). 2005 Alacahöyük kazısı. *28. Kazı Sonuçları Toplantısı*, 2, 305-316.

Çınaroğlu, A., & Çelik, D. (2010). *Atatürk ve Alaca Höyük*. Ankara: Ekici Form Ofset Matbaacılık.

Çınaroğlu, A., & Genç, E. (2000). Alaca Höyük 1998 yılı kazı çalışmaları. *21. Kazı Sonuçları Toplantısı*, 1, 327-334.

Çınaroğlu, A., & Genç, E. (2002). Alaca Höyük 1999–2000 yılı kazı çalışmaları. *23. Kazı Sonuçları Toplantısı*, 1, 427-434.

Çınaroğlu, A., & Genç, E. (2003). Alaca Höyük 2001 yılı kazı çalışmaları. *24. Kazı Sonuçları Toplantısı*, 2, 509-518.

Çınaroğlu, A., & Genç, E. (2004). Alaca Höyük ve Alaca Höyük Hitit Barajı kazıları 2002. *25. Kazı Sonuçları Toplantısı*, 1, 279-288.

İnan, A. (1960). *Tarih üzerine inceleme ve makaleler*. Ankara: Akın Matbaası.

Koşay, H. Z. (1938). *Alacahöyük hafriyatı 1936*. Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları.

Koşay, H. Z. (1943). Türk Tarih Kurumu tarafından Alacahöyük'te yaptırılan hafriyatta elde edilen neticeler. *II. Türk Tarih Kongresi Bildirileri*, 21-57.

Öztan, A. (2012). Alaca Höyük (1935–1967, 1968–1983, 1994–1995, 1997–). In *Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi 75. Yıl Armağanı: Arkeoloji Bölümü Tarihçesi ve Kazıları (1936–2011)*, 67-72.

Seeher, J. (2015). "Hitit Krallarının Ambarları: Devlet Hazinesi ve Güç Kaynağı olarak Tahıl Depolama". *Colloquium Anatolicum*, S. 14, 189-203.

ATLARDA YARIŞ PERFORMANSINI ETKİLEYEN GENETİK, ÇEVRESEL VE PSİKOLOJİK FAKTÖRLERİN BÜTÜNCÜL ANALİZİ

Mustafa ERZEN
Necmettin Erbakan University, Konya Ereğli Kemal Akman Vocational School, Plant and Animal Production Department, Ereğli, Konya
ORCID: 0000-0003-4581-9143
Mehmet Hanifi YALÇIN
Necmettin Erbakan University, Konya Ereğli Kemal Akman Vocational School, Plant and Animal Production Department, Ereğli, Konya
ORCID: 0000-0002-5117-7653
Zahit Kutalmış KAYA
Necmettin Erbakan University, Konya Ereğli Kemal Akman Vocational School, Plant and Animal Production Department, Ereğli, Konya
ORCID: 0000-0002-7790-1689

ÖZET
Bu çalışma, safkan İngiliz ve Arap yarış atlarında performans üzerinde belirleyici olan unsurları, geleneksel yaklaşımların ötesine geçen çok boyutlu bir perspektifle analiz etmektedir. Araştırma kapsamında; genetik parametreler ve temel çevresel faktörlerin yanı sıra at psikolojisi, nal numarası, start makinesindeki davranışları ve yapay zeka tabanlı tahmin modelleri gibi güncel ve özgün parametreler detaylandırılmıştır. Elde edilen bulgular, yarış performansının kalıtım derecesinin orta düzeyde olduğunu, ancak fenotipik dışavurumda pist tipi, mesafe ve binici gibi çevresel varyasyonların baskın bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Çalışmanın dikkat çekici sonuçlarından biri, atın nal numarasının (ayak büyüklüğü) ve start makinesinde geçirdiği sürenin yarış dereceleri üzerindeki doğrudan etkisidir. Bu fiziksel ve operasyonel değişkenlerin yanı sıra, atların mizaç özellikleri ve stres seviyeleri gibi psikolojik faktörlerin de performans çıktılarında kritik birer belirleyici olduğu saptanmıştır. Metodolojik açıdan ise çalışma, klasik istatistiksel yöntemlerin sınırlarını zorlayarak makine öğrenmesi modellerinin performans tahminindeki başarısını kanıtlamaktadır. Yapay zeka destekli bu modellerin, geleneksel analizlere oranla çok daha yüksek bir doğruluk payı sunduğu görülmüştür. Sonuç olarak, modern at yetiştiriciliği ve antrenörlüğü artık yalnızca soy kütüğü (pedigri) analizlerine dayandırılamaz. Başarı; nal bakımından psikolojik rehabilitasyona, start eğitiminden yapay zeka destekli antrenman planlamasına kadar uzanan geniş ve disiplinlerarası bir yelpazenin bütüncül bir şekilde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, hem sportif başarıyı hem de hayvan refahını optimize etmenin anahtarı olarak değerlendirilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Yarış performansı, Kalıtım derecesi, At psikolojisi, Makine öğrenmesi, Çevresel faktörler, Nal numarası.

A HOLISTIC ANALYSIS OF GENETIC, ENVIRONMENTAL, AND PSYCHOLOGICAL FACTORS AFFECTING RACING PERFORMANCE IN HORSES

ABSTRACT
This study analyzes the determinants of performance in Thoroughbred and Arabian racehorses through a multidimensional perspective that transcends traditional approaches. Within the scope of the research, in addition to genetic parameters and fundamental environmental factors, contemporary and original variables such as equine psychology, shoe size, starting gate behavior, and artificial intelligence-based predictive models are detailed. The findings reveal that while the heritability of racing performance is at a moderate level, environmental variations—including track type, distance and rider—play a dominant role in phenotypic expression. One of the study's striking results is the direct impact of the horse's shoe size (hoof dimensions) and the duration spent in the starting gate on race timings. In addition to these physical and operational variables, psychological factors such as temperament traits and stress levels were identified as critical determinants of performance outcomes. From a methodological standpoint, the study pushes the boundaries of classical statistical methods, demonstrating the success of machine learning models in performance prediction. It was observed that these AI-supported models offer a significantly higher accuracy rate compared to traditional analyses. In conclusion, modern horse breeding and training can no longer rely solely on pedigree analysis. Success necessitates the holistic management of a broad, interdisciplinary spectrum—ranging from farriery and hoof care to psychological rehabilitation, and from starting gate training to AI-assisted training planning. This integrated approach is considered the key to optimizing both competitive success and animal welfare.
Keywords: Racing performance, Heritability, Equine psychology, Machine learning, Environmental factors, Horseshoe size.

1. GİRİŞ
At yarışçılığı endüstrisi, biyolojik sınırların zorlandığı ve mikrosaniyelerin(saliselerin) bile sonucu belirlediği rekabetçi bir alandır. Bir atın yarış performansı (P), genetik yapısı (G) ve maruz kaldığı çevresel faktörlerin (E) karmaşık etkileşimi (P = G + E + GxE) sonucu ortaya çıkar. Paksoy ve Ünal (2010) ile Köseman ve Şeker (2018), performansı etkileyen faktörleri genetik (ırk, soy) ve çevresel (bakım-besleme, idman, jokey, pist, hastalıklar) olarak sınıflandırmışlardır. Geleneksel çalışmalar daha çok yaş, cinsiyet ve mesafe gibi makro faktörlere odaklanırken, son yıllarda yapılan araştırmalar atın psikolojik durumu, start makinesindeki davranışları, tırnak yapısı ve hatta yapay zeka ile performans tahmini gibi daha spesifik alanlara yönelmiştir.
Bu derleme, yarış performansını etkileyen faktörleri genetikten psikolojiye, yönetimsel detaylardan teknolojik analizlere kadar geniş bir çerçevede sunmayı amaçlamaktadır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR
2.1. Genetik Parametreler ve Islahın Temelleri
Yarış performansının genetik altyapısı, ıslah programlarının temelini oluşturmaktadır. Williamson ve Beilharz (1996), Avustralya'daki çalışmalarında, yarış performansı için kalıtımın yüksek olduğunu ve tahminlerin 0.6'nın üzerinde çıkabildiğini belirtmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda (Ekiz ve ark., 2005; Köseman ve Özbeyaz, 2009), Arap atlarında hızın kalıtım derecesi 0.17-0.30 aralığında bulunurken, kazanılan ortalama ikramiye miktarına göre kalıtım derecesi daha yüksek (0.46) tahmin edilmiştir. Moritsu ve ark. (1994), Japonya'daki

İngiliz atlarında bu oranın mesafeye göre değiştiğini (1200m için 0.11, 1800m için 0.09) rapor etmiştir. Bu veriler, hızın çevresel faktörlere daha açık olduğunu, ancak "kazanma kapasitesinin" daha kalıtsal bir nitelik taşıdığını göstermektedir.

2.2. Temel Çevresel Faktörler: Yaş, Cinsiyet ve Pist

a) Yaş ve Fiziksel Olgunluk: Gramm ve Marksteiner (2010), atların fiziksel zirve noktasına yaklaşık 4.45 yaşında ulaştığını belirlemiştir. Sobczyńska (2011), Polonya'daki İngiliz atlarında 3 yaşlıların daha yaşlı atlara göre daha hızlı olduğunu saptamış, bu durumu genç atların daha hafif sıkletle koşması ve yarışçılık kariyerinin başında olmalarına bağlamıştır. Yıldırım (2019) ise Türkiye'deki Arap atlarında, ana yaşının (dam age) tayın performansına etkisini incelemiş ve 9-12 yaş grubundaki kısraklardan doğan tayların daha başarılı olduğunu bildirmiştir.

b) Cinsiyet Farklılıkları: Literatürün geneli (Koçak ve Ekiz, 2005; Sobczyńska, 2011; Yıldırım, 2019), erkek atların dişilere göre istatistiksel olarak daha hızlı olduğunu doğrulamaktadır. Yıldırım (2019), çim pistte erkek Arap atlarının 14.45 ± 0.02 m/sn hız ortalaması ile dişilere kıyasla üstünlük sağladığını rapor etmiştir. Ancak Koçak ve Ekiz (2005) ile Moritsu ve ark. (1994), çok kısa mesafelerde (1200m altı) bu farkın önemsizleştiğini belirtmiştir.

c) Pist Tipi ve Yarış Mesafesi: Yıldırım (2019), Türkiye şartlarında çim pistin kum piste göre atların daha yüksek hızlara ulaşmasına olanak tanıdığını (14.45 m/sn vs 13.52 m/sn) ortaya koymuştur. Sobczyńska (2011) ve Schurink ve ark. (2009), mesafe uzadıkça ortalama hızın beklendiği üzere düştüğünü teyit etmiştir. Ayrıca Paksoy ve Ünal (2010), pistin sertlik derecesinin ve hava koşullarının (nem, sıcaklık) performansı doğrudan değiştirdiğini vurgulamıştır.

2.3. Teknik ve Yönetimsel Faktörler

Bu bölüm, klasik faktörlerin ötesinde performansı etkileyen spesifik yönetimsel detayları içermektedir.

a) Nal Numarası ve Tırnak Yapısı:

Paksoy ve ark. (2018), Arap ve İngiliz atlarında tırnak büyüklüğünün (nal numarası) yarış performansına etkisini incelemiştir. Çalışmada, 5, 6 ve 7 numaralı nalları kullanan atlar karşılaştırılmıştır. Arap atlarında 7 numara nal kullananların (14.591 sn), 5 ve 6 numara kullananlara göre belirli mesafelerde farklı performans sergilediği, tırnak büyüklüğünün vücut yapısı ve adım uzunluğu ile korelasyon göstererek hızı etkileyebileceği sonucuna varılmıştır.

b) Start Makinesi ve Çıkış Davranışları:

Yarışın başlangıç anı, sonucun belirlenmesinde kritik bir rol oynar. Wells ve ark. (2022), start makinesinde bekleme süresi, yükleme aparatlarının kullanımı ve jokey davranışlarını incelemiştir. Çalışma, start makinesine geç giren veya içeride huzursuzluk yaşayan atların, bitiriş derecelerinin yarışta olumsuz etkilendiğini ortaya koymuştur. Sola (1969) da start anındaki kulvar sırasının ve yürüyüş formunu bozmanın (hata yapma) yarış performansını düşürdüğünü belirtmiştir.

c) Rekabet Etkisi:

Sobczyńska (2011), "rekabet etkisi"ni, bitiş çizgisinde kazanan atın bir boy mesafesi içinde başka atların bulunması olarak tanımlamış ve bu durumun hızı artırdığını tespit etmiştir. Schurink ve ark. (2009) da benzer şekilde, yakın rakip varlığının atlarda yarış esnasındaekstra bir eforu tetiklediğini doğrulamıştır.

2.4. Psikolojik Faktörler

Atların sadece biyolojik birer makine olmadığı, psikolojik durumlarının performansı doğrudan etkilediği McBride ve Mills (2012) tarafından detaylandırılmıştır. Araştırmacılar, mizaç, ruh hali ve duygusal tepkilerin yarış başarısında belirleyici olduğunu vurgulamıştır. Özellikle

antrenman ortamı ile gürültülü yarış ortamı arasındaki farkın yarattığı stres, atlarda "öğrenilmiş çaresizlik" veya aşırı uyarılma yaratarak performans kaybına yol açabilmektedir. Köseman ve Şeker (2018), tecrübeli binicilerin yarış içerisinde atın psikolojisini yönetmedeki rolüne dikkat çekmiştir.

2.5. Sağlık, Atıl Kalma ve Fizyolojik Toparlanma

Wilsher ve ark. (2006), İngiltere'deki tayların %50'ye yakınının sağlık sorunları (özellikle "sore shins" ve solunum yolu hastalıkları) nedeniyle yarış hayatına başlayamadığını rapor etmiştir. Öztürk (2025) ise atlı dayanıklılık (endurans) yarışlarında dinlenme sürelerinin (veteriner kontrol noktaları) önemini incelemiş, optimal toparlanma süresinin nabız ve solunum parametrelerinin normale dönmesiyle ilişkili olduğunu, bunun da sonraki etap performansını belirlediğini ifade etmiştir. Bu bulgu, düz koşu atlarının idman sonrası toparlanma süreçleri için de bir model teşkil etmektedir.

2.6. Yeni Teknolojiler: Makine Öğrenmesi ile Performans Tahmini

Geleneksel istatistiksel modellerin (ANOVA, Regresyon) yerini artık yapay zeka tabanlı modeller almaktadır. Paksoy ve ark. (2025), at yarışlarını etkileyen çevresel faktörleri (sıcaklık, nem, rüzgar, pist durumu) analiz etmek için Destek Vektör Makineleri (SVM), Karar Ağaçları ve Random Forest algoritmalarını kullanmıştır. Çalışma sonucunda, SVM modelinin yarış sonucunu tahmin etmede klasik yöntemlere göre çok daha yüksek doğruluk oranına (Accuracy) sahip olduğu belirlenmiştir. Bu, çevresel değişkenlerin karmaşık ve doğrusal olmayan (non-linear) etkileşimlerinin ancak gelişmiş algoritmalarla çözülebileceğini göstermektedir.

2.7. Don Rengi ve Performans

Stachurska ve ark. (2007), don rengi ile performans arasında genetik bir bağlantı (linkage) olmadığını, kır veya doru atların performans açısından birbirine üstünlük sağlamadığını istatistiksel olarak kanıtlamıştır. Bu durum, sektördeki "bazı donların daha hızlı olduğu" yönündeki inanışın bilimsel bir temeli olmadığını göstermektedir.

3. SONUÇ

Bu çalışma, atlarda yarış performansının tek bir değişkene indirgenemeyecek kadar karmaşık bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Genetik kapasite (h^2) atın potansiyel tavanını belirlerken; yaş, cinsiyet, idman ve besleme gibi temel çevresel faktörler bu potansiyelin ne kadarının kullanılacağını tayin etmektedir.

Ancak literatüre eklenen yeni çalışmalar, başarının detaylarda gizli olduğunu göstermektedir. Atın nal numarasının uygunluğu (Paksoy ve ark., 2018), start makinesindeki stres yönetimi (Wells ve ark., 2022) ve atın genel psikolojik iyilik hali (McBride ve Mills, 2012), milisaniyelerle kazanılan yarışlarda belirleyici olmaktadır. Ayrıca, Paksoy ve ark. (2025) tarafından sunulan Makine Öğrenmesi yaklaşımları, yetiştiricilerin ve antrenörlerin çevresel verileri analiz ederek daha isabetli kararlar alabileceği yeni bir dönemi işaret etmektedir. Sonuç olarak, ideal yarış performansı; üstün genetik yapının, doğru çevre yönetimi, psikolojik destek ve ileri teknolojik analizlerle entegre edilmesiyle elde edilebilir.

4. KAYNAKÇA

Ekiz, B., Kocak, O., & Demir, H. (2005). Estimates of genetic parameters for racing performances of Arabian horses. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29(2), 543-549.

Gramm, M., & Marksteiner, R. (2010). The effect of age on Thoroughbred racing performance. *Journal of Equine Science*, 21(4), 73-78.

Kocak, O., & Ekiz, B. (2005). Environmental factors influencing the racing performance of Thoroughbred horses in Turkey. *Indian Veterinary Journal*, 82, 288-289.

Köseman, A., & Özbeyaz, C. (2009). Some phenotypic and genetic parameters of racing performance in Arabian horses. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 56, 219-224.
Köseman, A., & Şeker, İ. (2018). Atların yarış ve yarışma performansları üzerine etkili faktörler ve performansı artırma yolları. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 37(1), 61-68.
McBride, S. D., & Mills, D. S. (2012). Psychological factors affecting equine performance. *BMC Veterinary Research*, 8, 180.
Moritsu, Y., Funakoshi, H., & Ichikawa, S. (1994). Genetic evaluation of sires and environmental factors influencing best racing times of Thoroughbred horses in Japan. *Journal of Equine Science*, 5(2), 53-58.
Öztürk, D. (2025). Atlı dayanıklılık branşında dinlenme sürelerinin performans üzerine etkisi. *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 15(2).
Paksoy, Y., & Ünal, N. (2010). Atlarda yarış performansını etkileyen faktörler (Derleme). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 50(2), 91-101.
Paksoy, Y., Ünal, N., Polat, M., Tekin, M., & Özbeyaz, C. (2018). Arap ve İngiliz atlarında tırnak büyüklüğünün yarış performansına etkisinin araştırılması. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 58(1), 22-33.
Paksoy, Y., Duruk, U., Akay, A., & Koluman, A. (2025). Machine learning modeling for environmental factors affecting horse racing. *Large Animal Review*, 31, 383-390.
Schurink, A., Theunissen, M. C. J., Ducro, B. J., Bijma, P., & van Grevenhof, E. M. (2009). Identification of environmental factors affecting the speed of purebred Arabian racehorses in The Netherlands. *Livestock Science*, 125, 97-100.
Sobczyńska, M. (2011). Environmental factors affecting the speed of Thoroughbred horses competing in Poland. *Animal Science Papers and Reports*, 29(4), 303-312.
Sola, G. A. (1969). *Environmental factors affecting the speed of pacing horses* (Master's thesis). The Ohio State University.
Stachurska, A., Pięta, M., Łojek, J., & Szulowska, J. (2007). Performance in racehorses of various colours. *Livestock Science*, 106, 282-286.
Wells, I., Randle, H., & Williams, J. M. (2022). Does the start of flat races influence racehorse race performance? *Applied Animal Behaviour Science*, 253, 105682.
Williamson, S. A., & Beilharz, R. G. (1996). Heritabilities of racing performance in Thoroughbreds: A study of Australian data. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 113, 505-524.
Wilsher, S., Allen, W. R., & Wood, J. L. N. (2006). Factors associated with failure of Thoroughbred horses to train and race. *Equine Veterinary Journal*, 38(2), 113-118.
Yıldırım, F. (2019). The effect of some environmental factors to race performance of purebred Arabian horses. *Kocatepe Veterinary Journal*, 12(1), 1-6.

TAYLARDA OYUN DAVRANIŞLARI: GELİŞİMSEL SÜREÇLER, SOSYAL DİNAMİKLER VE REFAH İLİŞKİSİ ÜZERİNE BİR İNCELEME

Mustafa ERZEN
Necmettin Erbakan University, Konya Ereğli Kemal Akman Vocational School, Plant and Animal Production Department, Ereğli, Konya
ORCID: 0000-0003-4581-9143
Mehmet Hanifi YALÇIN
Necmettin Erbakan University, Konya Ereğli Kemal Akman Vocational School, Plant and Animal Production Department, Ereğli, Konya
ORCID: 0000-0002-5117-7653
Zahit Kutalmış KAYA
Necmettin Erbakan University, Konya Ereğli Kemal Akman Vocational School, Plant and Animal Production Department, Ereğli, Konya
ORCID: 0000-0002-7790-1689

ÖZET
Oyun davranışı, özellikle tayların fiziksel ve sosyal gelişiminde kritik bir rol oynayan, ancak biyolojik maliyeti ve evrimsel işlevi açısından etolojide hala tartışılan karmaşık bir olgudur. Bu derleme çalışması, taylarda oyun davranışlarını tanımlamak, gelişimsel süreçlerini incelemek, cinsiyet farklılıklarını ortaya koymak ve oyunun hayvan refahı ile olan ilişkisini irdelemek amacıyla hazırlanmıştır. İnceleme kapsamında, tayların oyun repertuvarının (lokomotor, sosyal, nesne ve cinsel oyunlar) yaşamın ilk haftalarından itibaren nasıl şekillendiği ve sütten kesime kadar nasıl bir evrim geçirdiği ele alınmıştır. Araştırmalar, erkek tayların dişi taylara kıyasla daha fazla oyun güreşi ve agresif oyun sergilediğini, dişi tayların ise daha çok lokomotor oyunlara yöneldiğini göstermektedir. Ayrıca, oyunun sadece bir "boş zaman" aktivitesi olmadığı, aynı zamanda kas-iskelet sistemi gelişimi, sosyal becerilerin kazanılması ve beklenmedik durumlarla başa çıkma yeteneğinin artırılması gibi hayati işlevleri olduğu vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, yetişkin atlarda oyun davranışının varlığının her zaman iyi bir refah göstergesi olmadığı, aksine kronik stres ve uygunsuz yaşam koşullarıyla ilişkili olabileceğine dair bulgular da tartışılmaktadır. Bu çalışma, taylarda oyun davranışının etolojik bir perspektifle anlaşılmasını sağlayarak, at yetiştiriciliği ve yönetimi uygulamalarına ışık tutmayı hedeflemektedir.
Anahtar Kelimeler: Tay davranışı, Oyun davranışı, At refahı, Etogram

PLAY BEHAVIORS IN FOALS: AN EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN DEVELOPMENTAL PROCESSES, SOCIAL DYNAMICS AND WELFARE

ABSTRACT
Play behavior is a complex phenomenon that plays a critical role in the physical and social development of foals, but its biological cost and evolutionary function are still debated in ethology. This review aims to define play behaviors in foals, examine their developmental processes, highlight gender differences, and explore the relationship between play and animal welfare. This study examines the shaping of the foal's play repertoire (locomotor, social, object, and sexual play) from the first weeks of life and its evolution until weaning. Research indicates that male foals exhibit more play wrestling and aggressive play compared to female foals, while female foals tend to engage in more locomotor play. Furthermore, it is emphasized that play is

not merely a "leisure" activity but also has vital functions such as musculoskeletal development, acquisition of social skills, and increased ability to cope with unexpected situations. However, findings also discuss that the presence of play behavior in adult horses is not always an indicator of good welfare; rather, it may be associated with chronic stress and unsuitable living conditions. This study aims to shed light on horse breeding and management practices by providing an ethological perspective on the understanding of play behavior in foals.
Keywords: Foal behavior, Play behavior, Horse welfare, Ethogram

1. GİRİŞ

Oyun, memelilerin ve özellikle toynaklıların erken gelişim evrelerinde gözlemlenen en belirgin davranışlardan biridir. Atlar (Equus caballus), sosyal yapıları ve hareketli doğaları gereği, karmaşık oyun davranışları sergileyen türlerin başında gelmektedir. Fraser (1989), atlarda oyunu bir "etosistem" (ethosystem) olarak tanımlamış ve bu davranışın, bireyin çevresiyle uyumlu bir entegrasyon kurmasını sağlayan kinetik bir organizasyon sistemi olduğunu belirtmiştir. Oyun, genellikle ani enerji patlamaları, abartılı hareketler ve görünürde hemen bir amaca hizmet etmeyen aktiviteler bütünü olarak karakterize edilir. Ancak etologlar, bu davranışın uzun vadede hayatta kalma becerilerini geliştirdiğini ve yetişkinlikteki sosyal rollerin provası niteliğinde olduğunu öne sürmektedir.

Oyunun işlevleri üzerine yapılan çalışmalar, "motor eğitim hipotezi" (motor training hypothesis) ve "sosyal uyum hipotezi" (social cohesion hypothesis) üzerinde yoğunlaşmaktadır. Taylar, doğumdan kısa bir süre sonra ayağa kalkıp koşabilen prekorsiyal (erken gelişen) canlılardır. Maglieri ve ark. (2024), atların motor gelişimlerinin hızlı, ancak sosyo-bilişsel gelişimlerinin daha yavaş (altricial türlere benzer şekilde) olduğunu ve oyunun bu iki süreci dengeleyen bir araç olduğunu belirtmektedir.

Bu derleme, taylarda oyun davranışlarını kategorize eden etogramları, yaş ve cinsiyete bağlı değişimleri, annenin ve sosyal grubun etkisini ve son olarak oyunun refah ile olan paradoksal ilişkisini, mevcut literatür ışığında kapsamlı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Oyunun Tanımı ve Kategorizasyonu

Taylarda oyun davranışlarının sistematik olarak incelenebilmesi için kapsamlı bir etograma ihtiyaç duyulmaktadır. McDonnell ve Poulin (2002), atlarda oyun davranışlarını dört ana kategoride sınıflandıran detaylı bir etogram geliştirmiştir:

Nesne Oyunu (Object Play): Çevredeki cansız nesnelerin (dal, su, vb.) veya çevredeki diğer canlıların uzuvlarının (annenin kuyruğu vs.) nesne gibi manipüle edilmesini içerir. "Ağıza alma" (mouthing), "sallama" (shake) ve "kaldırma" (pick up) gibi davranışlar bu gruptadır. McDonnell ve Poulin (2002), bu davranışın bazen yetişkin atlarda görülen "alet kullanımı" becerisinin temeli olabileceğini belirtmiştir.

Lokomotor Oyun (Locomotor Play): Atın tek başına veya grup halinde koşması, zıplaması ve ani manevralar yapmasıdır. "Frolic" (sevinçle sıçrama), "buck" (çifte atma) ve "prance" (şahlanarak yürüme) gibi hareketler sıkça görülür. Bu oyun türü, kas-iskelet sisteminin gelişimi için kritiktir.

Oyun Güreşi (Play Fighting): Genellikle iki veya daha fazla tay arasında geçen, yetişkin kavga davranışlarını taklit eden ancak yaralama amacı gütmeyen etkileşimlerdir. "Boyun güreşi" (neck wrestle), "hafif ısırma" (nip) ve "ön ayaklarla vurma" (boxing) gibi davranışları içerir.

Cinsel Oyun (Play Sexual Behavior): Tayların, yetişkinlerin üreme davranışlarını taklit ettiği oyunlardır. "Aşım yapma" (mounting) ve "işeme üzerine koku alma sekansı" (elimination marking sequence) bu kategoride yer alır.

2.2. Gelişimsel Süreç

Tayların oyun davranışları yaşla birlikte önemli değişiklikler gösterir. Crowell-Davis ve ark. (1987), tayların gelişimini "bağımlılık dönemi" (ilk 4 hafta), "sosyalleşme dönemi" (2. ve 3. aylar) ve "stabilizasyon dönemi" (4. aydan itibaren) olarak ayırmıştır.

İlk Haftalar: Yaşamın ilk haftasında taylar neredeyse tamamen annelerine bağımlıdır. Bu dönemde oyunlar genellikle yalnız yapılan lokomotor aktiviteler (tek başına koşma, zıplama) veya anneye yönelik oyun girişimleri (annenin kuyruğuyla oynama) şeklindedir. Maglieri ve ark. (2024), yaşamın ilk dört haftasında tayların cinsiyetten bağımsız olarak atlama ve koşma gibi lokomotor oyunlar sergilediğini, bunun da hızlı motor olgunlaşma için gerekli olduğunu tespit etmiştir.

Sosyalleşme ve Akran Etkileşimi: Taylar büyüdükçe (2-3. aylar), oyun odağı anneden akranlara kayar. Crowell-Davis ve ark. (1987), yaş ilerledikçe oyun sıklığının genel olarak azaldığını, ancak oyunun niteliğinin değiştiğini belirtmiştir. Yalnız koşma ve çifte atma davranışları azalırken, interaktif (sosyal) oyunların süresi, özellikle erkek taylarda artış göstermektedir. Siskova ve ark. (2006) da benzer şekilde, emme sıklığının yaşla birlikte azaldığını (1. ayda saatte 2.12 kez iken sütten kesim öncesi 0.37 kez), buna karşılık çevreyi keşfetme ve oyun davranışlarının, tayların sosyalleşme sürecinin bir parçası olarak geliştiğini rapor etmiştir.

2.3. Cinsiyet Farklılıkları

Literatürdeki en tutarlı bulgulardan biri, oyun davranışlarındaki cinsiyet dimorfizmidir (eşeysel biçimcisellik).

Oyun Tipleri: Crowell-Davis ve ark. (1987), erkek ve dişi tayların toplam oyun sıklıklarının benzer olduğunu, ancak oyun tiplerinin farklılaştığını saptamıştır. Dişi taylar (fillies) daha çok "tek başına koşma ve çifte atma" davranışı sergilerken, erkek taylar (colts) daha çok "interaktif oyun" (oyun güreşi, birbirini ısırma) ve "yetişkinlere yönelik oyun" sergilemektedir. Ayrıca, erkek tayların interaktif oyun süreleri dişi taylara göre anlamlı derecede daha uzundur.

Oyun Partneri Tercihleri: Rho ve ark. (2007), Jeju midilli taylarında yaptıkları çalışmada, erkek tayların oyun güreşini dişi taylara göre çok daha sık başlattığını ve bu etkileşimlerin genellikle karşılıklı tımar (mutual grooming) davranışını takip ettiğini belirtmiştir. İlginç bir şekilde, erkek taylar, anneleri yerine genç kısraklarla karşılıklı tımar yapmayı tercih etmişlerdir; bu da gelecekteki harem oluşturma davranışlarının erken bir provası olarak yorumlanmıştır.

Evrimsel Temel: Bu farklılıklar, yetişkinlikteki sosyal rollerle ilişkilendirilmektedir. Erkeklerin gelecekte harem sahibi olmak veya rakiplerle mücadele etmek için fiziksel güce ve dövüş becerilerine ihtiyacı varken, dişilerin kaçma ve sürü uyumu becerilerine ihtiyacı vardır. Fraser (1989), oyunun bu "ciddi" yetişkin aktivitelerinin (kavga ve kaçış) sinir-kas (nöro-müsküler) provası olduğunu vurgulamıştır.

2.4. Sosyal Bağlam, Anne Yatırımı ve Çevresel Etkiler

Oyun davranışı sadece genetik faktörlere değil, aynı zamanda çevresel ve sosyal koşullara da bağlıdır.

Anne Yatırımı (Maternal Investment): Cameron ve ark. (2008), Kaimanawa vahşi atlarında yaptıkları çalışmada, annenin kondisyonunun tayın oyun davranışını etkilediğini bulmuştur. İyi kondisyondaki annelerin erkek tayları (oğulları), kötü kondisyondaki annelerin oğullarına göre daha fazla oyun oynamıştır. Bu durum, "fazla anne yatırımının" enerji fazlasına dönüştüğünü ve bunun da oyun yoluyla fiziksel gelişime kanalize edildiğini göstermektedir. Daha fazla oyun

oynayan tayların, sütten daha erken kesilseler bile, bir yaşında daha iyi vücut kondisyonuna sahip oldukları ve hayatta kalma oranlarının arttığı belirlenmiştir.

Aygırın Varlığı: Sosyal grup yapısı da oyun davranışlarını şekillendirir. Dandlova ve ark. (2022), sürüsünde aygır bulunan gruplardaki tayların davranışlarını incelemiş ve babanın (aygırın) varlığının, özellikle dişi tayların davranışlarını değiştirdiğini gözlemlemiştir. Aygırın olduğu gruplarda dişi taylar oyun partneri olarak erkek tayları tercih ederken, aygırın olmadığı gruplarda kendi cinsiyetlerine yönelmişlerdir.

Sıcaklık Etkisi: Crowell-Davis ve ark. (1987), ortam sıcaklığının oyun üzerindeki etkisini incelemiş ve sıcaklık arttıkça oyun oranının doğrusal olarak azaldığını bulmuştur. Taylar 5-10°C arasında en yüksek oyun aktivitesini gösterirken, 25-30°C üzerinde oyun neredeyse durma noktasına gelmektedir.

2.5. Oyun ve Refah İlişkisi: Paradoksal Bir Bakış

Geleneksel görüş, oyunun "iyi refah" (good welfare) göstergesi olduğu yönündedir, çünkü sadece temel ihtiyaçları karşılanmış ve stressiz hayvanların oyun için enerji ayırabileceği düşünülür. Ancak son çalışmalar bu görüşü karmaşık hale getirmiştir.

Yetişkinlerde Oyun ve Stres: Hausberger ve ark. (2012), binek atlarında yaptıkları çalışmada, yetişkin atlarda görülen oyun davranışının, doğal koşullardaki atlara göre çok daha sık olduğunu ve bunun kronik stresle ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur. Çalışma, "oyuncu" olarak nitelendirilen yetişkin atların, "oyuncu olmayanlara" göre daha fazla sırt problemi (vertebral disorders vs.), insanlara karşı daha fazla agresyon ve daha yüksek oksidatif stres seviyelerine sahip olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, yetişkinlerdeki oyunun, biriken stresi atma (recuperation theory) veya kötü refah koşullarıyla başa çıkma mekanizması olabileceğini düşündürmektedir.

Yetişkin Oyununun "Yalancı Dost" Olma İhtimali: Blois-Heulin ve ark. (2015), bu konuyu derinleştirerek "Yetişkin oyunu yalancı bir dost olabilir mi?" sorusunu sormuştur. Çalışma, hem atlarda hem de makaklarda, doğal/yaban hayatı koşullarında yetişkin oyununun nadir olduğunu, ancak kısıtlı ve stresli (domestic/captive) koşullarda yetişkin oyununun arttığını doğrulamıştır. Araştırmacılar, en çok oyun oynayan atların aynı zamanda stereotipik davranışlar (yineleyen anormal davranışlar) sergileyen ve refah göstergeleri en düşük olan bireyler olduğunu bulmuştur. Bu nedenle, yetişkin atlarda sık görülen oyun davranışı, iyi bir refahın işareti olmaktan ziyade, stresin dışavurumu olabilir.

3. SONUÇ

Taylarda oyun davranışı, gelişimsel bir zorunluluktur ve bireyin fiziksel, sosyal ve bilişsel yetkinliğe ulaşmasında kilit rol oynar. Literatür, oyunun yaşla birlikte azaldığını, cinsiyete özgü (erkeklerde güreş, dişilerde koşma) formlar aldığını ve annenin sağladığı enerji yatırımıyla doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Oyun, taylar için "beklenmedik durumlara hazırlık" ve sosyal hiyerarşide yer edinme aracıdır.

Ancak, oyun davranışı yaşamın ilerleyen dönemlerinde farklı bir anlam kazanmaktadır. Yetişkin atlarda görülen oyun, taylardaki gibi gelişimsel bir ihtiyaçtan ziyade, kısıtlı yaşam koşullarının (alan darlığı, sosyal izolasyon, beslenme kısıtlamaları) yarattığı stresin bir yansıması (dışavurumu) olabilir. Bu nedenle, at refahı değerlendirilirken, oyun davranışı bağlamına göre yorumlanmalıdır: Taylar için oyun "sağlık ve gelişim" belirtisiyken, yetişkin atlar için, özellikle yüksek sıklıkta ve stereotipik özelliklerle birlikte görülüyorsa, "stres ve kötü refah" sinyali olabilir. At yetiştiricileri ve yöneticileri, tayların oyun oynaması için uygun sosyal ve fiziksel ortamları sağlamalı, ancak yetişkin atlarda görülen aşırı oyun davranışlarını potansiyel refah sorunlarının bir göstergesi olarak değerlendirmelidir.

4. KAYNAKÇA

Blois-Heulin, C., Rochais, C., Camus, S., Fureix, C., Lemasson, A., Lunel, C., Bezard, E., & Hausberger, M. (2015). Animal welfare: Could adult play be a false friend? Animal Behavior and Cognition, 2(2), 156-185.

Cameron, E. Z., Linklater, W. L., Stafford, K. J., & Minot, E. O. (2008). Maternal investment results in better foal condition through increased play behaviour in horses. Animal Behaviour, 76, 1511-1518.

Crowell-Davis, S. L., Houpt, K. A., & Kane, L. (1987). Play development in Welsh pony (Equus caballus) foals. Applied Animal Behaviour Science, 18, 119-131.

Dandlova, K., Komarkova, M., & Ceacero, F. (2022). Oh, daddy where are thou: Social context modifies foals' behaviour differently for colts and fillies. Journal of Equine Veterinary Science, 100, 103543.

Fraser, A. F. (1989). Horse play as an ethosystem. Etología, 1, 9-17.

Hausberger, M., Fureix, C., Bourjade, M., Wessel-Robert, S., & Richard-Yris, M. A. (2012). On the significance of adult play: what does social play tell us about adult horse welfare? Naturwissenschaften, 99, 291-302.

Maglieri, V., Scopa, C., Modica, G., & Palagi, E. (2024). All in good time: Play development and tactics in foals (Equus caballus). Applied Animal Behaviour Science, 273, 106244.

McDonnell, S. M., & Poulin, A. (2002). Equid play ethogram. Applied Animal Behaviour Science, 78, 263-290.

Rho, J. R., Srygley, R. B., & Choe, J. C. (2007). Sex preferences in Jeju pony foals (Equus caballus) for mutual grooming and play-fighting behaviors. Zoological Science, 24, 769-773.

Siskova, P., Jiskrova, I., & Mikule, V. (2006). An ethological study of young horses. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 54(5), 129-136.

DOKUMA FABRİKALARINDA GÜRÜLTÜ MARUZİYETİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tez Sahibi: Aysun KOCAGÜN
Kocaeli University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Occupational Health and Safety, İzmit, Kocaeli
ORCID ID: 0009-0001-4342-8440
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Fatma OĞUZ ERDOĞAN
Kocaeli University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Occupational Health and Safety, İzmit, Kocaeli
ORCID ID: 0000-0001-7030-2918

ÖZET
Bu çalışmanın amacı, dokuma fabrikalarında çalışanların maruz kaldığı mesleki gürültü düzeylerini nicel olarak ortaya koymak ve elde edilen bulguları iş sağlığı ve güvenliği (İSG) perspektifinden değerlendirmektir. Gürültü maruziyet ölçümleri, ISO 9612 standardında tanımlanan mesleki maruziyet değerlendirme yaklaşımı esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma, temsil edici görev ve pozisyonların belirlendiği yedi farklı dokuma fabrikasında yürütülmüş olup, çalışanların bireysel günlük gürültü maruziyetleri değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, günlük gürültü maruziyet düzeylerinin fabrikalar ve üretim birimleri arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bazı çalışma alanlarında maruziyet düzeylerinin yasal eylem değerlerine yaklaştığı veya bu değerleri aştığı belirlenmiştir. (ÇSGB, 2013). Bulgular, üretim süreçlerinin özellikleri, makine parkının yoğunluğu ve çalışan devri gibi faktörlerin gürültü maruziyeti üzerinde belirleyici rol oynayabileceğine işaret etmektedir. Çalışma kapsamında, gürültüye bağlı risklerin azaltılmasına yönelik olarak teknik kontrol önlemleri (akustik iyileştirmeler, düzenli makine bakımı ve kaynakta izolasyon), organizasyonel önlemler (vardiya planlaması ve iş rotasyonu) ve kişisel koruyucu donanım kullanımı (uygun KKD seçimi ve kullanım uyumunun izlenmesi) başlıkları altında uygulanabilir öneriler sunulmuştur. (ÇSGB (2013). **Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik**. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.)
Anahtar Kelimeler: Gürültü maruziyeti, dokuma, ISO 9612, mesleki ölçüm, LEX,8s, belirsizlik, iş sağlığı ve güvenliği

ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL NOISE EXPOSURE IN WEAVING AND CARPET FACTORIES

ABSTRACT
The textile industry is one of the leading sectors worldwide in terms of labor-intensive employment, where production processes are carried out using high-speed machinery. In weaving and carpet manufacturing facilities, noise emerges as one of the most significant occupational risks to workers' health due to continuous operating cycles, high machine speeds, and dense machine layouts. The aim of this study is to determine the personal noise exposure levels of employees working in weaving and carpet factories and to identify the structural and operational factors influencing exposure levels.

Within the scope of the study, personal noise exposure measurements were conducted in seven weaving and carpet factories operating in different industrial regions of Türkiye. Measurements were performed in accordance with the internationally recognized standard TS EN ISO 9612:2009, using task-based and full-shift measurement strategies. Production-related technical parameters, including machine operating speed, ceiling height, machine density, floor area per machine, and production volume, were recorded and evaluated in terms of their effects on daily personal noise exposure levels.

The findings revealed that daily personal noise exposure levels in all investigated factories were close to or exceeded the action and limit values specified in national regulations. Noise exposure was found to increase significantly in production areas characterized by high machine density, limited floor area per machine, and low ceiling volume. In contrast, factories with larger floor areas per machine and greater ceiling heights exhibited relatively lower exposure levels. The evaluations demonstrated strong relationships between the structural characteristics of production areas and personal noise exposure.

Based on the results of the study, comprehensive improvement strategies were proposed to reduce noise exposure, including engineering controls (acoustic insulation, machine enclosure, and layout optimization), organizational measures (working time management and job rotation), and the effective use of personal protective equipment. This study highlights the critical role of workplace design and production planning in controlling noise-related risks in weaving and carpet factories.

Keywords: Occupational noise exposure, weaving factories, carpet industry, TS EN ISO 9612, occupational health and safety

1. GİRİŞ

Dokuma tezgâhlarında (örneğin armürlü ve jakarlı tezgâhlar) bulunan hareketli makine parçalarının mekanik darbelerle ve yüksek hızlarda çalışması, yüksek düzeyde gürültü oluşumuna neden olmaktadır. Bu gürültüye uzun süreli maruziyet, başta gürültüye bağlı işitme kaybı olmak üzere çeşitli meslek hastalıklarına yol açabilmektedir. (NIOSH, 1998; Çalışkan ve ark.,) Çalışanların günlük maruziyet sürelerinin uzunluğu ile birlikte değerlendirildiğinde, gürültü riskinin kontrol altına alınması daha karmaşık ve güç bir hâl almaktadır. (NIOSH (1998). **Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure**. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati. , Çalışkan, E., Yılmaz, F., & Demir, M. (2017). **Endüstriyel işletmelerde gürültü maruziyeti ve işitme kaybı ilişkisi**. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 7(2), 45–56.)

Bu bağlamda, gürültü maruziyeti sorununun işletme ölçeğinde bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, pratik ölçüm sonuçlarından yararlanılarak, hem işyeri gürültü düzeylerinin azaltılmasına hem de iş verimliliğinin artırılmasına katkı sağlayabilecek iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. . Avrupa Birliği ve Türkiye mevzuatında belirlenen alt ve üst eylem değerleri, işverenlere gürültü riskinin değerlendirilmesi ve kontrol altına alınması konusunda yükümlülükler getirmektedir (EU, 2003; ÇSGB, 2013). Çalışmanın temel özgün katkısı, birden fazla dokuma fabrikasında aynı metodolojik çerçeve kullanılarak gerçekleştirilen ölçümlerin karşılaştırılabilir hâle getirilmesi ve işyeri gürültü maruziyetinin belirleyicileri olarak kabul edilen makine yoğunluğu, üretim alanı, tavan yüksekliği ve çalışan devir hızı gibi faktörlerle olan ilişkilerinin incelenmesidir. (EU (2003). **Directive 2003/10/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise)**. Official Journal of the European

Union. ; ÇSGB (2013). **Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik**. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.)

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışmanın amacı, dokuma fabrikalarında çalışanların günlük gürültü maruziyet düzeylerini ISO 9612 standardı çerçevesinde belirlemek ve elde edilen bulguları iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirmektir. Çalışmanın kapsamı; yedi farklı dokuma fabrikasında seçilen temsil edici görevler için kişisel gürültü ölçümlerinin gerçekleştirilmesi, ölçüm belirsizliğinin değerlendirilmesi ve sonuçların işyeri fiziksel ve organizasyonel koşullarıyla ilişkilendirilmesini içermektedir.

1.2. Araştırma Soruları

- Farklı dokuma fabrikalarında günlük gürültü maruziyet düzeyleri nasıl değişmektedir?
- Gürültü maruziyeti ile makine yoğunluğu, üretim alanı, tavan yüksekliği ve çalışan devir hızı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmakta mıdır?
- Ölçüm belirsizliği bileşenleri, elde edilen maruziyet sonuçlarının güvenilirliğini nasıl etkilemektedir?
- Dokuma fabrikaları için uygulanabilir mühendislik ve organizasyonel kontrol önlemleri nelerdir?

2. YÖNTEM

2.1. Çalışma Tasarımı ve Saha Seçimi

Bu çalışma, kesitsel bir saha ölçümü tasarımına sahiptir. Araştırma kapsamında, üretim kapasiteleri ve kullanılan dokuma tezgâhı türleri bakımından sektörü temsil edecek şekilde yedi dokuma fabrikası seçilmiştir. Her bir fabrikada, gün içerisindeki üretim akışını temsil eden görev ve iş adımları tanımlanmış; gürültü ölçümleri bu görevlerin yürütüldüğü ilgili iş istasyonlarında gerçekleştirilmiştir.

2.2. Ölçüm Yaklaşımı ve ISO 9612

Gürültü maruziyetinin değerlendirilmesi, ISO 9612 standardında tanımlanan iş tabanlı (task-based) ölçüm yaklaşımı esas alınarak yapılmıştır. Bu kapsamda, çalışma günü boyunca tekrarlanan görevler (A, B, C, …) ayrı zaman dilimleri olarak ele alınmış ve her bir görev için ölçülen eşdeğer sürekli ses basınç düzeyleri, görev süreleri dikkate alınarak süre ağırlıklı olarak birleştirilmiştir. Günlük gürültü maruziyet seviyesi (LEX,8h), etkin çalışma süresi, görev süreleri ve standartta verilen hesaplama eşitlikleri kullanılarak belirlenmiştir.

2.3. Ölçüm Belirsizliği

Ölçüm sonuçlarının güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla, ISO 9612 standardının eklerinde önerilen yöntem izlenerek standart belirsizlik ve genişletilmiş belirsizlik hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Belirsizlik bileşenleri; (i) ölçülen gürültü seviyelerindeki zamansal ve mekânsal değişkenlik, (ii) kullanılan ölçüm cihazının karakteristik belirsizliği ve (iii) mikrofonun konumu ve yerleşiminden kaynaklanan etkiler başlıkları altında ele alınmıştır. Bu yaklaşım sayesinde, hesaplanan LEX,8h değerleri için güven aralıkları tanımlanarak sonuçların yorumlanabilirliği artırılmıştır.

2.4. İstatistiksel Değerlendirme

Gürültü maruziyet düzeyleri ile işyeri fiziksel ve organizasyonel koşulları arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Analize dâhil edilen değişkenler; günlük gürültü maruziyet seviyesi (LEX,8h), makine başına düşen alan, tavan yüksekliği, çalışan devir hızı (dev/dak) ve çalışan başına düşen makine sayısı gibi göstergelerden oluşmaktadır. Elde edilen bulgular, ölçümsel sonuçların yanı sıra üretim düzeni ve işyeri uygulamaları dikkate alınarak yorumlanmıştır.

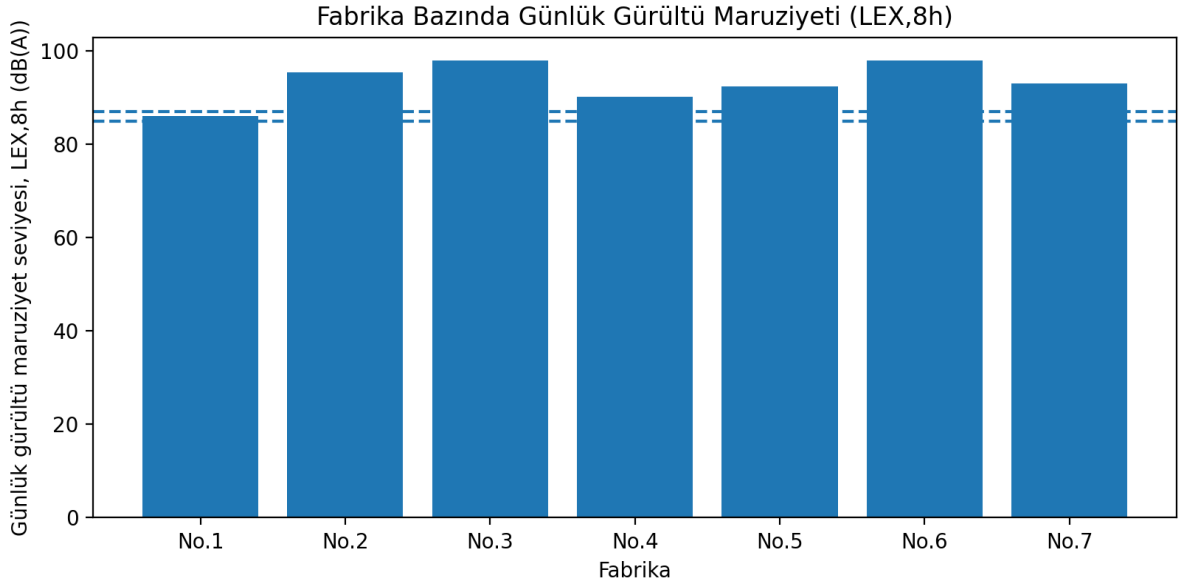
Tablo 1. Fabrika bazında maruziyet ve örnek değişkenler (tez verilerinden derlenmiştir).

Fabrika	LEX,8h (dB(A))	Genişletilmiş Belirsizlik U (±dB)	Çalışan Devir (dev/dak)
No.1	86.1	3.2	260
No.2	95.4	3.1	300
No.3	98.0	3.1	320
No.4	90.2	3.0	480
No.5	92.4	3.1	420
No.6	98.0	3.2	510
No.7	93.0	3.0	430

3. BULGULAR

3.1. Fabrika Bazında Günlük Maruziyet

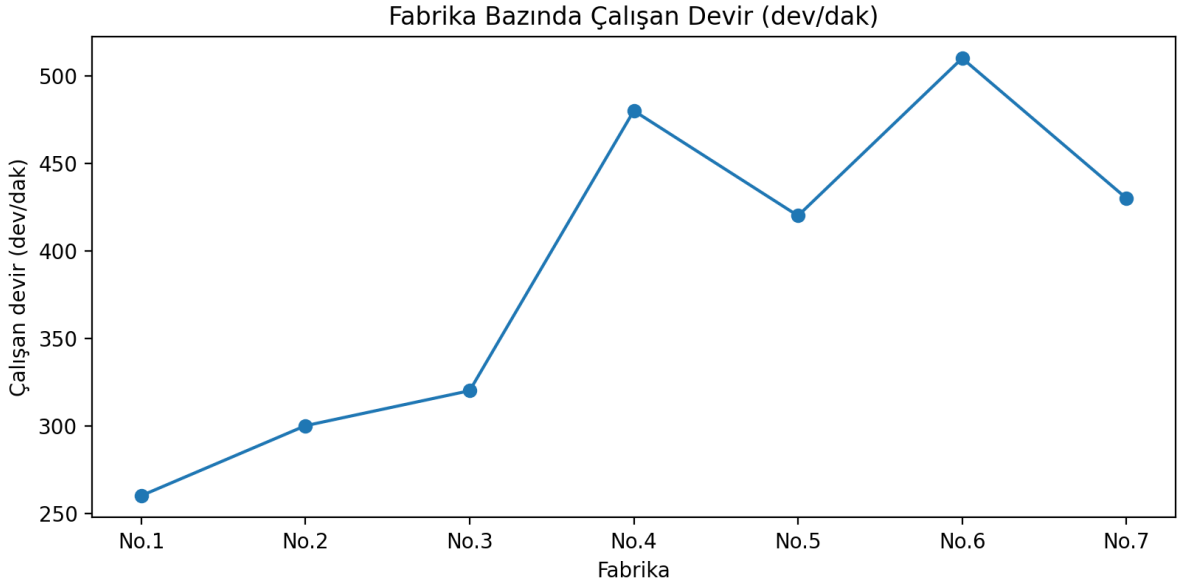
Fabrikalar arasında günlük gürültü maruziyet düzeylerinde belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Ölçülen günlük maruziyet değerlerinin yaklaşık olarak 86-98 dB(A) aralığında değiştiği belirlenmiş; özellikle bazı üretim birimlerinde 85 dB(A) alt eylem değerinin aşıldığı tespit edilmiştir. Maruziyet düzeyleri arasındaki bu farklılığın, üretim hızı, tezgâh yoğunluğu, makine bakım durumu ve çalışma alanlarının akustik özellikleri ile ilişkili olduğu değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Fabrika bazında günlük gürültü maruziyeti (LEX,8h) [dB(A)]. (85–87 dB(A) çizgileri: eylem değerleri)

3.2. Çalışan Devir Hızı (dev/dak) ve İşletme Dinamikleri

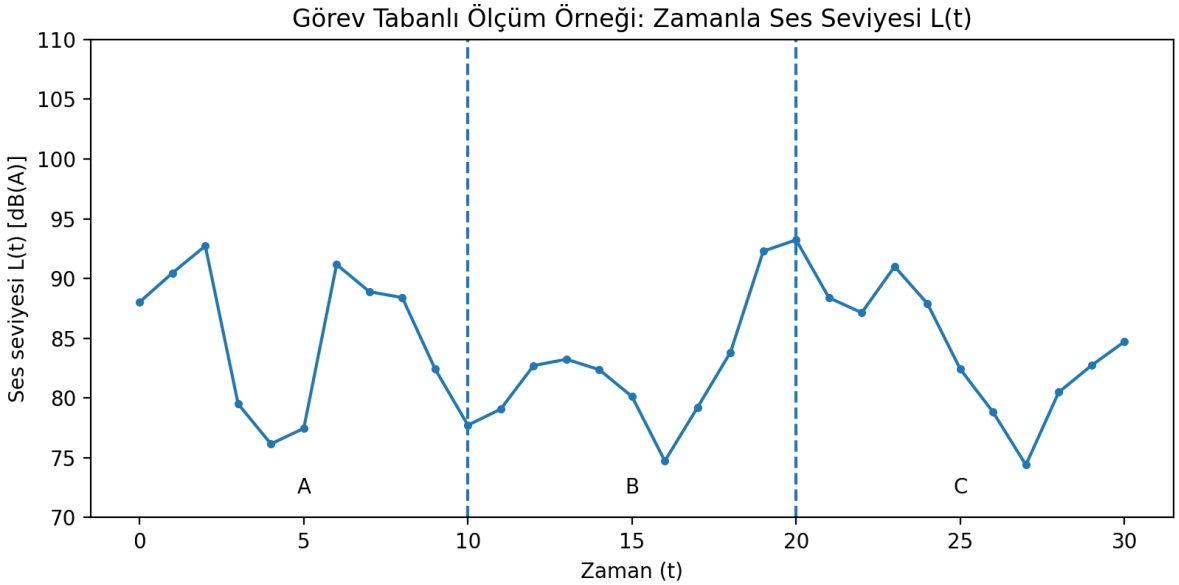
Çalışan devir hızının artması, birçok işletmede üretim temposunun yükselmesi ve iş organizasyonunun daha sık değişmesiyle birlikte gürültü yönetimini zorlaştıran bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Devir hızının yüksek olduğu fabrikalarda, iş akışında meydana gelen kısa süreli yoğunluklar ve sık görev değişimleri, günlük maruziyetin zamansal dalgalanmasını artırmıştır. Bu bulgu, gürültü riskinin kontrolünde yalnızca teknik önlemlerin değil, aynı zamanda vardiya planlaması ve görev dağılımını içeren organizasyonel düzenlemelerin de kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Fabrika bazında çalışan devir (dev/dak) dağılımı.

3.3. Görev Tabanlı Zaman Serisi Bulguları

İş tabanlı ölçüm yaklaşımının en önemli avantajlarından biri, gün içindeki görev değişimlerinin gürültü maruziyeti üzerindeki etkisini ayrıntılı biçimde ortaya koyabilmesidir. Örnek bir görev-zaman serisi analizinde (A, B ve C görev aralıkları), bazı görevlerde kısa süreli yüksek ses düzeyi tepe değerleri gözlenirken, bazı görevlerde ise görece düşük maruziyet seviyelerinin hâkim olduğu belirlenmiştir. Bu tür zamansal desenler, görev rotasyonunun planlanması, mola sürelerinin düzenlenmesi ve yerel akustik iyileştirmelerin hangi iş adımlarında önceliklendirilmesi gerektiğine yönelik önemli girdiler sağlamaktadır.



Şekil 3. Görev tabanlı ölçümde zamanla ses seviyesi L(t) [dB(A)] (A–B–C aralıkları örnek).

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen bulgular, dokuma sektöründe gürültü maruziyetine ilişkin güncel literatürle uyumlu olup mevcut çalışmalarla çelişen bir sonuç ortaya koymamaktadır. Dokuma fabrikalarında tezgâhların darbe karakterli çalışma yapısı, yüksek ivmeli mekik hareketleri ve çok sayıda makinenin sınırlı hacimler içerisinde eşzamanlı olarak çalışması, gürültü düzeylerinin artmasına neden olan başlıca faktörler arasında yer almaktadır. (Seixas et al. , 2004; Mirbod et al., 2016) Bazı fabrikalarda ölçülen günlük gürültü maruziyet düzeylerinin 95 dB(A) ve üzerine çıkması, yalnızca kişisel koruyucu donanım kullanımına dayalı bir yaklaşımın yeterli olmayacağını açıkça göstermektedir. . (Seixas, N. S., et al. (2004). **Noise exposure among textile workers**. *Annals of Occupational Hygiene*, 48(2), 117-127 ; Mirbod, S. M., et al. (2016). **Noise exposure and hearing loss in textile workers**. *Applied Acoustics*, 103, 1–7.)

Bu nedenle, gürültü riskinin kontrolünde mühendislik önlemlerinin önceliklendirilmesi ve bu önlemlerin organizasyonel kontrol mekanizmaları ile birlikte uygulanması gerekmektedir. Akustik panellerin kullanımı, yapı elemanlarında ısı ve ses yalıtımı, sönümleme uygulamaları, düzenli bakım ve yağlama faaliyetleri ile titreşim azaltmaya yönelik mühendislik çözümleri, etkin bir gürültü kontrol stratejisinin temel bileşenleri olarak değerlendirilmiştir.

Gerçekleştirilen korelasyon analizleri, üretim süreci ve iş akışı ile ilişkili birçok parametre arasında gürültü maruziyeti açısından anlamlı ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuştur. Özellikle makine yoğunluğu ve tavan yüksekliği gibi fiziksel mekân özelliklerinin yankılanma süresini etkileyerek ortam gürültü seviyeleri üzerinde belirleyici rol oynadığı görülmüştür. Çalışan devir hızının artması ise, çalışanların aynı iş günü içerisinde farklı gürültü profillerine maruz kalmasına neden olarak maruziyet yönetimini daha karmaşık hâle getirmektedir.

Ölçüm belirsizliğinin değerlendirilmesi, elde edilen sonuçların iş sağlığı ve güvenliği kapsamında karar verme süreçlerinde nasıl kullanılacağını belirleyen kritik bir unsurdur. Genişletilmiş belirsizlik değerlerinin raporlanması, özellikle yasal sınır ve eylem değerlerine

yakın maruziyetlerde “ihtiyatlı yaklaşım” ilkesinin benimsenmesini teşvik etmekte ve İSG yönetiminde yanlış bir güven duygusunun oluşmasını önlemektedir.

4.1. Uygulanabilir Kontrol Önlemleri

- Kaynakta kontrol: Tezgâhların düzenli bakımı, gevşek ve aşınmış parçaların giderilmesi, uygun yağlama işlemleri ve titreşim sönümleyici uygulamaların hayata geçirilmesi.

- Yayılım yolunda kontrol: Akustik panel ve perdelerin kullanımı, makine kabinlemesi, ses yutucu tavan sistemleri ve yansıtıcı yüzeylerin azaltılmasına yönelik düzenlemeler.

- Alıcıda kontrol: Uygun SNR/NRR değerlerine sahip kulaklık veya kulak tıkacı seçimi, uyum (fit-test) uygulamaları ve kullanımın düzenli olarak denetlenmesi.

- Organizasyonel önlemler: Görev rotasyonu, gürültülü işlerde çalışma süresinin sınırlandırılması, mola planlaması ve çalışanlara yönelik farkındalık ve eğitim faaliyetleri.

- İzleme ve geri besleme: Periyodik gürültü maruziyet ölçümleri, sağlık gözetimi kapsamında odyometrik testlerin uygulanması ve düzeltici/önleyici faaliyetlerin sistematik olarak izlenmesi.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, dokuma fabrikalarında iş tabanlı (task-based) yaklaşım kullanılarak gerçekleştirilen kişisel gürültü maruziyet ölçümleri özetlenmiş ve ISO 9612 standardı çerçevesinde çalışanların günlük gürültü maruziyetleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, farklı fabrikalar arasında günlük maruziyet düzeylerinin 86-98 dB(A) aralığında değiştiğini ve bazı üretim birimlerinde yasal eylem değerlerinin aşıldığını ortaya koymuştur.
Çalışma sonuçları doğrultusunda; (i) gürültü kontrolünde kaynakta ve yayılım yolunda uygulanacak mühendislik önlemlerinin önceliklendirilmesi, (ii) görev rotasyonu ve çalışma süresi planlaması yoluyla maruziyetin azaltılması, (iii) kişisel koruyucu donanım kullanımının uygun seçim, eğitim ve kullanım uyumunun izlenmesini içeren bütüncül bir yaklaşımla ele alınması ve (iv) ölçüm belirsizliğinin raporlanarak karar verme süreçlerine entegre edilmesi önerilmektedir.

Sınırlılıklar

Bu çalışmanın temel sınırlılığı, gürültü ölçümlerinin gerçekleştirildiği günlerin işletmelerdeki tipik üretim koşullarını temsil ettiği varsayımına dayanmasıdır. Mevsimsel üretim yoğunlukları, bakım-onarım dönemleri ve farklı vardiya düzenleri, çalışanların gürültü maruziyet düzeylerinde değişikliklere neden olabilmektedir. Bu nedenle, gürültü maruziyetinin belirli aralıklarla tekrar ölçülmesi ve elde edilen sonuçların üretim ve işletme göstergeleriyle birlikte değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Gelecek Çalışmalar

Gelecek çalışmalarda, gürültüye yönelik mühendislik ve organizasyonel iyileştirmelerin etkinliği, "önce-sonra" ölçüm tasarımları kullanılarak nicel olarak değerlendirilebilir. Ayrıca, frekans analizi ve spektral içerik değerlendirmeleri yoluyla, farklı gürültü karakteristiklerine uygun kişisel koruyucu donanım seçimine yönelik daha ayrıntılı ve uygulamaya dönük rehberlerin geliştirilmesi mümkündür.

KAYNAKÇA

Çalışkan, E., Yılmaz, F., & Demir, M. (2017). **Endüstriyel işletmelerde gürültü maruziyeti ve işitme kaybı ilişkisi**. *İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 7(2), 45–56.
ÇSGB (2013). **Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik**. T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.
EU (2003). **Directive 2003/10/EC on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise)**. Official Journal of the European Union.
ISO (2009). **ISO 9612: Acoustics — Determination of occupational noise exposure — Engineering method**. International Organization for Standardization, Geneva.
Mirbod, S. M., et al. (2016). **Noise exposure and hearing loss in textile workers**. *Applied Acoustics*, 103, 1–7.
NIOSH (1998). **Criteria for a Recommended Standard: Occupational Noise Exposure**. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati.
Seixas, N. S., et al. (2004). **Noise exposure among textile workers**. *Annals of Occupational Hygiene*, 48(2), 117–127.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi kapsamında yürütülmüştür. Saha ölçümlerine ve veri toplama sürecine destek veren işletmelere ve katkı sunan tüm paydaşlara teşekkür ederiz.

BORDERLİNE KİŞİLİK ÖZELLİKLERİ İLE SAVUNMA BİÇİMLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Aziza MADALİMOVA
İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Klinik Psikoloji YL Programı
ORCI ID: 0009-0005-1700-7924
Dr. Öğr. Üyesi Hande Tasa
ORCID ID: 0000-0001-7543-1217
İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü

ÖZET
Borderline kişilik bozukluğu; benlik algısı, kişilerarası ilişkiler, davranışlar ve bilişsel süreçlerde süreklilik gösteren tutarsızlıklarla karakterizedir. Yoğun ve hızlı değişen duygular, başa çıkma süreçlerini zorlaştırmakta ve kullanılan savunma mekanizmalarını belirginleştirmektedir. Bu nedenle borderline özellikler gösteren bireylerin daha ilkel ve uyumsuz savunma mekanizmalarına yönelme eğiliminde oldukları düşünülmektedir. Bu araştırmada, borderline kişilik özellikleri ile savunma biçimleri arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma, nicel yönteme dayalı, kesitsel ve ilişkisel tarama modelinde yürütülmüştür. Araştırmanın evrenini Türkiye'de yaşayan 18-60 yaş arası yetişkin bireyler oluşturmaktadır. Kolayda örnekleme yöntemiyle ulaşılan örneklem, 396 katılımcıdan oluşmaktadır. Veriler, Sosyo-demografik Bilgi Formu, Borderline Kişilik Envanteri ve Savunma Biçimleri Ölçeği kullanılarak çevrim içi ortamda toplanmıştır. Çalışmada borderline kişilik özellikleri ile savunma biçimleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bulgulara göre, borderline kişilik özellikleri ile matür savunma biçimleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Buna karşılık, borderline kişilik özellikleri ile nevrotik savunma biçimleri arasında pozitif yönde ve zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Ayrıca, borderline kişilik özellikleri ile immatür savunma biçimleri arasında pozitif yönde ve orta düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, borderline kişilik özelliklerinin özellikle immatür savunma mekanizmalarının daha sık kullanımıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, yoğun duygusal yaşantılar karşısında daha ilkel ve uyumsuz savunma biçimlerine yönelme eğilimini düşündürmekte ve klinik müdahalelerde savunma örüntülerinin ele alınmasının önemine işaret etmektedir. Bu çalışmanın bulgularının, borderline kişilik özellikleri ile savunma mekanizmaları arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlaması ve özellikle klinik müdahalelerde öfke yönetimi, duygu düzenleme ve savunma mekanizmalarına odaklanan yaklaşımlar açısından yeni bakış açıları sunması beklenmektedir.
Anahtar Kelimeler: Borderline kişilik özellikleri, savunma biçimleri, immatür savunma.

THE RELATIONSHIP BETWEEN BORDERLINE PERSONALITY FEATURES AND DEFENSE MECHANISMS

Abstract
Borderline personality disorder is characterized by persistent inconsistencies in self-perception, interpersonal relationships, behaviors, and cognitive processes. Intense and rapidly changing emotions make coping difficult and highlight the use of defense mechanisms. Therefore, it is thought that individuals exhibiting borderline traits tend to resort to more primitive and maladaptive defense mechanisms. In this study, it was hypothesized that there is a significant

relationship between borderline personality traits and defense mechanisms. This study was conducted using a quantitative, cross-sectional, and correlational research design. The population of the study consisted of adults aged 18 years and older living in Türkiye. The sample, determined through convenience sampling, comprised 396 participants. Data were collected online using the Sociodemographic Information Form, the Borderline Personality Inventory, and the Defense Styles Questionnaire. The relationships between borderline personality features and defense styles were examined. The results indicated no significant relationship between borderline personality features and mature defense styles. In contrast, a positive and weak significant relationship was found between borderline personality features and neurotic defense styles. Additionally, a positive and moderate significant relationship was identified between borderline personality features and immature defense styles. The findings suggest that borderline personality features are particularly associated with more frequent use of immature defense mechanisms. This tendency toward more primitive and maladaptive defenses in response to intense emotional experiences highlights the importance of addressing defense patterns in clinical interventions. The findings of this study are expected to contribute to a better understanding of the relationship between borderline personality features and defense mechanisms and to offer new perspectives for clinical approaches focusing on anger management, emotion regulation, and defense mechanisms.
Keywords: Borderline personality features, defense styles, immature defense.

1.Giriş

Borderline kişilik bozukluğu (BKB), duygudurum değişkenliği, dürtüsellik, benlik algısında tutarsızlık ve ilişkilerde dalgalanmalarla karakterize karmaşık bir psikopatolojidir (American Psychiatric Association, 2022). BKB'nin oluşumunda gelişimsel, bilişsel-davranışsal süreçlerin yanı sıra savunma mekanizmalarının işlevi önemlidir (Kernberg, 1967). Savunma mekanizmaları, bireyin içsel çatışmalar ve kaygıyla baş etmek için bilinçdışı düzeyde geliştirdiği stratejilerdir ve psikopatolojik belirtilerin kalıcılığını etkileyebildiği belirtilmektedir (Geçtan, 2006; McWilliams, 2009). BKB'li bireylerde sık görülen bölme, yansıtma, eyleme vurma ve idealizasyon-değersizleştirme gibi savunmalar "olgunlaşmamış" olarak tanımlanmakta ve benlik bütünlüğünü zayıflatmaktadır (Freud, 1939; Öztürk & Uluşahin, 2018). Bu savunmalar, çocukluk travmaları ve bağlanma problemleriyle ilişkilidir (Bozdağ & Yalçınkaya-Alkar, 2018). Son yıllarda yapılan çalışmalar, savunma mekanizmalarının borderline kişilikte hem semptom hem de işlevsellik üzerinde etkili olduğunu göstermektedir (Elmadbak, 2025; Yılmaz vd., 2025; Ghidetti vd., 2025). Şahin ve arkadaşları (2025), ilkel savunma mekanizmalarının intihar girişimleriyle ilişkili olduğunu; Euler ve arkadaşları (2025) ise uyumsuz savunma mekanizmalarının tedavi yanıtıyla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Zajenkowska ve Nowakowska (2021), kriz durumlarında disosiyatif ve yansıtmalı savunmaların kullanımının arttığını göstermiştir. Savunma mekanizmalarının borderline kişilik örüntüsündeki belirleyici rolü, hem kuramsal hem de klinik bulgularla tutarlıdır. Ancak mevcut çalışmaların çoğu yalnızca tanı almış bireylerle sınırlıdır. Borderline özellikler, tanı eşiği altındaki bireylerde de içsel yaşantı ve ilişkiler üzerinde etkili olabilir. Bu nedenle, bu ilişkiyi klinik dışı örneklemlerde incelemek; kuramsal açıklamaları test etmek ve önleyici müdahaleler geliştirmek adına önemlidir. Bu araştırmanın temel amacı, borderline kişilik özellikleri ile savunma mekanizmaları arasındaki ilişkiyi güncel kavramsal çerçeveler ışığında değerlendirmek ve mevcut literatürdeki örneklem sınırlılığına katkı sunmaktır.

2. Borderline Kişilik Özelliği

2.1.Borderline Kişilik Özelliğinin (BKÖ) Tanımı

"Borderline" kavramı ilk kez 1938 yılında Adolf Stern tarafından kullanılmış ve o dönemde psikotik ya da nevrotik olarak sınıflandırılamayan, terapide ciddi bozulmalar yaşayan bireyleri tanımlamak için önerilmiştir (Bhome & Fridrich, 2015). Bu hastalar, belirgin biçimde kendine zarar verme eğilimleri ve katı düşünce yapılarıyla karakterize edilmiştir (Mishra vd., 2023). Borderline kişilik örgütlenmesini kavramsallaştıran Kernberg, borderline yapıdaki bireyleri düşük işlevli ego, ilkel savunma mekanizmaları ve bozulmuş nesne ilişkileri üzerinden tanımlayarak onları nevrotik ve psikotik yapılanmalar arasında konumlandırmıştır (Kay & Tasman, 2006). 1980'de DSM-III ile birlikte Borderline Kişilik Bozukluğu (BKB) tanısı resmi olarak kabul edilmiş ve sonraki DSM sürümlerinde temel ölçütlerde büyük değişiklik yapılmamıştır (Leichsenring vd., 2024). Güncel tanı ölçütlerine göre BKB; ergenlikte başlayan, erken yetişkinlikte belirginleşen, benlik algısında, kişilerarası ilişkilerde ve duygulanımda süreğen düzensizlik ile dürtüselliğin görüldüğü bir kişilik yapılanmasıdır (APA, 2022). Özellikle DSM-5'te, kişilerarası ilişkilerdeki dalgalanmalar, benlik imajındaki tutarsızlıklar ve duygusal yoğunluk bu bozukluğun temel klinik göstergeleri olarak tanımlanmıştır (Öztürk & Uluşahin, 2018).

BKB, bireyde yoğun duygusal değişkenlik, dürtüsel davranışlar ve ilişkilerde istikrarsızlık ile kendini gösterir (Bozdağ & Alkar, 2018). Hayranlık duyulan bir kişi kısa sürede değersiz görülebilir; bu durum "ya hep ya hiç" tarzı düşünmenin yansımasıdır (Millon vd., 2004). Bu geçişler, idealizasyon ve değersizleştirme savunmaları arasında gidip gelen bir iç dünyayı gösterir (Liebke vd., 2017). Terk edilme korkusu yaşayan bireylerde yalnız kalamama ve aşırı tepkiler, kendine zarar verme davranışları ve riskli eylemler görülebilmektedir (Faraji, 2020). Duygulanım değişkenliği BKB için hem özgül hem de duyarlı bir göstergedir (Evren vd., 2012). Terk edilme durumlarında öfke patlamaları, çaresizlik ve dürtüsel davranışlar ortaya çıkabilir (Monte & Engelbert, 2018). Ayrıca gerçeklik algısında bozulmalar, paranoid düşünceler ve dissosiyatif belirtiler de eşlik edebilir (Monti & D'Agostino, 2016). Borderline bireyler stresli ortamlarda gerçekliğe tutunmakta zorlanır ve yarı psikotik deneyimlere açık hale gelebilir (Fein vd., 2018). Kişilerarası ilişkilerde tutarsızlık, yoğun bağlanma ve yalnızlık korkusu benlik algısında bozulmalara yol açar (Kahraman, 2018). BKÖ'lü bireyler sosyal çevrelerinde "aşırı tepkili" ya da "istikrarsız" olarak algılanmakta, bu da kendilik algılarını zedelemektedir (Atak, 2012).

2.1.2. Borderline Kişilik Özelliklerinin Etiyolojisi

a. Genetik Faktörler

Borderline Kişilik Bozukluğu (BKB), genetik yatkınlığın kuşaklar arası aktarımıyla ilişkilidir. İkiz ve aile çalışmaları genetik etkinin yaklaşık %40-46 olduğunu, birinci derece akrabalarda görülme oranının da beş kat arttığını göstermektedir (Skoglund vd., 2021; APA, 2022). Dürtüsellik ve olumsuz duygulanım genetik yatkınlıkla bağlantılıdır (Ruocco vd., 2019). Nörogörüntüleme bulgularında amigdala ve hipokampus hacminde azalma, prefrontal aktivitede düşüklük ve serotonin dengesizlikleri duygusal düzenleme ve dürtü kontrolüyle ilişkilendirilmiştir (Cattane vd., 2017; Hall & Hallquist, 2023; Rinne vd., 2000). HPA aksının aşırı çalışması da stresle baş etmede biyolojik bir zorluk yaratmaktadır (Ferreira vd., 2017).

b. Çevresel Faktörler

Düşük sosyoekonomik düzey, istikrarsız aile ortamı, yetersiz sosyal destek ve ebeveyn psikopatolojisi BKB için önemli çevresel risklerdir (Bozzatello vd., 2019; Reinelt vd., 2013). Yoksulluk, ebeveynin ruhsal sağlığını ve ebeveynlik becerilerini olumsuz etkileyerek çocuğun güvenli bağlanma ve öz düzenleme becerilerini zayıflatır (Cohen vd., 2008; Seeger vd., 2022).

Ayrıca madde kullanımı, aile içi çatışma ve dezavantajlı çevre koşulları da BKB gelişimini kolaylaştıran etkenler arasındadır (Stepp vd., 2013; O'Grady & Hinshaw, 2023).

c. Psikososyal Faktörler

BKB'nin en güçlü psikososyal belirleyicisi çocukluk çağı travmalarıdır. Duygusal ihmal, cinsel ve fiziksel istismar, güvenli bağlanma ve benlik bütünlüğünü zedeler (Zanarini vd., 2020; Linehan, 1993). Biyososyal modele göre, duygusal olarak hassas bireylerin çevre tarafından geçersizleştirilmesi duygusal düzenleme becerilerini engeller (Linehan, 1993; McWilliams, 2011). Ayrıca yüksek yenilik arayışı, düşük sosyallik gibi mizaç özellikleri ve epigenetik süreçler de BKB'ye yatkınlıkta rol oynamaktadır (Stepp vd., 2014; Cattane vd., 2017).

2.2.Savunma Mekanizmaları Kavramı

2.2.1.Savunma Biçimleri Tanımı

Freud (1894), savunma mekanizmalarını egoyu kaygıdan koruyan ve içsel çatışmalarla baş etmeyi sağlayan bilinçdışı süreçler olarak tanımlamıştır. Bu mekanizmalar benliğin hem dış dünyaya uyumunu hem de altbenliğin dürtülerinin kontrolünü sağlar (Freud, 1937). Anna Freud (1936), savunmaları bireyin içsel dürtü ve toplumsal baskılara karşı geliştirdiği otomatik ego süreçleri olarak değerlendirmiştir. Klein (1975), bunları bebeklikten itibaren içsel çatışmalarla baş etmeye yarayan yapılar olarak tanımlamıştır. Kohut (1971), bireyin benlik bütünlüğünü korumak için erken dönem yetersiz bakım deneyimlerinde primitif savunmalara yöneldiğini belirtmiştir. Tüm bu yaklaşımlar, savunma mekanizmalarının ruhsal bütünlüğü koruma işlevini vurgulamaktadır (McWilliams, 2009). Savunmalar bilinçdışı işler ve birey çoğu zaman bu süreçlerin farkında değildir (Geçtan, 2006). Travmatik ya da kaygı uyandırıcı durumlarda otomatik biçimde devreye girerler (Öztürk, 2016). Savunmalar bireyin tehdit edici duygularla başa çıkma yollarından biridir (Özakkaş, 2014) ve bilinçli biçimde kontrol edilemeyen süreçlerdir (Cramer, 2003). Aşırı kullanım ise patolojik yapılanmalara yol açabilir (Bowins, 2004). Vaillant (1971) savunmaları olgun, nevrotik, ilkel ve psikotik düzeylerde sınıflandırmıştır.

2.2.2.Savunma Mekanizmaları Türleri

a) Olgun (Matür) Savunma Mekanizmaları

Olgun savunmalar, bireyin dürtüleriyle dışsal gerçeklik arasında denge kurarak anksiyeteyi azaltmasını ve toplumsal uyumunu sürdürmesini sağlar (Bowins, 2010; Taşkent, 2010). Yüceltme, saldırgan ya da cinsel dürtülerin kabul gören alanlara yönlendirilmesidir (Freud, 1908). Mizah, olumsuz duygularla başa çıkmak için olaylara esprili yaklaşma biçimidir (Freud, 1928; Cramer, 2000). Bastırma, kabul edilmesi güç dürtülerin bilinçdışına itilmesidir (Freud, 1937; Öztürk & Uluşahin, 2008).

b) Nevrotik Savunma Mekanizmaları

Nevrotik savunmalar, bireyin içsel çatışmalarla baş etmek için geliştirdiği, gerçekliği kısmen çarpıtan süreçlerdir (Bowins, 2010). Yapma-bozma, suçluluk duygularını telafi etme çabasıdır (Geçtan, 2018). Karşıt tepki geliştirme, bastırılan duyguların zıddı biçimde dışa vurulmasıdır (McWilliams, 2009; Öztürk, 2016). Psödoalturizm, içsel arzuların yardım davranışıyla dolaylı doyumudur (Freud, 2004). İdealleştirme, özsaygıyı korumak için birine abartılı olumlu nitelikler atfetmektir (Özakkaş, 2008).

c) İmmatür (İlkel) Savunma Mekanizmaları

İmmatür savunmalar, erken gelişim dönemlerinde ortaya çıkan ve gerçeklikten uzak çalışan mekanizmalardır. İnkar, kaygı yaratan durumun yok sayılmasıdır (Sharf, 2014). Yansıtma, kabul edilemeyen dürtülerin başkasına atfedilmesidir. Yer değiştirme, öfkenin daha güvenli bir hedefe yöneltilmesidir (Vaillant, 2000). Rasyonalizasyon, başarısızlıkların mantıklı

açıklamalarla gerekçelendirilmesidir (Geçtan, 2003). Pasif agresyon, öfkenin dolaylı ifade edilmesidir (Topçuoğlu, 2003). Dışa vurma, içsel gerilimin dürtüsel davranışlarla boşaltılmasıdır (McWilliams, 2009). Bedenselleştirme, duygusal sıkıntının fiziksel belirtilerle dışa vurulmasıdır (Geçtan, 2002). Dissosiyasyon, kişinin kendini dışarıdan izliyormuş gibi hissetmesidir (Taşkent, 2010). Bölme, kişileri tamamen iyi ya da kötü olarak algılamaktır Değersizleştirme, olumsuz benlik algısının dış dünyaya yansıtılmasıdır (Özakkaş, 2008).

2.3.Borderline Kişilik Özellikleri ve Savunma Biçimleri Arasındaki İlişki

Borderline kişilik bozukluğu, belirgin biçimde olgunlaşmamış, uyumsuz ve imge bozucu savunma mekanizmalarının yoğun kullanımıyla karakterize edilmektedir. Perry ve Cooper (1986), borderline kişilik örüntüsünün eyleme vurma, hipokondriyazis, pasif-agresif davranışlar, projektif özdeşim ve bölme gibi savunmalarla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bond (1990), borderline bireylerin uyumsuz eylemsel ve imge bozucu savunmaları, hem diğer kişilik bozukluklarına sahip bireylere hem de genel psikiyatrik örnekleme göre daha sık kullandığını belirtmiştir. Paris ve arkadaşları (1996), borderline tanılı erkek hastaların diğer kişilik bozukluklarına sahip erkeklere kıyasla bu savunmaları daha yoğun kullandığını bulmuştur. Koenigsberg ve arkadaşları (2001), duygudurum dalgalanması ile eyleme vurma, geriye alma, yansıtma, şizoid fantezi ve bölme gibi mekanizmalar arasında pozitif ilişki saptamıştır. Zanarini ve arkadaşları (2009), borderline bireylerin özverili, uyumsuz ve imge bozucu savunmalarda diğer Eksen II tanılı bireylere kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek puanlar aldığını ifade etmiştir. Presniak ve arkadaşları (2010), borderline eğilimleri yüksek bireylerin eyleme vurma, inkâr ve kendine yönelmiş saldırganlık gibi savunmaları antisosyal eğilimli bireylerden daha sık kullandıklarını göstermiştir. İmamoğlu ve Bilge (2021), aile içi öngörülemezliğin borderline belirtilere etkisinde önce ilkel savunmaların, sonra benlik belirginliğindeki azalmanın aracılık ettiğini bildirmiştir. Yun ve arkadaşları (2024) ise, ağ analiziyle uyumsuz ve imge bozucu savunma stillerinin borderline örüntü içinde merkezî rol oynadığını, şizotipal, bağımlı ve narsisistik örüntülerle de karmaşık ilişkiler içinde olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, borderline kişilik yapılanmasının çok boyutlu savunma örgütlenmeleriyle ilişkili olduğunu ve bu mekanizmaların yalnızca semptomlarda değil, kişiliğin sürekliliğinde de rol oynadığını göstermektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Evren ve Örneklem

İlişkisel tarama modelinde yürütülen bu araştırmanın evrenini Türkiye'de yaşayan 18-60 yaş arası yetişkin bireyler oluşturmaktadır. Kolayda örnekleme yöntemiyle toplam 409 katılımcıya ulaşılmıştır. Ancak verilerin normal dağılım varsayımını bozması nedeniyle 13 katılımcı analizden çıkarılmıştır. Bu işlemler sonucunda analizler 396 katılımcı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın örneklemi 18-60 yaş arasında (36.24±10.72) 270 kadın (%68.2), 126 erkek (%31.8) olmak üzere 396 katılımcıdan oluşmaktadır. Eğitim düzeyi incelendiğinde, katılımcıların %25.0'inin lise ve altı (n = 99), %60.1'inin üniversite (n = 238) ve %14.9'unun lisansüstü (n = 59) eğitim düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Ekonomik duruma ilişkin dağılımda ise katılımcıların %24.7'si gelirinin giderinden düşük olduğunu (n = 98), %49.5'i gelirinin giderine denk olduğunu (n = 196) ve %25.8'i gelirinin giderinden yüksek olduğunu (n = 102) belirtmiştir.

3.1.Veri Toplama Araçları

Veriler, Sosyo-demografik Bilgi Formu, Borderline Kişilik Envanteri ve Savunma Biçimleri Ölçeği kullanılarak çevrim içi ortamda toplanmıştır.

4.BULGULAR

Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, değişkenlere ait çarpıklık katsayılarının -.23 ile 1.01 arasında, basıklık katsayılarının ise -.64 ile .53 arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen tüm değerlerin literatürde kabul gören +1.5 ile -1.5 (Tabachnick & Fidell, 2013) veya yaygın olarak kullanılan ±1 sınırlarına yakın olduğu görülmektedir. Ölçüm araçlarının güvenirliğini değerlendirmek amacıyla hesaplanan Cronbach's Alpha (α) iç tutarlılık katsayıları incelendiğinde kabul edilebilir sınırlar içinde güvenirlik değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Tablo 1'de dağılımlara ilişkin betimleyici analizlere yer verilmiştir.

Tablo 1. Ölçeklerin Betimsel İstatistik Sonuçları

	n	Min	Maks	$\bar{X}$	SS	Basıklık	Çarpıklık	(α)
Borderline Kişilik Envateri	396	0	32	9.79	7.76	.53	1.01	.90
SBT-Matür Savunma	396	21	71	48.23	9.77	-.04	-.04	.81
SBT-Nevrotik Savunma	396	13	65	40.71	10.20	-.53	-.23	.60
SBT-İmmatür Savunma	396	46	156	101.25	25.30	-.64	.06	.62

Değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla yapılan Pearson Korelasyon analizi sonuçlarına göre Borderline Kişilik Özellikleri ile Matür Savunma arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p > .05$). Borderline Kişilik Özellikleri ile Nevrotik Savunma arasında pozitif yönde ve zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r = .17$, $p < .01$). Borderline Kişilik Özellikleri ile İmmatür Savunma arasında pozitif yönde ve orta düzeyde anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r = .53$, $p < .01$). İlişkilere yönelik istatistikler Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Değişkenler Arasındaki Korelasyon Sonuçları

Değişkenler	1	2	3	4
1. Borderline Kişilik Özellikleri	1			
2. Matür Savunma	.01	1		
3. Nevrotik Savunma	.17**	.26**	1	
3. İmmatür Savunma	.53**	.17**	.44**	1

*p < .05, **p < .01

5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Araştırmadan elde edilen bulgulara göre; borderline kişilik özellikleri ile matür (olgun) savunma mekanizmaları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu bulgu, borderline örüntünün olgun savunmalardan ziyade daha ilkel düzeyde mekanizmalarla ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Bu sonuç, borderline örüntünün benlik bütünlüğünü korumaya yönelik daha işlevsel ve gerçeklikle uyumlu savunmaları yeterince kullanmadığını göstermektedir. Nitekim daha önce yapılan araştırmalarda da matür savunmaların borderline kişilik üzerinde belirgin bir etkisinin bulunmadığı ya da bu etkinin oldukça sınırlı olduğu vurgulanmıştır (İmamoğlu & Bilge, 2021). Bora (2019) çalışmasında Matür düzeydeki savunmalar ile

borderline kişilik örgütlenmesi arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bu benzerlikler, elde edilen bulgunun literatürle uyumlu olduğunu göstermektedir. Bu durum, borderline bireylerin içsel çatışmalarla başa çıkarken benliği koruyan, sosyal açıdan uyumlu ve gerçeklikle bağını sürdüren savunmaları geliştirmekte zorlanmalarından kaynaklanıyor olabilir. Özellikle erken dönemde yaşanan travmalar ve bağlanma bozuklukları, bu bireylerin psikolojik gelişiminde matür savunma yapılarını destekleyecek deneyimlerden yoksun kalmasına neden olmuş olabilir.

Borderline Kişilik Özellikleri ile Nevrotik Savunma arasında pozitif yönde ve zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu bulgu, borderline eğilimlerin nevrotik savunmalarla ilişkili olduğunu göstermektedir. Araştırmalar, borderline kişilik özellikleri ile nevrotik savunmalar arasında pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki bulunduğunu göstermektedir (Bora, 2019; Bingöl & Bilge, 2023). Bu bulgular, borderline eğilimlerin daha yüksek oranda nevrotik savunmalarla birlikte görülebildiğine işaret etmektedir. Ayrıca, Zanarini ve arkadaşlarının (2009) çalışmasında, borderline tanısı olan bireylerde geri alma (undoing) gibi özgül nevrotik savunma mekanizmalarının daha sık tercih edildiği gösterilmiştir. Bu doğrultuda, borderline kişilik yapılanmasının savunma mekanizmaları repertuarında yalnızca ilkel savunmalar değil, aynı zamanda belirli nevrotik savunmaların da işlevsel rol oynadığı görülmektedir. Bu bulgu, tanısal değerlendirme ve müdahale süreçlerinde savunma mekanizmalarının çok boyutlu olarak ele alınmasının önemini vurgulamaktadır.

Borderline kişilik özellikleri ile immatür savunma mekanizmaları arasında pozitif yönlü ve orta düzeyde anlamlı bir ilişki belirlenmiştir. Benzer biçimde, Zanarini ve arkadaşlarının (2009) araştırmasında borderline kişilik bozukluğu olan bireylerin, diğer kişilik bozukluklarına kıyasla daha fazla immatür savunma kullandıkları bildirilmiştir. Cramer'in (1999) çalışması da borderline grubun, B kümesi içindeki diğer kişilik bozukluklarına göre daha yoğun biçimde immatür savunmalara başvurduğunu göstermiştir. Perry ve arkadaşları (2013) ise, immatür savunma mekanizmalarının borderline kişilik bozukluğunu en güçlü biçimde yordayan etkenler arasında yer aldığını bildirmiştir. Bu bulgular, mevcut çalışmada saptanan borderline kişilik özellikleri ile immatür savunmalar arasındaki pozitif ilişkiyi desteklemektedir. Borderline özelliklere sahip bireylerin, yoğun duygularını kontrol etmekte zorlandıkları için stres altında daha basit ve immatür savunma yollarına başvurmaları olduğu düşünülebilir.

SONUÇLAR

- Borderline kişilik özellikleri ile matür savunma biçimleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.
- Borderline kişilik özellikleri ile nevrotik savunma biçimleri arasında pozitif yönde ve zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki saptanmıştır.
- Borderline kişilik özellikleri ile immatür savunma biçimleri arasında pozitif yönde ve orta düzeyde anlamlı bir ilişki belirlenmiştir.

Gelecek araştırmalarda daha dengeli cinsiyet dağılımına sahip örneklemler kullanılarak borderline kişilik özellikleri ve savunma biçimleri arasındaki ilişkiler yeniden incelenmelidir. Katılımcıların çoğunluğunun üniversite mezunu olduğu göz önüne alındığında, farklı eğitim düzeylerinden bireyleri içeren örneklemlerle yapılacak çalışmalar bulguların genellenebilirliğini artıracaktır. Ortalama yaşın 36.24 olduğu bu çalışmanın bulguları, yetişkin grubuyla sınırlıdır. Bu nedenle, ergen ve ileri yaş gruplarında yapılacak karşılaştırmalı araştırmalar savunma mekanizmalarının gelişimsel farklılıklarını ortaya koyabilir. Borderline kişilik özellikleri ve savunma biçimleri arasındaki ilişkinin klinik örneklemler üzerinde

değerlendirilmesi, terapi süreçlerinde kullanılacak yaklaşımlar için daha güçlü kanıtlar sağlayacaktır.

6. KAYNAKÇA

American Psychiatric Association. (2022). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed., text rev.; DSM-5-TR). American Psychiatric Publishing.

Bhome, R., & Fridrich, P. (2015). Borderline personality disorder. *British Journal of Hospital Medicine, 76*(1). https://doi.org/10.12968/hmed.2015.76.1.C14

Bingöl, N., & Bilge, Y. (2023). *Kendilik nesnesi ihtiyaçları ve kişilik bozuklukları arasındaki ilişkide savunma mekanizmaları ve kişilerarası ilişki boyutlarının aracı rolü*. Klinik Psikoloji Dergisi.

Bora, A. (2019). *Çocukluk çağı örselenmelerindeki savunma mekanizmaları ve duygu düzenleme güçlüğünün borderline ve narsisistik kişilik örgütlenmeleri üzerindeki etkisinin incelenmesi* (Doktora tezi). İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp Enstitüsü, İstanbul.

Bornovalova, M. A., Daughters, S. B., Hernandez, G. D., Richards, J. B., & Lejuez, C. W. (2005). Differences in impulsivity and risk-taking propensity between primary users of crack cocaine and primary users of heroin in a residential substance-use program. *Experimental and Clinical Psychopharmacology, 13*(4), 311–318.

Bowins, B. (2004). Psychological defense mechanisms: A new perspective. *The American Journal of Psychoanalysis, 64*(1), 1–26. https://doi.org/10.1023/B:TAJP.0000017989.72521.24

Bowins, B. (2010). Personality disorders: A dimensional defense mechanism approach. *American Journal of Psychotherapy, 64*(2), 153–169.

Bozdağ, Y., & Yalçınkaya-Alkar, Ö. (2018). Sınır (borderline) kişilik bozukluğu: Bir vaka çalışması. *Ayna Klinik Psikoloji Dergisi, 5*(2), 43–58.

Bozzatello, P., Bellino, S., Bosia, M., & Rocca, P. (2019). Early detection and outcome in borderline personality disorder. *Frontiers in Psychiatry, 10*, 710. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2019.00710

Cohen, P., Chen, H., Gordon, K., Johnson, J., Brook, J., & Kasen, S. (2008). Socioeconomic background and the developmental course of schizotypal and borderline personality disorder symptoms. *Development and Psychopathology, 20*(2), 633–650. https://doi.org/10.1017/S095457940800031X

Cramer, P. (1999). Personality, personality disorders and defense mechanisms. *Journal of Personality, 67*(3), 535–554. https://doi.org/10.1111/1467-6494.00064

Cramer, P. (2000). Defense mechanisms in psychology today: Further processes for adaptation. *American Psychologist, 55*(6), 637–646.

Cramer, P. (2003). Defense mechanisms and physiological reactivity to stress. *Journal of Personality, 71*(2), 221–244. https://doi.org/10.1111/1467-6494.7102005

Elmadbak, R. (2025). *Investigating the relationship between defense mechanisms and the therapeutic alliance in dialectical behaviour therapy for borderline personality disorder*. [Unpublished doctoral dissertation].

Euler, S., Babl, A., Dommann, E., & Stalujanis, E. (2025). Maladaptive defense mechanisms moderate treatment outcome in 6 months vs. 12 months DBT for BPD. *Psychotherapy Research.*

Evren, C., Çınar, O., Evren, B., & Çelik, S. (2012). Relationship of self-mutilative behaviors with severity of borderline personality, childhood trauma and impulsivity in male substance-dependent inpatients. *Psychiatry Research, 200*(1), 20–25.

Faraji, H., & İpek, B. (2022). Borderline kişilik bozukluğunda empati. *Erciyes Akademi, 36*(3), 1294–1313.
Fein, G., Price, M., & Cardenas, V. A. (2018). Borderline personality disorder symptoms in treatment-naive actively drinking alcoholics. *Alcohol, 68*(3), 81–89.
Fenichel, O. (2014). *The psychoanalytic theory of neurosis.* Routledge.
Freud, A. (2018). *The ego and the mechanisms of defence.* Routledge.
Freud, S. (1928). Humour. In *Standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud.*
Freud, S. (1937). Constructions in analysis. In *Standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud.*
Freud, S. (1939). Analysis terminable and interminable. *The Psychoanalytic Review, 26*, 237–268.
Freud, S. (2014). *The neuro-psychoses of defence.* Read Books Ltd.
Geçtan, E. (2006). *Psikodinamik psikiyatri ve normal dışı davranışlar* (18. baskı). Metis Yayınları.
Geçtan, E. (2018). *Psikanaliz ve sonrası.* İstanbul: Metis Yayınları.
Ghidetti, L., Costantini, S., Salmaso, D., Benassi, M., Sant'Angelo, R. P., & Pacetti, M. (2025). Investigating the impact of alexithymia and dissociation on the severity of symptoms in severe personality disorders. *European Psychiatry, 68*(S1), S952–S952. https://doi.org/10.1192/j.eurpsy.2025.1932
Gölge, Z. B. (2019). *Çocukluk çağı örselenmelerindeki savunma mekanizmaları ve duygu düzenleme güçlüğünün borderline ve narsisistik kişilik örgütlenmeleri üzerindeki etkisinin incelenmesi* [Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Adli Tıp Enstitüsü].
Gürkan, A. (2020). *Obsesif kompulsif bozukluk tanısı almış bireylerin savunma biçimleri ile obsesif kompulsif bozukluk tanısı almamış bireylerin savunma biçimlerinin bağlanma stilleri bağlamında karşılaştırılması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Üsküdar Üniversitesi.
Hall, N. T., & Hallquist, M. N. (2023). Dissociation of basolateral and central amygdala effective connectivity predicts the stability of emotion-related impulsivity in adolescents and emerging adults with borderline personality symptoms: A resting-state fMRI study. *Psychological Medicine, 53*(8), 3533–3547. https://doi.org/10.1017/S0033291722000101
İmamoğlu, A. H., & Bilge, Y. (2021). Örtük benlik saygısı: Doğası, değerlendirilmesi ve psikopatolojilerdeki rolü. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 13*(3), 441–461.
Kahraman, H. (2018). Klinik bir olgu olarak yalnızlık: Yalnızlık ve psikolojik bozukluklar. *Ayna Klinik Psikoloji Dergisi, 5*(2), 1–24.
Karal, E., & Atak, H. (2022). Çocukluk çağı ruhsal travmaları üzerine kavramsal bir çalışma. *Muş Alparslan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*(1), 82–103.
Kay, J., & Tasman, A. (2006). *Essentials of psychiatry.* John Wiley & Sons.
Kernberg, O. (1967). Borderline personality organization. *Journal of the American Psychoanalytic Association, 15*(3), 641–685. https://doi.org/10.1177/000306516701500309
Klein, M. (1973). *Psychoanalysis of children.* Hogarth Press.
Kohut, H. (1971). *The analysis of the self: A systematic approach to the psychoanalytic treatment of narcissistic personality disorders.* International Universities Press.
Leichsenring, F., Leibing, E., Kruse, J., New, A. S., & Leweke, F. (2011). Borderline personality disorder. *The Lancet, 377*(9759), 74–84. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61422-5
McWilliams, N. (2009). *Psychoanalytic diagnosis: Understanding personality structure in the clinical process* (2nd ed.). Guilford Press.

McWilliams, N. (2011). *Psychoanalytic diagnosis: Understanding personality structure in the clinical process.* Guilford Press.
Millon, T., Grossman, S., Millon, C., Meagher, S., & Ramnath, R. (2019). *Modern yaşamda kişilik bozuklukları* (E. O. Gezmiş, Çev.). Türkiye İş Bankası Yayınları.
Mishra, S., Rawekar, A., & Sapkale, B. (2023). A comprehensive literature review of borderline personality disorder: Unraveling complexity from diagnosis to treatment. *Cureus, 15*(11). https://doi.org/10.7759/cureus.49293
Monte, F. L., & Englebert, J. (2018). Borderline personality disorder and lived time. *L'Evolution Psychiatrique, 83*(4), 37–45.
Monti, M. R., & D'Agostino, A. (2016). Abnormal bodily experience in borderline personality disorder: Clinical issues and psychopathological perspectives. *Clinical Neuropsychiatry, 13*(3), 37–42.
O'Grady, S. M., & Hinshaw, S. P. (2023). Developmental predictors of young adult borderline personality disorder: A prospective, longitudinal study of females with and without childhood ADHD. *BMC Psychiatry, 23*(106), 1–17. https://doi.org/10.1186/s12888-023-04515-3
Özakkaş, T. (2008). *Bütüncül psikoterapi.* Litera Yayınları.
Öztürk, M. O., & Uluşahin, A. (2008). *Ruh sağlığı ve bozuklukları.* Nobel Tıp Kitabevleri.
Öztürk, M. O., & Uluşahin, A. (2016). *Ruh sağlığı ve bozuklukları* (14. baskı, ss. 242–243). Nobel Tıp Kitabevleri.
Öztürk, M. O., & Uluşahin, A. (2018). *Ruh sağlığı ve bozuklukları.* Nobel Tıp Kitabevleri.
Perry, J. C., Presniak, M. D., & Olson, T. R. (2013). Defense mechanisms in schizotypal, borderline, antisocial and narcissistic personality disorders. *Psychiatry: Interpersonal and Biological Processes, 76*(1), 32–52. https://doi.org/10.1521/psyc.2013.76.1.32
Reinelt, E., Stopsack, M., Aldinger, M., Ulrich, I., Grabe, H. J., & Barnow, S. (2013). Longitudinal transmission pathways of borderline personality disorder symptoms: From mother to child? *Psychopathology, 47*(1), 10–16. https://doi.org/10.1159/000351122
Seeger, F. R., Neukel, C., Williams, K., Wenigmann, M., Fleck, L., Georg, A. K., ... & Herpertz, S. C. (2022). Parental mental illness, borderline personality disorder, and parenting behavior: The moderating role of social support. *Current Psychiatry Reports, 24*(11), 591–601. https://doi.org/10.1007/s11920-022-01369-1
Sharf, R. S. (2014). *Psikoterapi ve psikolojik danışma kuramları* (N. Voltan Acar, Çev. Ed.). Nobel Yayınevi.
Spruiell, V. (1979). Psychoanalytic theory and infant development. *Psychoanalytic Quarterly, 48*(4), 606–635.
Şahin, A. B., Chousein, M. G., & Uludağ, D. (2025). Immature defense mechanisms and suicide attempts in borderline personality organization: A clinical sample study. *Frontiers in Psychology.*
Taşkent, S. (2010). *Benlik, savunma mekanizmaları ve klinik yansımaları.* Psikoterapi Enstitüsü Yayınları.
Taşkent, V. (2010). *Alkol ve/veya madde bağımlıları ile bağımlılığı olmayan bireylerin savunma mekanizmaları açısından karşılaştırılması, çocukluk çağı travmaları, disosiyatif yaşantılar ve bağımlılık şiddetinin savunma mekanizmaları üzerindeki etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Maltepe Üniversitesi.
Thome, J., Hauschild, S., Koppe, G., Liebke, L., Rausch, S., Herzog, J. I., ... & Lis, S. (2018). Generalisation of fear in PTSD related to prolonged childhood maltreatment: An experimental study. *Psychological Medicine, 48*(13), 2223–2234.

Topçuoğlu, V. (2003). Obsesif kompulsif bozuklukta psikanalitik görüşler. *Klinik Psikiyatri, 6*(1), 46–50.
Vaillant, G. E. (1971). Theoretical hierarchy of adaptive ego mechanisms. *Archives of General Psychiatry, 24*(2), 107–118.
Vaillant, G. E. (2000). Adaptive mental mechanisms: Their role in a positive psychology. *American Psychologist, 55*(1), 89–98.
Yılmaz, M., Grandjean, L., Beuchat, H., De Roten, Y., Lingiardi, V., & Kramer, U. (2025). When treatment does not seem to help: Identifying interpersonal and defensive functioning in a case with borderline personality disorder. *Journal of Contemporary Psychotherapy, 55*(1), 1–10.
Zajenkowska, A., & Nowakowska, I. (2021). Defense mechanisms and borderline personality organization among COVID-19 believers and non-believers during complete lock-down. *Frontiers in Psychiatry, 12*, 700774.
Zanarini, M. C., Frankenburg, F. R., Hennen, J., Reich, D. B., & Silk, K. R. (2009). *The defense mechanisms of patients with borderline personality disorder*. Journal of Personality Disorders, 23(2), 113–121.
Zanarini, M. C., Horwood, J., Wolke, D., Waylen, A., Fitzmaurice, G., & Grant, B. F. (2011). Prevalence of DSM-IV borderline personality disorder in two community samples: 6,330 English 11-year-olds and 34,653 American adults. *Journal of Personality Disorders, 25*(5), 607–619. https://doi.org/10.1521/pedi.2011.25.5.607

YEREL YÖNETİM MEVZUATINDA EKOLOJİK BELEDİYECİLİK YAKLAŞIMI

Ceren BELKAR
Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitütüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi, ORCID: 0009-0000-7216-7414
Prof. Dr. Çiğdem AKMAN
Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi,:0000-0002-1936-6884

ÖZET
Çevre, canlıların yaşamını sürdürebilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Ancak insanlığın artan tüketim eğilimi ve özellikle Sanayi Devrimi sonrasında hızlanan ekonomik–teknolojik gelişmeler, doğal kaynakların kontrolsüz kullanımına yol açarak çevre sorunlarını derinleştirmiştir. Sanayi Devrimi ile birlikte kent nüfusları hızla artmış, kentleşme süreci çoğu zaman plansız ve çarpık şekilde ilerlemiş; bu durum çevresel bozulmayı hızlandırarak sorunları küresel bir boyuta taşımıştır. Ortaya çıkan çevresel krizlere çözüm üretme çabaları, sürdürülebilirlik kavramını uluslararası gündemin merkezine yerleştirmiştir. Sürdürülebilirlik, bugünün ihtiyaçlarını karşılayan eylemlerin gelecek kuşakların yaşamını tehlikeye atmadan gerçekleştirilmesini esas almakta; bu nedenle çevreye zarar veren faaliyetlerin sürdürülebilirliği mümkün görülmemektedir.
Sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez 1972 Stockholm Bildirgesi'nde dile getirilmiş, ancak 1987 Brundtland Raporu ile küresel ölçekte kabul görmüştür. Kavramın yerel düzeyde uygulanabilirliği ise 1992 Rio Konferansı ve konferansta kabul edilen Gündem 21 Belgesi ile tartışılmaya başlanmıştır. Bu belge, yerel yönetimlere sürdürülebilir kalkınma stratejileri geliştirme sorumluluğu yükleyerek sürecin yerelleşmesinde önemli bir eşik oluşturmuştur. Yerel Gündem 21 süreci, 1980'li yıllarda özellikle Kuzey Avrupa'da ekolojik belediyecilik yaklaşımının gelişmesine zemin hazırlamıştır. İlk örneği 1980'de Finlandiya'nın Suomussalmi Belediyesinde görülen eko-belediye modeli, 1983 yılında İsveç'te kurulan ilk resmî eko-belediye ile uluslararası tanınırlık kazanmıştır. Eko-belediyecilik; sürdürülebilir kalkınma ilkesini tüm yerel politika alanlarına yayan, ekonomik, sosyal ve ekolojik açıdan dengeli bir toplum oluşturmayı hedefleyen, demokratik katılımı önceleyen bir yerel yönetim modelidir.
Bu çalışmanın amacı, ekolojik belediyecilik yaklaşımını yerel yönetimler bağlamında ele alarak Türkiye'de yürürlükte bulunan yerel yönetim mevzuatının ekolojik belediyecilik ilkeleriyle olan uyumunu incelemektir. Bu kapsamda 5393 sayılı Belediye Kanunu ile 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu başta olmak üzere ilgili yasal düzenlemeler analiz edilerek, belediyelere çevrenin korunması, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve katılımcı yönetişimin geliştirilmesi yönünde verilen görev ve yetkilerin ekolojik belediyecilik yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada yöntem olarak literatür taraması ve yasal metinlerin incelenmesi kullanılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, Ekolojik Belediyecilik, Çevre, Çevre Yönetimi

THE ECOLOGICAL MUNICIPALISM APPROACH IN LOCAL GOVERNMENT LEGISLATION

ABSTRACT

The environment is of critical importance for the survival of all living beings. However, humanity's increasing tendency toward consumption, particularly following the Industrial Revolution, has led to the uncontrolled exploitation of natural resources and has intensified environmental degradation. With the Industrial Revolution, urban populations grew rapidly, and urbanization often proceeded in an unplanned and irregular manner, accelerating ecological deterioration and transforming environmental problems into a global crisis. Efforts to address these challenges have placed the concept of sustainability at the center of the international agenda. Sustainability is based on the principle that present-day actions should meet current needs without compromising the ability of future generations to meet theirs; therefore, any activity harmful to the environment cannot be considered sustainable.

The concept of sustainable development was first articulated in the 1972 Stockholm Declaration and later gained global recognition through the 1987 Brundtland Report. Its applicability at the local level was emphasized during the 1992 Rio Conference, particularly through the adoption of Agenda 21. This document constituted a significant turning point by assigning local governments the responsibility to formulate sustainable development strategies. Influenced by the Local Agenda 21 process, the ecological municipality (eco-municipality) model emerged in Northern Europe during the 1980s. The first example was introduced in 1980 by the Municipality of Suomussalmi in Finland, and the model gained international visibility with the establishment of the first official eco-municipality in Sweden in 1983. Eco-municipalities aim to integrate sustainable development principles into all areas of local policy and to promote an economically, socially, and ecologically balanced community through a governance approach grounded in democratic participation.

The aim of this study is to examine the compatibility of the ecological municipalism approach with the local government legislation currently in force in Türkiye, within the context of local governments. In this scope, relevant legal regulations are analyzed, with particular focus on the Municipal Law No. 5393 and the Metropolitan Municipality Law No. 5216, in order to evaluate the duties and authorities assigned to municipalities regarding environmental protection, the promotion of sustainable development, and the enhancement of participatory governance within the framework of ecological municipalism. The study employs literature review and analysis of legal texts as its research method.

Keywords: Sustainable Development, Ecological Municipalism, Environment, Environmental Governance

GİRİŞ

Çevre, tüm canlılar için yaşamsal bir değere sahiptir. Bu nedenle çevreye ilişkin sorunlar yalnızca yerel ölçekte değil, ulusal ve uluslararası düzeyde de önem taşımaktadır. Sanayi Devrimi sonrasında üretim faaliyetlerinin hızla artması, çevresel sorunların boyutunu büyütmüş; bu sorunların küresel ölçekte algılanmaya başlamasıyla birlikte uluslararası iş birliğine dayalı çözüm arayışları gündeme gelmiştir. Özellikle 1990'lı yıllarda sürdürülebilir kalkınma kavramının ön plana çıkması, yerel yönetimlerin çevresel sorumluluklarını artırmış ve bu bağlamda ekolojik belediyecilik anlayışı önem kazanmıştır.

Bu çalışma, ekolojik belediyecilik yaklaşımını yerel yönetimler bağlamında ele alarak, Türkiye'de yürürlükte bulunan yerel yönetim mevzuatının ekolojik belediyecilik ilkeleriyle

olan uyumunu incelemeyi amaçlamaktadır. Bu kapsamda 5393 sayılı Belediye Kanunu ile 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu başta olmak üzere ilgili yasal düzenlemeler analiz edilerek, belediyelere çevrenin korunması, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve katılımcı yönetişimin geliştirilmesi yönünde verilen görev ve yetkilerin ekolojik belediyecilik yaklaşımı çerçevesinde değerlendirilmesi hedeflenmektedir.
Bu amaç doğrultusunda çalışma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınma kavramları ele alınmıştır. İkinci bölümde ekolojik belediyecilik modelinin tanımı, amacı ve temel ilkeleri açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ise Türkiye'deki 5393 sayılı Belediye Kanunu ile 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu, ekolojik belediyecilik modeli açısından incelenerek mevcut yasal çerçevenin bu modele uygunluğu değerlendirilmiştir.

1. Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilirlik kavramı ile gelecek nesillere ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan yaşanabilir bir dünya bırakmak amaçlanmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramını sıklıkla çevreyi korumak olarak ele alınsa da doğal çevre, ekonomi ve toplum olmak üzere üç boyuttan oluşmaktadır. Bu boyutlar doğrultusunda sürdürülebilirlik, bugünün sosyal ve ekonomik ihtiyaçlarını gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme imkânını elinden almadan ve doğaya zarar vermeden karşılamaktır (Güner, 2020). Bu açıdan ele alındığında hem yaşanılan toplum hem de gelecekte yaşayacak toplum arasında bir denge oluşturduğu için dinamik bir yapıdan oluşmaktadır (Ocaklı, 2019).
Sanayi Devrimiyle birlikte hızla artan nüfus ve teknolojik gelişmeler neticesinde ülkelerin ve uluslararası kuruluşların kar odaklı üretimleri ivme kazanarak çevre sorunlarını küresel boyutlara getirmiştir. Bu noktada sürdürülebilirlik kavramıyla çevrenin korunması ve kalkınmanın bir bütün halinde ele alınması gerektiği anlaşılmıştır (Güner, 2020).
1987 yılında Brundtland Raporu ile insanların bugünkü ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılamasına engel olmadan gerçekleştirmek olarak nitelendirilen sürdürülebilirlik kavramı küresel bir boyut kazanmıştır. Sürdürülebilirlik sadece çevreyle ilgili değil ekonomi, toplumun sosyal yaşantısı ve kültürel değerler gibi yaşamın her alanında kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle 1992 yılında gerçekleştirilen Rio Konferansı ile ekonomik kalkınma anlayışında sürdürülebilirliğin önemli olduğu dile getirilmiştir. Bunu sağlamak için devletlerin vatandaşları ve yerel aktörleriyle iş birliği içerisinde olması gerektiği vurgulanmıştır (Ocaklı, 2019).
Rio Konferansı ile ortaya çıkan en önemli gelişmelerden biri Gündem 21 isimli eylem planının kabul edilmesidir. Gündem 21, kalkınma ve çevrenin bir bütün halinde ele alınması amaç edinen sürdürülebilir kalkınma kavramının uluslararası alanda kabul gördüğünü belgelemesi nedeniyle önem taşımaktadır. Gündem 21 ekosistemin korunması, yoksulluk, artan hastalıklar gibi insanların yaşamını olumsuz etkileyecek unsurlarla mücadele etmeyi amaçlar (Akgül, 2010).
Bu mücadele için "küresel ortaklık" kavramı dile getirilmiştir. Bu kavram geleneksel yönetim anlayışını bırakıp, yerine katılımcılığa ve ortaklıklara dayalı bir yönetişim anlayışını benimsemektedir. Bu anlayışla yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları gibi tüm yerel aktörler, merkezi yönetimlerin ve uluslararası topluluğun ortakları olarak görülmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın katılımcı ve çok aktörlü bir yönetişim içerisinde gerçekleştirebilmesi için Yerel Gündem 21 (YG 21) planlarının oluşturulması önemlidir (UN,1992).

YG 21 süreci, 1980'li yıllarda sürdürülebilirliği esas alan ekolojik belediyecilik modelinin gelişmesine zemin hazırlamıştır. İlk örneği 1980 yılında Finlandiya'nın Suomussalmi Belediyesinde görülen ekolojik belediye modeli, 1983 yılında İsveç'te kurulan ilk resmi ekolojik belediye ile önem kazanmış ve zaman içerisinde deneme yanılma yoluyla bugünkü halini almıştır (Sustainable Sweden Association, t.y.).

2. Ekolojik Belediyecilik

Ekolojik belediyecilik modeli, sürdürülebilirliği amaç edinen, bu doğrultuda doğal adım sürdürülebilirlik ilkelerini rehber edinerek; uzun vadede ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan sağlıklı bir toplum oluşturmayı hedefleyen ve demokratik katılımcı anlayışı benimseyen bir yönetim modelidir. Ekolojik belediye sürdürülebilir bir toplum olma yolundaki itici güçtür ve bu değişim sürecinde hem öğrenmek hem de başkalarına yardımcı olmak için bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde iş birlikleri oluşturmaktadır. Dünyada sürdürülebilir topluluklar yaratabilmek için çalışmalar yapılsa da birçoğu proje bazlı gerçekleştirilmektedir. Ancak ekolojik belediyecilik, denenmiş bir modeldir (Lahti ve James, 2005).

Ekolojik belediye doğal adım sürdürülebilirlik ilkelerini kendine rehber edinerek faaliyetler gerçekleştirmektedir. Bu nedenle sürdürülebilirlik ilkelerinin neler olduğunu bilmek önemlidir. Lahti ve James (2004) doğal adım sürdürülebilirlik ilkelerini; topluluğun fosil yakıt bağımlılığını, kalıcı kimyasal ve sentetik maddelerinin israfına olan bağımlılığını ortadan kaldırmak, doğa tahribatlarını önlemek ve insan ihtiyaçlarının adil ve verimli bir şekilde karşılamak şeklinde sıralamıştır (Akt. Ocaklı, 2019).

Ekolojik belediyecilik modelinin öncülerinden Torbjörn Lahti (2014), ekolojik belediyenin belediye, bölge veya semtin karşılaşacağı sorunlara spesifik çözümler öneren bir konsept olmadığını belirtmekte ve ekolojik belediyeyi, başarılı olabilmek için yapılması gereken bir dizi davranış ve görevlerin bir araya getirilmesi olarak ifade etmektedir (Akt. Günal ve Ocaklı, 2022). Ekolojik belediyecilik anlayışının temel amacı doğal adım sürdürülebilirlik ilkelerine dayalı ortak bir "sürdürülebirlik dili" oluşturarak, bilinçli ve bütünleşmiş belediyeler oluşturmaktır.

Tablo 1. Eko-Belediyeyi Tanımlayan İlkeler

Sistem Yaklaşımı	Sorunları kökünden çözmek ve aralarındaki bağlantıları anlamak için sorunlar tek tek değil daha geniş açıdan ele alınmalıdır..
Geri-Plan	Önce ulaşılmak istenen hedef belirlenmelidir. Bu hedef doğrultusunda geçmiş ve mevcut durumun değerlendirilmesi yapılmalıdır. Bu aşamalar gerçekleştirildikten sonra harekete geçilmelidir.
Sürdürülebilirlik İlkeleri	Sürdürülebilir ilkeler sosyal, ekonomik ve ekolojik boyutlar çerçevesinde ele alınmalı ve ilgili sisteme dahil edilmelidir.
Demokrasi ve Katılım	Eko-belediyeye geçiş sürecinin sürdürülebilir şekilde gerçekleştirilebilmesi için tüm yerel aktörlerin katılımı sağlanmalıdır.

Kaynak: Sustainable Sweden Association, (www.sustainablesweden.org)

Yukarıdaki tablo, ekolojik belediyeciliğin bütüncül, uzun vadeli ve katılımcı bir anlayışa dayandığını göstermektedir. Sorunların sistemsel olarak ele alınması, hedef odaklı planlama yapılması, sosyal-ekonomik-ekolojik sürdürülebilirliğin birlikte gözetilmesi ve yerel aktörlerin sürece katılımı, bu yaklaşımın temel unsurlarını oluşturmaktadır. M. Norbeck'e göre ekolojik

belediye olabilmenin şartları; topluluğun sürdürülebilir gelişme konusunda öncü olması, hizmet ve mal üretiminde kendini teşvik etmesi, biyoçeşitliliği koruması, nihai hedef olarak küresel değişimi benimsemesi ve demokrasi ile katılımcılığı teşvik etmesidir (Norbeck, t.y.).

3. Türkiye'de Ekolojik Belediyecilik Düzenlemeleri

Yerel Gündem 21 (YG 21) halka en yakın yönetim birimi olan yerel yönetimlere sürdürülebilir gelişmenin hedeflerini etkin bir biçimde gerçekleştirmeleri amacıyla halkı bilinçlendirme ve halkın taleplerini karşılama gibi sorumluluklar yüklemiştir. Yerel yönetimlerin YG 21'in sürdürülebilir gelişme hedefleri doğrultusunda yönetişimi hayata geçirebilmeleri için kent konseyleri ve benzeri çalışma gruplarını oluşturmaları, vatandaşları bilinçlendirmeleri ve yerel eylem planları hazırlamaları gerekmektedir (Günal ve Ocaklı, 2022).

Türkiye'de YG 21 uygulamaları kent konseyleri aracılığıyla başlamıştır. 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 76. maddesinde kent konseyleri; sürdürülebilir kalkınma, çevreye duyarlılık, katılım ve yerinden yönetim ilkelerini hayata geçirmeye çalışan yapılar olarak tanımlanmıştır. Bu durum, ekolojik belediyeciliğin demokrasi ve katılım ilkesiyle örtüşmektedir.

3.1. 5393 Sayılı Belediye Kanunu'nun Ekolojik Belediyecilik Açısından İncelenmesi

5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 14, 15, 73 ve 77. maddeleri, ekolojik belediyecilik modelinin belediyelerin görev ve yetkilerine olan yansımasını anlayabilmek açısından önem taşımaktadır. Söz konusu maddeler, belediyelere çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik kapsamında çeşitli sorumluluklar yüklemekte ve ekolojik belediyecilik anlayışıyla doğrudan ilişki kurmaktadır.

Kanunun 14. maddesinde, belediyelerin mahallî müşterek nitelikte olmak şartıyla; imar, kanalizasyon, ulaşım, altyapı, katı atık yönetimi, ağaçlandırma ve yeşil alanların oluşturulması gibi çevre sağlığı ve çevre temizliğine yönelik hizmetleri yerine getirmesi öngörülmektedir. Aynı maddede ayrıca vatandaşlara sosyal hizmet ve yardımda bulunulması, meslek ve beceri kazandırmaya yönelik faaliyetler yürütülmesi ile ekonomi ve ticaretin geliştirilmesine ilişkin hizmetlerin yapılması veya yaptırılması da belediyelerin görevleri arasında sayılmaktadır. Bu yönüyle 14. madde, ekolojik belediyecilik modelinin temelini oluşturan ekolojik, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik ilkelerini bir arada barındırmakta; bir belediyenin ekolojik belediyecilik anlayışını hayata geçirebilmesi için uygulaması gereken birçok hizmeti içermektedir (Günal ve Ocaklı, 2022).

5393 sayılı Kanun'un 15. maddesinde belediyenin yetkileri ve imtiyazları düzenlenmiştir. Buna göre belediyelere, belde sakinlerinin mahallî müşterek nitelikteki ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla her türlü faaliyet ve girişimde bulunma yetkisi tanınmıştır. Ayrıca müktesep haklar saklı kalmak kaydıyla içme, kullanma ve endüstri suyu sağlanması; atık su ve yağmur suyunun uzaklaştırılması; bu hizmetler için gerekli tesislerin kurulması, kurdurulması, işletilmesi veya işlettirilmesi ile kaynak sularının işletilmesi veya işlettirilmesi yetkileri de belediyelere verilmiştir.

Maddenin devamında ise gayrisıhhî işyerlerinin, eğlence yerlerinin ve halk sağlığı ile çevreye etkisi olan diğer işyerlerinin kentin belirli bölgelerinde toplanması; hafriyat toprağı ve moloz döküm alanları ile LPG depolama sahalarının belirlenmesi; inşaat malzemeleri, odun, kömür ve hurda depolama alanları ve satış yerlerinin düzenlenmesi ve bu alanlarda çevre kirliliğinin oluşmaması için gerekli tedbirlerin alınması hususları yer almaktadır. Bu düzenlemeler, içme sularının kontrolünün sağlanması ve çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik tedbirlerin alınması bakımından ekolojik belediyecilik anlayışının gerekliliklerileyle örtüşmektedir. Aynı zamanda bu yetkiler, doğal adım sürdürülebilirlik ilkeleri arasında yer alan insan ihtiyaçlarının adil ve verimli bir şekilde karşılanması ilkesine de uyum sağlamaktadır (Ocaklı, 2019).

Kanunun 73. maddesi, belediyelere belediye meclisi kararıyla; konut alanları, sanayi ve ticaret alanları, teknoloji parkları, kamu hizmet alanları, rekreasyon alanları ve her türlü sosyal donatı alanları oluşturma yetkisi vermektedir. Bununla birlikte eskiyen kent kısımlarının yeniden inşa edilmesi ve restore edilmesi, kentin tarihi ve kültürel dokusunun korunması ve deprem riskine karşı tedbirler alınması amacıyla kentsel dönüşüm ve gelişim projelerinin uygulanabileceği düzenlenmiştir. Bu madde, ekolojik belediyecilik anlayışının mekânsal planlama, çevresel duyarlılık ve kültürel mirasın korunmasına yönelik boyutunu ortaya koymaktadır.
77. maddede ise belediyelerin; sağlık, eğitim, spor, çevre, sosyal hizmet ve yardım, kütüphane, park, trafik ve kültür hizmetleri ile yaşlılar, kadınlar, çocuklar, engelliler, yoksul ve düşkünlere yönelik hizmetlerin yürütülmesinde beldede dayanışma ve katılımı sağlamak amacıyla gönüllü kişilerin katılımına yönelik programlar uygulayabileceği hükme bağlanmıştır. Bu düzenleme, ekolojik belediyecilik modelinin katılımcılık, toplumsal dayanışma ve yerel yönetişim ilkeleriyle doğrudan ilişkilidir.
Bu bağlamda 73. maddede yer alan kentin tarihi ve kültürel dokusunun korunmasına yönelik hükümler ile 77. maddede yer alan sosyal hizmetler ve gönüllü katılıma dayalı düzenlemeler, ekolojik belediyecilik anlayışının temel ilkelerinden biri olan sosyal sürdürülebilirlik açısından olumlu ve önemli bir gelişme olarak değerlendirilmektedir.

3.2. 5216 Sayılı Kanun'un Ekolojik Belediyecilik Açısından İncelenmesi

Büyükşehir belediyeleri için çıkarılan 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu incelendiğinde, ekolojik belediyecilik anlayışı kapsamında özellikle 7. maddenin öne çıktığı görülmektedir. Kanunun 7. maddesinde, büyükşehir belediyelerinin görev, yetki ve sorumlulukları ayrıntılı biçimde düzenlenmiştir. Maddenin (i) bendinde, sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak çevrenin, tarım alanlarının ve su havzalarının korunmasının sağlanması, ağaçlandırma yapılması ve çevreye olumsuz etkisi olan faaliyetlerin denetim altına alınması öngörülmektedir. Aynı bentte büyükşehir katı atık yönetim planlarının yapılması, katı atıkların ve hafriyatın yeniden değerlendirilmesi, depolanması ve bertaraf edilmesine ilişkin hizmetlerin yerine getirilmesi; sanayi ve tıbbi atıklara yönelik tesislerin kurulması ve işletilmesi ile deniz araçlarından kaynaklanan atıkların toplanması ve arıtılması gibi görevler de büyükşehir belediyelerine verilmiştir.
Maddenin (o) bendinde, kültür ve tabiat varlıkları ile tarihî dokunun ve kent tarihi açısından önem taşıyan mekânların korunması, bakım ve onarımının yapılması ve korunması mümkün olmayanların aslına uygun olarak yeniden inşa edilmesi düzenlenmiştir. (v) bendinde ise sağlık merkezleri, hastaneler, gezici sağlık üniteleri ile kadınlar, çocuklar, yaşlılar, engelliler ve gençlere yönelik sosyal ve kültürel hizmetlerin yürütülmesi, meslek ve beceri kazandırmaya yönelik kursların açılması ve bu süreçte üniversiteler ile sivil toplum kuruluşlarıyla iş birliği yapılması öngörülmektedir.
Bu çerçevede 7. maddenin (i) bendinde yer alan görevlerin sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun ve çevre kirliliğine yol açmayacak biçimde yerine getirilmesi, ekolojik belediyecilik anlayışıyla doğrudan uyum sağlamaktadır. Ayrıca (o) ve (v) bentlerinde yer alan kültürel mirasın korunması ile eğitim, sağlık ve sosyal hizmetlere ilişkin düzenlemeler, ekolojik belediyecilik anlayışının sosyal sürdürülebilirlik ilkesi ile ilişkilidir (Ocaklı, 2019). Bu durum, büyükşehir belediyelerine verilen görev ve yetkilerin ekolojik belediyeciliğin çevresel ve sosyal boyutlarını destekleyen bir yasal zemin sunduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Ekolojik belediyecilik, sürdürülebilirliği temel alan ve bu doğrultuda doğal adım sürdürülebilirlik ilkelerini rehber edinen, katılımcı ve bütüncül bir yerel yönetim yaklaşımıdır. İlk örnekleri 1980 yılında Finlandiya'da ortaya çıkmış, İsveç'te kurulan ekolojik belediyelerle birlikte uluslararası

düzeyde tanınırlık kazanmıştır. Sürdürülebilirliğin küresel ölçekte önem kazanmasıyla birlikte ekolojik belediyecilik yaklaşımı yaygınlaşmış; özellikle 1992 yılında gerçekleştirilen Rio Konferansı sonrasında kabul edilen Yerel Gündem 21 süreci, bu yaklaşım için önemli bir rehber niteliği taşımıştır.

Türkiye'de yürürlükte bulunan 5393 sayılı Belediye Kanunu ile 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu ekolojik belediyecilik yaklaşımı açısından değerlendirildiğinde, sürdürülebilirlik ilkeleri ve çevrenin korunmasına yönelik düzenlemelerin yasal çerçevede yer aldığı görülmektedir. Söz konusu kanunlar, belediyelere çevrenin korunması, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve sosyal hizmetlerin geliştirilmesi gibi ekolojik belediyecilikle uyumlu görev ve yetkiler tanımaktadır. Ancak ekolojik belediyeciliğin temel ilkelerinden biri olan katılımcılık ve yerel düzeyde etkin yönetişim anlayışı dikkate alındığında, merkezi yönetim ile yerel yönetimler arasındaki yetki ve kaynak paylaşımının bu görevlerin uygulamaya aktarılmasında sınırlayıcı bir etki oluşturduğu söylenebilir. Bu durum, Türkiye'de ekolojik belediyeciliğin yasal zeminde desteklenmesine rağmen uygulama aşamasında çeşitli yapısal sorunlarla karşılaşıldığını göstermektedir.

KAYNAKÇA

Belediye Kanunu (2005). T. C. Resmî Gazete. (25874, 13 Temmuz 2005).

Büyükşehir Belediye Kanunu (2004). T.C. Resmî Gazete. (25531 23. Temmuz 2004).

Günal, V. A. ve Ocaklı, Ş. N. (2022). Eko-belediye modeli VE türkiye üzerine bir değerlendirme. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 9(2), 1459-1479.

Güner. U. (2020, 3 Şubat). *Çevresel sürdürülebilirlik.* Trakya Üniversitesi. https://unis.trakya.edu.tr/app_files/2023/07/KisiDokuman_Dosyalar_7_ef2fcdc8.pdf

Lahti, T. ve James, S. (2005). The Eco-municipality Model for Sustainable Community Change. 17.12.2025 tarihinde https://planning-org-uploaded-media.s3.amazonaws.com/documents/EcoMunicipalitySynopsis1_Lahti_and_James.pdf adresinden erişildi.

Norbeck, M (t.y). Ruskola. 19.12. 2025 tarihinde http://www.ekoby.org/cs/ru.pdf adresinden erişildi.

Ocaklı, Ş. N. (2019). *Eko-belediye modelinin dünyadaki örnekleri ve Türkiye'ye uygulanabilirliği* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz üniversitesi.

Sustainable Sweden Association, (t.y.). *What is an Eco-municipality 5.0.* 19.12. 2025 tarihinde https://www.sustainablesweden.org/?page_id=493&lang=fr adresinden erişildi

United Nations (UN) (1992). Agenda 21. 19.12.2025 tarihinde https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf adresinden erişildi.

.

NE KÖY NE DE MAHALLE: TÜRK YEREL YÖNETİMİNDE HİBRİT BİR MODEL OLARAK KIRSAL MAHALLE

Ceren BELKAR
Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitütüsü, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi,ORCID: 0009-0000-7216-7414
Prof. Dr. Çiğdem AKMAN
Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi, ORCID:0000-0002-1936-6884

ÖZET
2012 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı Kanun, büyükşehir belediyesi sınırlarını il mülki sınırı olarak yeniden düzenlemiş; bu kapsamda büyükşehir sınırları içinde kalan köylerin, belde belediyelerinin ve il özel idarelerinin tüzel kişilikleri kaldırılarak bağlı oldukları ilçelerin birer mahallesi hâline getirilmesi sağlanmıştır. Bu kapsamlı dönüşüm, özellikle kırsal alanlarda çeşitli sosyal, ekonomik ve yönetsel sorunları beraberinde getirmiştir. Belediyelerin genişleyen sorumluluk alanlarına karşın mali kaynak ve personel kapasitesinin sınırlı olması, hizmet sunumunda aksaklıklar yaratmış; coğrafi uzaklık, ulaşım ve altyapı eksiklikleri bu sorunları derinleştirmiştir.
Bu sorunların giderilmesi amacıyla 2020 yılında kırsal mahalle kavramı geliştirilmiş ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'na eklenen düzenleme ile uygulanmaya başlamıştır. Kırsal mahalle uygulamasının kapsamı ve kriterleri ise 2021 tarihli Kırsal Mahalle ve Kırsal Yerleşik Alan Yönetmeliği ile belirlenmiştir. Yönetmelik, yerleşimlerin kırsal özellikleri, şehir merkezine uzaklık, nüfus yapısı ve temel geçim kaynakları gibi ölçütler üzerinden değerlendirilmesini öngörmekte; ayrıca kırsal niteliği bulunmakla birlikte kırsal mahalle şartlarını tam olarak karşılamayan yerleşimler için kırsal yerleşik alan statüsü tanımlamaktadır. Her iki statü, kırsal bölgelerde yaşayan vatandaşların ekonomik yükünü azaltmak amacıyla vergi ve harç muafiyetleri gibi çeşitli mali kolaylıklar içermektedir.
Bu çalışma, 6360 sayılı Kanun sonrası köy-mahalle-kırsal mahalle yönünde yaşanan yönetsel dönüşümü ve bu sürecin yerel yönetim yapıları ile kırsal yaşam üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada literatür taraması ve belge analizi yöntemleri kullanılacak; yasa, yönetmelik ve belediye kararları analiz edilerek kırsal mahalle uygulamasının ortaya çıkışı, kriterleri ve sonuçları değerlendirilecektir.
Anahtar Kelimeler: 6360 sayılı Kanun, Köy, Kırsal Mahalle

NEITHER VILLAGE NOR NEIGHBOURHOOD: THE RURAL NEIGHBOURHOOD AS A HYBRID MODEL IN TURKISH LOCAL GOVERNANCE

ABSTRACT
The Law No. 6360, which entered into force in 2012, redefined the administrative boundaries of metropolitan municipalities by expanding them to coincide with provincial borders. Within this framework, the legal entities of villages, town municipalities, and provincial special administrations located within metropolitan boundaries were abolished, and these settlements were reclassified as neighbourhoods of their respective districts. This comprehensive administrative transformation has brought about various social, economic, and governance-related challenges, particularly in rural areas. The expansion of municipal responsibilities, combined with limited financial resources and personnel capacity, has led to service delivery

difficulties, which have been further exacerbated by geographical dispersion, transportation constraints, and infrastructure deficiencies.
In order to address these problems, the concept of the *rural neighbourhood* was introduced in 2020 through an amendment to the Metropolitan Municipality Law No. 5216. The scope and criteria of this new status were clarified in the Regulation on Rural Neighbourhoods and Rural Settlement Areas, which came into force in 2021. The regulation includes criteria such as rural settlement characteristics, distance to the city centre, demographic composition, and primary sources of livelihood. Furthermore, for settlements that retain rural features but do not fully meet the requirements for rural neighbourhood status, the category of *rural settlement area* was defined. Both statuses provide residents with financial advantages, including tax reductions and exemptions, aimed at alleviating economic burdens in rural regions.
This study aims to examine the administrative transformation experienced after Law No. 6360—from village to neighbourhood and subsequently to rural neighbourhood—and to analyse its implications for local governance structures and rural life. The research employs literature review and document analysis methods. Relevant laws, regulations, and municipal decisions are systematically analysed to evaluate the emergence, criteria, and outcomes of the rural neighbourhood practice.
Keywords: Law No. 6360, Village, Rural Neighbourhood

GİRİŞ

1982 Anayasası'nın 127. maddesinde yer alan "büyük yerleşim yerleri için özel yönetim biçimleri getirilebilir" hükmü doğrultusunda büyükşehir belediyesi uygulamaları hayata geçirilmiştir. Bu kapsamda, büyükşehir belediyelerine ilişkin önemli değişiklikler içeren ve 2012 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı *On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun* kabul edilmiştir. Söz konusu Kanun ile benimsenen bütünşehir anlayışı doğrultusunda büyükşehir belediye sınırları il mülki sınırlarına genişletilmiş; büyükşehir belediyesi olabilme koşulları kolaylaştırılarak nüfusu 750.000'in üzerinde olan Aydın, Balıkesir, Denizli, Hatay, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Mardin, Muğla, Tekirdağ, Trabzon, Şanlıurfa ve Van illeri büyükşehir statüsüne geçirilmiş, 6447 sayılı Kanun ile Ordu ili de bu kapsama dâhil edilmiştir. 6360 sayılı Kanun ile büyükşehir belediye sınırları içerisinde yer alan il özel idareleri, belde belediyeleri ve köylerin tüzel kişilikleri kaldırılmış; köyler bağlı bulundukları ilçelerin birer mahallesi hâline getirilmiştir. Bu düzenleme, kırsal alanlarda yaşayan vatandaşlar açısından sosyal, hukuki ve ekonomik bazı sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Özellikle coğrafi açıdan kent merkezlerine uzak olan yerleşimlere hizmet sunumunun büyükşehir belediyelerinin sorumluluğuna bırakılması; belediyelerin mali imkânlarının sınırlı olması, personel yetersizliği, sorumluluk alanının genişlemesi ve coğrafi uzaklık gibi etkenler nedeniyle hizmet sunumunda çeşitli aksaklıkların yaşanmasına yol açmıştır.
Bu sorunların giderilmesi amacıyla kırsal mahalle kavramı geliştirilmiş ve bu kavram, 2021 yılında yayımlanan 31455 sayılı *Kırsal Mahalle ve Kırsal Yerleşik Alan Yönetmeliği* ile 5216 sayılı Kanuna eklenen Ek 3. madde aracılığıyla yasal dayanağına kavuşturulmuştur. Yönetmelikte kırsal mahalle statüsünün kazanılabilmesi için kırsal yerleşim özelliği, şehir merkezine uzaklık, kırsal nüfus oranı ve temel geçim kaynakları gibi ölçütler belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, kırsal mahalle statüsü için yeterlilik taşımamakla birlikte kırsal özelliklerini sürdüren yerleşimler için kırsal yerleşik alan statüsü tanımlanmıştır.
Kırsal mahalle ve kırsal yerleşik alan statüsü kazanan yerleşimlerde yaşayan vatandaşların mali yüklerinin azaltılması amacıyla çeşitli indirim ve muafiyetler öngörülmüş; ancak bu

uygulamalardan yararlanabilmek belirli yeterlilik koşullarının sağlanmasına bağlanmıştır. Bu koşulları taşıyan kişiler söz konusu kolaylıklardan faydalanabilmektedir.
Bu çalışma, üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde Türkiye'de köy ve mahalle yönetim yapısı ele alınarak, köy yönetiminin yasal dayanağı ve tanımı ile mahallenin hukuki niteliği açıklanmış ve köy ile mahallenin farklı idari birimler olduğu ortaya konulmuştur. İkinci bölümde, 6360 sayılı Kanunun büyükşehir belediye sisteminde meydana getirdiği değişiklikler ile bu değişikliklerin kırsal alanda yaşayan vatandaşlar üzerindeki sosyal, ekonomik ve hukuki etkileri incelenmiştir. Üçüncü bölümde ise tüzel kişiliği kaldırılan köylerin yarattığı sorunları gidermeye yönelik olarak geliştirilen kırsal mahalle ve kırsal yerleşik alan statüleri, bu statülerden kimlerin yararlanabileceği ve sağlanan mali kolaylıklar değerlendirilmiştir.

1. Köy ve Mahalle Yönetimleri

Türkiye'de köy yönetiminden mahalleye, ardından kırsal mahalleye doğru bir dönüşüm yaşandığını söylemek mümkündür. Ancak köy ve mahalle, hukuki ve yönetsel açıdan birbirinden farklı idari birimlerdir. Köyler, Cumhuriyet dönemiyle birlikte tüzel kişilik kazanarak yerel yönetim birimleri arasında yer almıştır. Mahalleler ise belediye sınırları içinde yer alan, tüzel kişiliği bulunmayan ve belediyelere bağlı en küçük idari birimlerdir. 6360 sayılı Kanun ile bütünşehir uygulamasına geçilmesi ve kentsel alan sınırlarının kırsal alanları da kapsayacak şekilde genişletilmesi, özellikle büyükşehirlerde köy ve mahalle yönetimlerinin işlevsel olarak birbirine karışmasına yol açmıştır (Küçük, 2022).
Yerel yönetim birimleri içerisinde en eski yönetim birimi köydür. Köy yönetimlerine ilişkin ilk düzenleme 1864 tarihli Vilayet Nizamnamesi ile yapılmış; ancak köylerin tüzel kişiliği Cumhuriyet dönemine kadar açık biçimde düzenlenmemiştir. Köy yönetimlerinin hukuki dayanağı, 1924 tarihli 442 sayılı Köy Kanunu ile oluşturulmuştur (Adıgüzel, 2016). Söz konusu Kanun'a göre, nüfusu 2.000'in altında olan yerleşim yerleri köy olarak tanımlanmakta; cami, mektep, otlak, yaylak ve baltalık gibi ortak mallara sahip olan ve toplu ya da dağınık yerleşim biçiminde yaşayan insanların bağ, bahçe ve tarlalarıyla birlikte oluşturdukları yerleşimler köy sayılmaktadır. Kanunun 7. maddesinde ise köy, taşınır ve taşınmaz mallara sahip olan ve Köy Kanunu ile kendisine verilen görevleri yerine getiren başlı başına bir tüzel kişilik olarak tanımlanmıştır.
Köy yönetimleri anayasal dayanağını 1982 Anayasası'nın 127. maddesinden almaktadır. Anılan maddede, mahallî idarelerin; il, belediye veya köy halkının mahallî müşterek ihtiyaçlarını karşılamak üzere kurulan ve karar organları seçimle oluşturulan kamu tüzel kişileri olduğu hüküm altına alınmıştır.
Mahalle kavramı ise 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 3. maddesinde "belediye sınırları içinde, ihtiyaç ve öncelikleri benzer özellikler gösteren ve sakinleri arasında komşuluk ilişkisi bulunan idari birim" olarak tanımlanmıştır. Mahalleler idari birim olarak kabul edilmekle birlikte tüzel kişiliğe sahip değildir. Buna rağmen mahalle muhtarları da köy muhtarlarında olduğu gibi seçimle göreve gelmektedir. Kırsal alanların en küçük idari birimi köyler, kentsel alanların en küçük birimi ise mahallelerdir. Muhtarların seçimle iş başına gelmesi ortak bir özellik olmakla birlikte, köy ve mahalle muhtarlıkları yönetsel ve hukuki bakımdan birbirinden önemli ölçüde ayrılmaktadır.

2. 6360 Sayılı Kanun ve Kırsal Alana Etkileri

2.1. 6360 Sayılı Kanun'a Genel Bakış

1984 yılında çıkarılan 195 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile İstanbul, Ankara ve İzmir'de büyükşehir belediyeleri kurulmuş; aynı yıl yürürlüğe giren 3030 sayılı Büyükşehir Belediye

Kanunu ile bu belediyelerin hukuki çerçevesi düzenlenmiştir (Hanikoğlu ve Negiz, 2023). Bu düzenlemelerle birlikte Adana, Bursa, Gaziantep, Konya, Kayseri, Antalya, Diyarbakır, Erzurum, Eskişehir, Kocaeli, Mersin, Samsun ve Adapazarı'nda da büyükşehir belediyeleri kurulmuş ve toplam büyükşehir belediyesi sayısı 16'ya yükselmiştir (Aydın, 2018).

2004 yılında yürürlüğe giren 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu, büyükşehir belediye yönetiminin hukuki statüsünü yeniden düzenlemiş; belediye sınırları ile görev ve yetkiler alanında önemli değişiklikler getirmiştir. Bu Kanun, büyükşehir belediyelerinin sayısında bir artışa yol açmamakla birlikte, hizmetlerin daha planlı ve uyumlu yürütülmesini amaçlamıştır (Aydın, 2018).

2012 yılında yürürlüğe giren 6360 sayılı Kanun ise büyükşehir belediyesi sisteminde köklü değişiklikler meydana getirmiştir. Kanunun 4. maddesinde büyükşehir belediyesi; sınırları il mülki sınırı olan, ilçe belediyeleri arasında koordinasyonu sağlayan, idari ve mali özerkliğe sahip kamu tüzel kişisi olarak tanımlanmıştır. Bu düzenleme ile büyükşehir belediye sınırları il sınırlarıyla eşitlenmiş; toplam nüfusu 750.000'in üzerinde olan illerin büyükşehir belediyesine dönüştürülebileceği hükme bağlanmıştır. Bu kapsamda Aydın, Balıkesir, Denizli, Hatay, Malatya, Manisa, Kahramanmaraş, Mardin, Muğla, Tekirdağ, Trabzon, Şanlıurfa ve Van illeri büyükşehir statüsüne kavuşmuş; 6447 sayılı Kanun ile Ordu ili de bu kapsama alınarak büyükşehir belediyesi sayısı 30'a yükselmiştir (Adıgüzel, 2016).

6360 sayılı Kanun ile büyükşehir belediyesi olan illerde il özel idareleri, belde belediyeleri ve köylerin tüzel kişilikleri kaldırılmış; köyler ve beldeler bağlı bulundukları ilçelerin birer mahallesi hâline getirilmiştir. Bu düzenleme sonucunda köylerin taşınır ve taşınmaz malları ile belde belediyelerinin personeli ve mal varlıkları büyükşehir belediyelerine devredilmiştir. Böylece kır ve kent ayrımı büyük ölçüde ortadan kaldırılmış; TÜİK verilerine göre kent nüfusu oranı %77,3'ten %91,3'e yükselmiştir. Bu durum, büyükşehir olan illerde kırsal alanların istatistiksel olarak da kentsel alan sayılmasına yol açmıştır (Uğur ve Korkmaz, 2024).

2.2. 6360 Sayılı Kanun'un Kırsal Alana Etkileri

Türkiye'de kırsal ve kentsel yerleşim alanları, coğrafi yapı ve yerleşim düzeni bakımından önemli farklılıklar göstermektedir. 6360 sayılı Kanunun uygulandığı illerin büyük bir kısmı dağınık yerleşim yapısına sahiptir. Bu durum, belediyelerin hizmetleri kırsal alanlara ulaştırmasını zorlaştırmaktadır (Ayyıldız vd., 2016).

Belediye yönetiminin temel amacı, vatandaşların ihtiyaçlarını en yakın birimler aracılığıyla hızlı ve verimli biçimde karşılamaktır. Ancak 6360 sayılı Kanun ile köy ve beldelerin mahalleye dönüştürülmesi, bu yerleşimlerin yönetim merkezlerine olan coğrafi uzaklığı nedeniyle karar alma süreçlerine katılımı zorlaştırmış; hangi hizmetlerin öncelikli olduğunun tespit edilmesini güçleştirmiştir. Bununla birlikte belediyelerin sorumluluk alanlarının genişlemesi ve maliyetlerin artması, kamusal hizmetlerin sunumunda çeşitli aksaklıklara yol açmıştır (Kılıç ve İpek, 2022).

Kırsal kesimin temel geçim kaynağı olan tarım ve hayvancılık faaliyetleri de bu süreçten olumsuz etkilenmiştir. Köy tüzel kişiliğine ait tarım arazileri ile mera, otlak ve yaylakların belediyelere devredilmesi ve bu alanlarda imar yetkisinin belediyelere verilmesi, yapılaşma baskısını artırmıştır (Tekçe ve Genç, 2019). Ayrıca hayvancılık faaliyetleri için gerekli olan ahır ve samanlık gibi yapıların imar iznine tabi tutulması ve çevresel gerekçelerle yerleşim alanları dışına çıkarılma ihtimali, kırsal nüfus açısından önemli bir endişe kaynağı olmuştur (Uğur ve Korkmaz, 2024).

6360 sayılı Kanunun 7. maddesinin (f) bendinde büyükşehir ve ilçe belediyelerine tarım ve hayvancılığı destekleme yetkisi verilmiş olsa da, bu görevleri yerine getirecek belediyelerin yeterli altyapı ve deneyime sahip olmaması uygulamada boşluklar doğurmuştur. Daha önce

Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve il özel idareleri tarafından yürütülen destekleyici faaliyetlerin belediyelerce aynı etkinlikle sürdürülmesi kısa vadede mümkün görünmemektedir (Ayyıldız vd., 2016).

Kanun öncesinde köy bütçeleri ve il özel idareleri aracılığıyla sağlanan okul, sağlık ocağı ve altyapı gibi hizmetlerin belediyeler eliyle yürütülmesi, hizmetlerin zamanında ve verimli sunulmasını güçleştirmiştir. Ayrıca mali açıdan zayıf durumda olan birçok ilçe belediyesinin hizmet önceliğini merkez yerleşimlere vermesi, kırsal alanların ihmal edilme riskini artırmıştır (Uğur ve Korkmaz, 2024; Ayyıldız vd., 2016). Bunun yanında kırsal alanda yaşayan vatandaşlar, emlak vergisi, su ücretleri ve inşaat proje masrafları gibi kentli olmanın getirdiği mali yükümlülüklerle karşı karşıya kalmış; bu durum özellikle tarım ve hayvancılıkla geçinen nüfus üzerinde ekonomik baskı yaratmıştır (Uğur ve Korkmaz, 2024).

Köylerin tüzel kişiliğinin kaldırılarak mahalleye dönüştürülmesi, yerel demokrasi ve katılım açısından da olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Köy muhtarlığı aracılığıyla doğrudan çözülebilen sorunların, büyükşehir ve ilçe belediyeleri tarafından ele alınmasının beklenmesi, karar alma süreçlerini vatandaşlardan uzaklaştırmıştır. Köylerin ihtiyaçlarına ilişkin kararların, yerleşimlere coğrafi olarak uzak büyükşehir belediye meclislerinde alınması, yerel yönetimlerin temel ilkelerinden biri olan subsidiarite ilkesine aykırı bir görünüm arz etmektedir (Kaymal, 2017).

Bu sorunların bir kısmını gidermek amacıyla 6360 sayılı Kanun ile ilçe belediyelerine yeni yetkiler verilmiş; ticari amaç taşımayan yapılar için yöresel mimariye uygun tip projelerin hazırlanması, ibadethanelerin yapım ve onarımı ile riskli yapıların yıkımı gibi konularda düzenlemeler yapılmıştır. Ayrıca köylerin tüzel kişiliğinin kaldırılmasından kaynaklanan sorunları hafifletmek amacıyla kırsal mahalle kavramı geliştirilmiş ve köy yönetimlerine benzer bazı uygulamalar yeniden hayata geçirilmiştir.

3. Kırsal Mahalle ve Kırsal Yerleşik Alan

Türkiye'de kentleşme süreci uzun yıllardır devam eden ve çeşitli tartışmaları beraberinde getiren bir olgudur. Bu süreç, kırsal alanlarda yaşayan nüfusun önemli bir bölümünün kentlere yönelmesine ve plansız yapılaşmanın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ortaya çıkan bu durum, hem kırsal hem de kentsel alanlarda sunulan hizmetlerin niteliğinin artırılmasına yönelik yeni bir yönetim ve hizmet sunum modeli arayışını gündeme getirmiştir. Bu arayışlara yanıt olarak kabul edilen 6360 sayılı Kanun, büyükşehirlerde sunulan hizmetlerin tek merkezden planlanmasını ve yürütülmesini amaçlayarak hizmet sunumunda etkinliğin artırılmasını hedeflemiştir (Karakaşlar Yılmaz, 2024).

6360 sayılı Kanun ile gerçekleştirilen en önemli düzenlemelerden biri, köylerin tüzel kişiliklerinin kaldırılarak mahalleye dönüştürülmesidir. Ancak bu düzenleme, mahalleye dönüştürülen köylerde çeşitli sosyal, ekonomik ve yönetsel sorunların ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu sorunların temelinde, köylerde yaşayan nüfusun yaşam biçimi ve ekonomik kapasitesi yeterince dikkate alınmadan kent merkezleriyle aynı idari yapıya dâhil edilmesi yer almaktadır. Bu durum, hem belediyelerin hizmet sunumunda yetersizlikler yaşamasına hem de kırsal nüfusun ekonomik açıdan zorlanmasına neden olmuştur. Söz konusu sorunların giderilmesine yönelik olarak köy yönetimlerine ilişkin yeni bir düzenleme ihtiyacı doğmuş ve bu kapsamda "kırsal mahalle" ile "kırsal yerleşik alan" statüleri geliştirilmiştir. Bu statüler aracılığıyla, kırsal yaşamın sürdürülebilirliğinin sağlanması ve kırsal alanlarda yaşayan vatandaşların belirli haklardan yararlanabilmesi amaçlanmıştır (Karakaşlar Yılmaz, 2024).

Bu doğrultuda, 2019 yılında gerçekleştirilen 3. Tarım Orman Şurası Sonuç Bildirgesi'nin 17. maddesinde büyükşehir belediyelerinde mahallelerin kırsal ve kentsel niteliklerine göre

yeniden yapılandırılması ve kırsal mahallelerde köy tüzel kişiliğine benzer yapıların korunması gerektiği vurgulanmıştır. Bildirgede yer alan bu yaklaşım, kırsal mahalle kavramının geliştirilmesine temel oluşturmuş ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'na eklenen Ek 3. madde ile kırsal mahalle statüsü yasal dayanağına kavuşturulmuştur.

Kırsal mahalle ve kırsal yerleşik alan kavramlarının uygulama esasları, 15 Nisan 2021 tarihinde yürürlüğe giren 31455 sayılı *Kırsal Mahalle ve Kırsal Yerleşik Alan Yönetmeliği* ile ayrıntılı olarak düzenlenmiştir. Yönetmelikte kırsal yerleşik alan, tamamı kırsal mahalle olarak tespit edilemeyen mahallelerde, en az on bin metrekare büyüklüğünde belirlenen alanlar olarak tanımlanmıştır. Kırsal mahalle kavramı ise 5216 sayılı Kanun'a eklenen Ek 3. maddeye atıfla açıklanmıştır.

5216 sayılı Kanun'un Ek 3. maddesinde kırsal mahalle statüsünün kazanılabilmesi için birtakım ölçütler belirlenmiştir. Bu ölçütler; yerleşimin 1984 yılı ve sonrasında köy veya belde belediyesi iken mahalleye dönüşmüş olması, kırsal yerleşim özelliklerini büyük ölçüde koruması, şehir merkezine olan uzaklık ve ulaşım durumu, kırsal nüfus oranının yüksekliği, mevcut yapılaşmanın kırsal niteliğini sürdürmesi, yüzölçümünün önemli bir bölümünün tarım, orman, mera, yaylak ve kışlak alanlarından oluşması, tarımsal üretim ve hayvancılığın temel geçim kaynağı olması ile belediye hizmetlerine erişim durumudur.

Bu kriterlerin tespitine ilişkin olarak öncelikle ilçe belediye meclisi tarafından karar alınmakta; söz konusu karar teklif niteliğinde büyükşehir belediyesine gönderilmekte ve büyükşehir belediye meclisi tarafından en geç doksan gün içinde karara bağlanmaktadır (31455 sayılı Kırsal Mahalle ve Kırsal Yerleşik Alan Yönetmeliği, 2021). 31455 sayılı Yönetmeliğin 5. maddesinde, kırsal mahalle statüsünü kazanma koşullarını tam olarak karşılamayan ancak kırsal özellikler taşıyan yerleşimler "kırsal yerleşik alan" olarak tanımlanmıştır. Bu statü, kırsal mahalle olma şartlarını sağlayamayan fakat kırsal niteliklerinin korunması önem arz eden alanların desteklenmesini ve teşvik edilmesini amaçlamaktadır. Yönetmelikte kırsal yerleşik alanlar, bir veya birden fazla mahallenin en az on bin metrekarelik kısımlarını kapsayacak şekilde belirlenmektedir (Karakaşlar Yılmaz, 2024).

Yönetmeliğin 6. maddesine göre kırsal mahalle veya kırsal yerleşik alan olarak belirlenen yerler için herhangi bir süre sınırlaması öngörülmemiştir. Bununla birlikte, ilçe belediyeleri tarafından yapılan tespitler sonucunda bu alanların kırsal özelliklerini kaybettiğinin belirlenmesi hâlinde, söz konusu statüler kaldırılabilmektedir.

Kırsal mahalle ve kırsal yerleşik alan statüsü kazanan yerleşimlerde yaşayan vatandaşların ekonomik yüklerini azaltmak amacıyla çeşitli indirim ve muafiyetler düzenlenmiştir. Bu kapsamda, bina, arsa ve arazilerden alınan emlak vergisine ilişkin muafiyetler getirilmiştir. Ancak bu muafiyetten yararlanabilmek için gelir vergisinden muaf esnaf ile basit usulde vergilendirilen mükelleflerin söz konusu taşınmazları bizzat işyeri olarak kullanmaları gerekmektedir. Zirai üretimde kullanılan ahır ve samanlık gibi yapılar ile mesken olarak kullanılan konutlar emlak vergisinden muaf tutulmuştur. Bunun yanı sıra ticari, sınai ve turistik faaliyetlerde kullanılan bina, arsa ve araziler için emlak vergisi ile vergi, harç ve katılım paylarında yüzde elli oranında indirim uygulanması öngörülmüştür (31455 sayılı Kırsal Mahalle ve Kırsal Yerleşik Alan Yönetmeliği, 2021).

SONUÇ

Köy ve mahalle, hukuki ve yönetsel nitelikleri bakımından birbirinden farklı idari birimlerdir. Köyler kırsal yerleşim alanlarının en küçük yerel yönetim birimini oluştururken, mahalleler kentsel alanlarda belediyelere bağlı, tüzel kişiliği bulunmayan yardımcı idari birimlerdir. 6360 sayılı Kanun ile birlikte Türkiye'de köy yönetim yapısında köklü bir dönüşüm süreci başlamış;

büyükşehir belediye sınırları il mülki sınırlarıyla eşitlenmiş ve bu sınırlar içerisinde kalan köylerin tüzel kişiliği kaldırılarak bağlı bulundukları ilçelerin mahallesi hâline getirilmiştir.
Bu düzenleme, özellikle köylerin kent merkezlerine olan coğrafi uzaklığı ve büyükşehir belediyelerinin mali kaynak ve personel kapasitesindeki sınırlılıklar nedeniyle hizmet sunumunda çeşitli aksaklıklara yol açmıştır. Ayrıca mahalle statüsüne geçen köylerde yaşayan vatandaşların emlak vergisi, su kullanım ücretleri ve benzeri mali yükümlülüklerle karşı karşıya kalması, tarım ve hayvancılıkla geçimini sağlayan kırsal nüfus üzerinde ekonomik baskı oluşturmuştur. Bu durum, kırsal yaşam koşullarının kent yaşamıyla aynı idari çerçeveye dâhil edilmesinin yarattığı uyum sorunlarını ortaya koymuştur.
Söz konusu sorunların azaltılması amacıyla kırsal mahalle ve kırsal yerleşik alan statüleri geliştirilmiştir. Kırsal mahalle statüsünün kazanılabilmesi için yerleşimin kırsal niteliğini koruması, kırsal nüfus oranının yüksekliği, şehir merkezine olan uzaklık ve temel hizmetlere erişim durumu gibi çeşitli ölçütler belirlenmiştir. Bu şartları sağlayan mahallelerde yaşayan vatandaşlar için emlak vergisi, harç ve katılım payları gibi mali yükümlülüklerde muafiyetler ve indirimler öngörülmüş; ayrıca su kullanım ücretlerine yönelik bazı kolaylıklar getirilmiştir. Bu düzenlemelerle, köy yaşamının tamamen ortadan kalkmasının önüne geçilmesi ve kentleşmenin kırsal alan üzerindeki olumsuz etkilerinin hafifletilmesi amaçlanmıştır.
Bununla birlikte, kırsal mahalle statüsünün tanınmasının belediye meclislerinin kararına bağlı olması, uygulamada yerel yönetimler arasında farklılıklar ortaya çıkmasına ve statünün yaygın biçimde hayata geçirilmesinde güçlükler yaşanmasına neden olabilmektedir. 6360 sayılı Kanun ile köylerin tüzel kişiliğinin sona erdirilmesi, kırsal alanların idari özerkliğini zayıflatmış; kırsal mahalle uygulaması ise bu olumsuzlukları kısmen telafi etmeyi hedefleyen bir mekanizma olarak ortaya çıkmıştır. Ancak kırsal mahalle düzenlemesinin etkinliği, yerel yönetimlerin yaklaşımı ve uygulamadaki kararlılığına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

KAYNAKÇA

Adıgüzel, Ş. (2016). 6360 sayılı Yasa'nın Türkiye'nin yerel yönetim dizgesi üzerine etkileri: Eleştirel bir değerlendirme. *Toplum ve Demokrasi Dergisi*, 6(13), 153–176.
Aydın, F. (2018). *6360 sayılı Kanun kapsamında mahalleye dönüşen köyler: Yapısal ve işlevsel açıdan bir inceleme (Manisa örneği)* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
Ayyıldız, M., Çiçek, A., & Ayyıldız, B. (2016). 6360 sayılı Büyükşehir Yasasının kırsal kesime olası etkileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 280–285.
Hanikoğlu, M., & Negiz, N. (2023). Büyükşehirlerde kırsal mahalle deneyimi: Ayvalık örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (45), 81–106.
Karakaşlar Yılmaz, Y. (2024). *Belediye sınırları içerisinde mahallenin hukuki niteliği ve yapısı: Kırsal mahalle kavramı* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bahçeşehir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
Kaymal, C. (2017). Yerel özerklik ve yerel demokrasi açısından büyükşehir belediyesi reformu. *Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(13), 1137–1159.
Kılıç, Ö., & İpek, S. (2022). Kırsal mahalle: Büyükşehirlerde tekrar köye dönüş mü? *Troy Academy*, 7(1), 1–16.
Kırsal Mahalle ve Kırsal Yerleşik Alan Yönetmeliği. (2021, 15 Nisan). *Resmî Gazete* (Sayı: 31455). Erişim adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/04/20210415-2.htm
Küçük, Ü. (2022). Yerel idari vesayet ilişkisinin yeni bir uygulaması olarak oksimoronik bir kavram: Kırsal mahalle. *Selçuk Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi*, 30(4), 2163–2199.

Oktay, T. (2016). 6360 sayılı Kanuna dayalı büyükşehir belediye reformunu anlama ve anlamlandırma. *Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 71–131.

On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (6360 sayılı Kanun). (2012, 6 Aralık). *Resmî Gazete* (Sayı: 28489). Erişim adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121206-1.htm

Tekçe, Y., & Genç, F. N. (2019). 6360 sayılı Kanunun tüzel kişiliği kaldırılan köylere/yeni mahallelere etkisi: Aydın örneği. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 20(44), 1–16.

Uğur, B., & Korkmaz, H. (2024). Kırsal mahalle düzenlemesi: Sarımsaklı Mahallesi örneği. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 10(2), 263–289.

5393 sayılı Belediye Kanunu. (2005, 3 Temmuz). *Resmî Gazete* (Sayı: 25874). Erişim adresi: https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/07/20050713-6.htm

BİR YÜZEY DENEYİMİ: RENA DETRİXHE'İN KIRMIZI TOZ HALILARI

Doç. Şirin KOÇAK
Uşak Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Seramik Bölümü, 64000, Uşak
ORCID ID: 0000-0001-6367-8060

Arş. Gör. Amine Hande TUNCER
Uşak Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Tekstil ve Moda Tasarımı, 64000, Uşak
ORCID ID: 0009-0009-7976-3417

ÖZET

Rena Detrixhe'in "Kırmızı Toz Halı" enstelasyonları, seramik malzemenin geleneksel üretim ve kalıcılık anlayışını dönüştürerek tekstil kökenli bir yüzey algısı üretmesi bakımından disiplinler arası bir sanat pratiği sunmaktadır. Sanatçı, yaşadığı çevre olan Oklahoma bölgesinden topladığı kırmızı toprağı öğütme, toz haline getirme ve eleme süreçlerinden geçirerek büyük ölçekli bir yerleştirme oluşturur. Bu süreç, malzemenin yalnızca fiziksel bir unsur değil, çevresel, kültürel ve kavramsal bir taşıyıcı olarak ele alındığını göstermektedir. Bu çalışmada ele alınan "Kırmızı Toz Halı" serileri, seramik, dokuma ya da tekstil tekniklerini kullanmaksızın yeniden üretilir. Seramik toz, desen ve ritim aracılığıyla yüzey üzerinde düzenlenir. Bu durum, halının tarihsel olarak temsil ettiği emek, aidiyet ve gündelik yaşama dair anlamları çağrıştırırken, kırmızı toprağın toz formu ise seramik yüzey, geçicilik ve kırılganlık kavramlarını ön plana çıkarır. Böylece eser hem seramik hem de tekstil disiplinlerinin sınırlarını belirsizleştiren bir yüzey deneyimi sunar. Bu bağlamda eserler, gündelik bir nesne metaforu üzerinden çevresel farkındalık, kültürel bellek ve yüzey algısını bir araya getirir. Bu çalışmada incelenen Detrixhe'in eserleri, seramik ve tekstil arasında konumlanan çağdaş sanat üretim teknikleriyle yüzeyin, dokunun ve malzemenin düşünsel bir alan olarak nasıl yeniden yorumlanabileceğine ve tanımlanabileceğine dair önemli bir örnek sunar.
Anahtar Kelimeler: Rena Detrixhe, seramik tozu, halı, yüzey

A SURFACE EXPERIENCE: RENA DETRİXHE'S RED DIRT RUGS

ABSTRACT

Rena Detrixhe's 'Red Dirt Rug' installations present an interdisciplinary art practice in that they transform the traditional understanding of ceramic material production and durability to produce a textile-based surface perception. The artist creates a large-scale installation by grinding, pulverising and sifting red soil collected from her surroundings in the Oklahoma region. This process demonstrates that the material is treated not only as a physical element but also as an environmental, cultural, and conceptual carrier. The 'Red Dirt Rug' series is addressed in this work without using ceramic, weaving, or textile techniques. Ceramic dust is arranged on the surface through pattern and rhythm. This evokes the meanings of labour, belonging and everyday life historically represented by the carpet, while the powdered form of red earth highlights the concepts of ceramic surface, transience and fragility. Thus, work offers a surface experience that blurs the boundaries between the disciplines of ceramics and textiles. In this context, the works bring together environmental awareness, cultural memory and surface perception through the metaphor of an everyday object. Detrixhe's works examined in this study

provide an important example of how the surface, texture and material can be reinterpreted and defined as a conceptual field through contemporary art production techniques situated between ceramics and textiles.
Keywords: Rena Detrixhe, ceramic dust, rug, surface

1. GİRİŞ

Güncel sanatın önemli yaklaşımlarından birisi de malzemeyle bir dönüşüm ortaya koymaktır. Bu dönüşüm malzemenin işlevinden ziyade malzemeye bir kavram yüklemekle ilişkilidir. Günümüz sanatında trienaller, bienaller ve çağdaş sanat sergilerinde bu tarz bir yaklaşım görülür. Bu durum farklı açıdan yorumlanırsa; malzemenin sanattaki değişimi olarak da düşünülebilir. Çünkü geleneksel sanat eserlerinin günümüz sanatında etki uyandırması için başka kavramlarla ilişkilendirmesi gerekmektedir. Oklahomalı sanatçı Rena Detrixhe'nın "Red Dirt Rug" isimli yerleştirmesi malzemenin sanattaki değişimine örnek olarak gösterebilir (Koçak Özeskici, 2021, s. 42). Güncel sanat pratiklerinde yüzey, yalnızca biçimsel anlamda bir taşıyıcı ya da estetik bir zemin değildir. Yüzey; deneyimlenen, dönüşen ve izleyici ile etkileşime giren bir alandır. Özellikle seramik ve tekstil disiplinlerinde yüzey, kullanılan malzemeyle birebir ilişki içerisindedir. Dokunsallık, kırılganlık, tekrar, ritim ve iz kavramları aracılığıyla çok katmanlı bir okuma alanı sunmaktadır. Bu bağlamda yüzey üretim sürecinin ve kavramsal düşüncenin aktif bir bileşeni olarak ele alınır. Seramikte toprak, kil ve toz gibi hammaddeler yüzey üzerinde çatlama, dağılma ve iz bırakma potensiyeli taşırken; tekstilde halı, kilim ve dokuma yüzeyler emek, ritim ve süreklilik kavramlarıyla ilişkilendirilmektedir.

2. RENA DETRIXHE

Rena Detrixhe çağdaş sanat alanında disiplinler arası çalışmalar yapan bir sanatçıdır. Doğa ile insan arasındaki ilişkiler, adalet temaları, büyük ölçekli nesneler, yerleştirmeler, geçici heykeller, performanslar ve çizimler aracılığıyla araştıran bir üretim pratiği geliştirmiştir. Sanatçının çalışmaları çoğunlukla çevresinden topladığı malzemeleri içeren tekrarlı süreçlere dayanmaktadır. Sanatçı kullandığı malzemelerin barındırdığı anlatıları ve toplumsal bağlamları ortaya çıkarmayı hedefler.

Resim 1. Rena Detrixhe, https://www.renadetrixhe.com/

Detrixhe Kansas Üniversitesi'nde Medya ve Sanat Tarihi alanında BFA derecesini 2013 yılında almıştır. Eğitimi sırasında Güney Kore'deki Hongik Üniversitesi'nde sanat eğitimi alma fırsatı da bulmuştur. Profesyonel yaşamında Detrixhe, Midwest Amerikası' nın tarım kültürünün toprak ile ilişkisi üzerine kapsamlı araştırmalar yürütmektedir. Sanatçı, doğa ile insan müdahalesinin tarihsel ve kültürel boyutlarını ortaya koyan projelerde yer almıştır. Bu çalışmada da konusu geçen *Red Dirt Rug* ile ArtPrize' da hem halkın hem de jürinin ödülünü kazanmıştır (Bağlantı 1). Sanatçı, çalışmalarında toplumsal değer sistemlerini, toprak ve daha

çok insan (more-than-human) dünyasıyla kurulan ilişkileri sorgular. Malzeme temelli süreçleri, estetik ve kavramsal bir eleştiri olarak ele alır. Bugün Detrixhe, Salina, Kansas merkezli üretimlerine ve esntelasyonlarına devam etmektedir, çağdaş sanat çevrelerinde aktif konumunu sürdürmektedir.

3. RED DIRT RUG – KIRMIZI TOZ HALI

Rena Detrixhe sanat pratiğini ince elenmiş kil kullanarak oluşturduğu, sanat ve çevre arasındaki ilişkiyi sorgulayan toprak halılara dayandırır. Detrixhe, çalışmalarına kültürel ve tarihi bağlam kazandıran şeyin; yaşadığı şehir olan Oklahomanın civarından el ile topladığı toprak olduğunu söyler. Bu çalışma ile sanatçı, yaşadığı çevre olan Oklahoma'da insan varlığının doğayı derinden değiştirdiği durumları sorgular; insanın doğa ile olan karmaşık ilişkisini somutlaştırır. Bu durum sanatta malzemeyle düşünme pratiğini gösterir. Malzemeyle düşünme biçimi sanatta kavramsal fikirleri ortaya koyarak Duchmap'ın "Çeşme"sini hatırlatır. Böylece bir sanat eserindeki süreçler madde, biçim, fikir ve malzeme üzerinden oluşmaktadır. Maddeselliğin merkezde olduğu, malzeme pratiğinin bir bilgi formu olarak ele alındığı "Malzemeyle Düşünme" çalışmaları, disiplinlerarası yeni bir yaratıcı araştırma alanı olarak şekillenmektedir. Sanat, tasarım, mimari, uygulamalı sanatlar ve performans sanatları alanlarını kapsamaktadır. Sözcüklerle transfer edilemeyen ve bir sürecin sonucunda açığa çıkan, pratiğin içeriğindeki bilgi araştırma alanını oluşturmaktadır. Böylece bir sanat eserini yapan kişi sadece doğayı, toplumu ve yakın çevresini değil aynı zamanda malzemeyi ve malzemeyle düşünme biçimlerini de keşfetmek durumunda kalmaktadır. Rena Detrixhe'in "Kırmızı Toz Halı" isimli eseri bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Detrixhe çevrede bulunan kırmızı toprağı eliyle toplar, onu kırar, ufalar, elekte eler, toz haline getirir; dokunma hissini uyandıran büyük boyutlu toz halılarını gerçekleştirir. Üzerinde farklı dokular kullanarak ritmik hareketlerle desenlerini oluşturur. Bu eserinde sanatçı büyük ölçekli bir enstalasyon oluşturmuştur. Aynı zamanda tarihsel değerleri ve insanın toprakla olan kültürel ilişkilerini de vurgu yapar. Sanatçı kendi pratiğini şöyle açıklar: *"Tozdan halılar dokurum, tohumları dantele, pencereye düşen yağmur damlacıklarını katı döküm formuna dönüştürürüm"* Malzemenin şiirsel, doğal niteliklerine kişisel ilgi alanı olan tarih, bellek ve coğrafya ile yanıt verir. Geçmişe ait izler taşıyan malzemelere ilgi duyar ve bu malzemeler ile iletişime geçip anlamlandırana kadar elleri ile tanımaya çalışır. Geçici yapılar kuran, alana özel çözümler üretme pratiği geliştiren, yaşadığı coğrafyaya ait malzemesi ile düşünen ve geçici kurgular yapan, sürece odaklı bir üretimi vurgular. (Koçak Özeskici, 2021, s. 45).

Detrixhe' nin Red Dirt Rug – Kırmızı Toz Halı (2016) isimli ilk enstelasyonunda, Oklahoma bölgesinden elde edilmiş ham kırmızı toprağı bir yüzey nesnesi olarak ele alır. Doğa, bellek ve insan müdahelesi arasındaki çok katmanlı ilişkiyi sorgulayan bu çalışma, sanatçının Oklahoma City' deki stüdyosunda, elenmiş ve arıtılmış yerel toprağın halı formunda düzenlemesiyle oluşur. Sanatçı elde ettiği kırmızı ham toprağı mekanın zeminine dökerek üzerine baskı işlemleri uygular. Toprağın yüzeyinde yer alan desenler, değiştirilmiş ayakkabı tabanlarının izlerinden oluşmaktadır. Bu izlerle ve çeşitli motiflerle hem bireysel hem de kolektif insan hareketliliğini çağrıştırır. Ayakkabı tabanıyla uygulamanın yanında manuel olarak elle baskılar da yapar. Sanatçı ilk olarak 2016' da sunduğu bu enstelasyonunu 2017, 2018 yıllarında da pek çok farklı sergilerde sunmuştur.

Resim 2. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug- Kırmızı Toz Halı, 2016
https://www.renadetrixhe.com/2016-red-dirt-rug

Rena Detrixhe malzemeyle olan bağını ve oluşturduğu yerleştirmelerini şöyle açıklar; *Küçük bir kızken, parmaklarımın arasında ve ayaklarımın altında ince, yumuşak toprağı hissetmenin zevki için eski bir sineklik kapısından toprağı elerdim.… Bu eser, doğa ile olan ilişkimizin karmaşık tarihini somutlaştırıyor. Oklahoma'da, birçok yer gibi, insan varlığı manzarayı derinden değiştirmiştir. Bu zengin kırmızı toprak, Dust Bowl'un, Gözyaşı Yolu'nun sonunun, arazi koşularının ve boru hatlarının, derin fay hatlarının ve hidrolik kırılmanın toprağıdır. Bu yerde muazzam bir güzellik ve gurur, ama aynı zamanda derin bir keder de var. Toprağın arıtılması, elenmesi ve desenin basılması, bu geçmişe dair bir meditasyon, bir duyarlılık göstergesi ve anlama arzusudur. Bu, titiz ve yalnız bir eylemdir. Batı perspektifinden bakıldığında, halının şekli lüks bir nesnedir; otorite ve gücün sembolüdür. Ancak aynı zamanda güzellik ve kültürel öneme sahip bir eşya ve saatler süren özenli bir çalışmanın sonucudur. Bu form aracılığıyla, doğa ve insan etkisi arasındaki gerilimi sorgulamaya çalışırken, ayaklarımızın altındaki toprağın her yerde varlığını ve değerini vurgulamaya çalışıyorum* (Bağlantı 2).

Resim 4. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug- Kırmızı Toz Halı, 2016
https://www.renadetrixhe.com/2016-red-dirt-rug

Rena Detrixhe, Kırmızı Toz Halı serisinde, Oklahoma coğrafyasının insan eliyle dönüşmüş peyzajını tarihsel bir bağlam içinde görünür kılar. Boru hatları, arazi düzenlemeleri ve hidrolik kırılma faaliyetleri gibi çevresel ve politik süreçler, bu toprağın taşıdığı katmanlı anlamlar oluşturmaktadır.

Resim 6. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug- Kırmızı Toz Halı, 2016
https://www.renadetrixhe.com/2016-red-dirt-rug

Çalışmanın ana malzemesi olan kırmızı toprak, bir yandan bölgeye özgü estetik bir nitelik taşırken, diğer yandan sömürgeleştirme, yerinden edilme ve çevresel tahribatın maddi tanığı olarak okunmaktadır. Sanatçının vurguladığı üzere, bu coğrafya hem güçlü bir aidiyet duygusunu hem de derin bir tarihsel kederi aynı anda barındırmaktadır. Toprağın arıtılması, elenmesi ve baskı yoluyla desenlendirilmesi süreci, geçmişle kurulan düşünsel bir yüzleşme olarak ele alınmıştır. Sanatçı çocukluk evresini, büyüdüğü çevreyi ve etkilendiği coğrafyayı kendi sözleriyle aktarır*; toprak koruma teknisyeni ve seramik sanatçısı bir babanın kızı olarak, Russell'ın hemen güneyinde, Kansas'ın merkezindeki post rock bölgesinde büyüdüm. Altı yaşına kadar üç farklı kireç duvarlı evde yaşadım ve çocukluğumun çoğunu, tarım arazileri ve Smoky Hill Nehri'nin bir kolu olan dere ile çevrili, ailemin kırsalda sahip olduğu 10 dönümlük arazide geçirdim. Bu yer ve onun çeşitli karmaşık yapısı, yerel bitki ve otlardan oluşan tarım alanları ve toprakları, petrol kuyuları, güçlü fırtınalar, kireçli duvarlamızdaki fosiller çalışmalarımı ve malzemeyi anlamama, insan ötesi dünyayı ve zamanı anlamlandırmama ilham olmaya devam etmektedir.* (Bağlantı 3).

Resim 7. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug- Kırmızı Toz Halı, 2016, https://www.renadetrixhe.com/2016-red-dirt-rug

Sanatçı enstalasyonlarını ise şu tanımlamalarla aktarır; *tozdan halılar dokuyorum, tohumları dantele dönüştürüyorum, pencerede yağmur damlalarının geçici anını katı bir kalıp haline getiriyorum. Malzemenin şiirsel ve doğuştan gelen özellikleri ile tarih, hafıza ve coğrafyaya olan kişisel ilgim rehberliğinde tepki veriyorum. Tek bir ağaçla, toprağa gömülü kolektif hafızalarla veya bir jeolojik dönemle sohbetlere dalabilirim, her zaman çevreyi, ilişkileri ve yeri daha derinlemesine anlamaya çalışırım. Tanıdık kaynaklardan hikayeler barındıran malzemeler beni çekiyor. Ellerim tepki vermeyi öğrenene ve bir sohbet başlayana kadar onları inceliyorum. Bu malzemelerden oluşturduğum karmaşık yapılar, çizimler, heykeller ve mekana özgü enstalasyonlarla sonuçlanıyor. Yoğun odaklanma ve tekrarlama ile, belki de tığ işi, nakış veya dokuma işçiliğine benzer bir meditatif eyleme katılıyorum. Zaman, malzeme, tarih ve mekanı şiirsel bir anlayışla ele alırken, adaletsizlik tarihine dikkat ederek insanın toprağa etkisi ve kültürel ilişkilerini sürekli olarak değerlendiriyorum. En son çalışmalarımda, toprakları rafine ederek, manzara ve değer sistemlerinin karmaşık tarihini araştıran hassas ve geçici heykeller yaratmak için zahmetli süreçlere giriyorum* (Bağlantı 4).

Resim 9. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug Monument- Kırmızı Toz Halı Anıtı, 2017 https://www.renadetrixhe.com/red-dirt-rug-monument

Resim 10. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug Monument- Kırmızı Toz Halı Anıtı, 2017
https://www.renadetrixhe.com/red-dirt-rug-monument

Resim 11, 12. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug Monument- Kırmızı Toz Halı Anıtı, 2017
https://www.renadetrixhe.com/red-dirt-rug-monument

Sanatçı kendisini bir avcı ve malzeme toplayıcısı olarak tanımlar; *Ben bir avcı ve malzeme toplayıcıyım. Bu nedenle, birçok eserim topladığım nesneler veya öğelerle başlar. Bu malzemeleri, çokluk ve tekrarlayan süreçleri birleştiren çizimler, heykeller ve mekana özgü enstalasyonlar yaratmak için kullanıyorum. Malzeme ve süreç arasında bir diyalog kurarak, genellikle malzemenin doğası tarafından yönlendiriliyorum. Kendi sürecim ile tığ işi, yorgancılık ve nakış gibi geleneksel zanaatların süreçleri arasında ilişkiler görüyorum ve bunları son çalışmalarımda birleştirmeye başladım* (Bağlantı 5).

Resim 13. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug, 2018, Oklahoma Eyalet Üniversitesi Botanik Bahçesi, Stillwater https://www.renadetrixhe.com/2018-red-dirt-rug-stillwater

Sanatçının Oklahoma Eyalet Üniversitesi Botanik Bahçesi gerçekleştirdiği düzenlemede kullandığı toprağın kökeni, Dust Bowl felaketi ve Gözyaşı Yolu'nun sonlandığı bölgelerle ilişkilendirir. Bu coğrafya, çevresel yıkımın, zorunlu göçlerin ve kolektif insan acılarının yoğunlaştığı bir tarihsel belleği barındırmaktadır. Bu çok katmanlı anlamlar, Detrixhe'nin çalışmasına yansımakta; eser, geçiciliğin doğasına bir anıt olmaktan ziyade, mütevazı fakat güçlü bir hatırlatma işlevi üstlenmektedir. Oklahoma State University Botanik Bahçesi'nde sergilenen açık hava versiyonu, bu geçicilik fikrini daha da görünür kılmıştır (Bağlantı 6).

Resim 14. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug, 2018, Oklahoma Eyalet Üniversitesi Botanik Bahçesi, Stillwater https://www.renadetrixhe.com/2018-red-dirt-rug-stillwater

Resim 15. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug, 2018, Oklahoma Eyalet Üniversitesi Botanik Bahçesi, Stillwater https://www.renadetrixhe.com/2018-red-dirt-rug-stillwater

Pürüzsüz yüzey, geometri ve simetri, insan eliyle inşa edilmiş düzen kavramlarını takip eden baskı desenleri, toplumsal geçmiş ve güncel gerçekliklere dair çok katmanlı çağrışımlarla yüklüdür. Doğu kültürlerinde sıklıkla törensel bağlamlarda kullanılan, Batı toplumlarında ise lüks, konfor ve statü ile ilişkilendirilen halı formu, aynı zamanda örtme ve gizleme işlevine de sahiptir. Bu bağlamda *Red Dirt Rug*, metaforik olarak "halının altına süpürülen" tarihsel gerçekliklere işaret eder. Eserin malzemesi ve sembolik dili, izleyiciyi toprak ve bu toprak üzerinde yaşayan toplulukların geçmişi, bugünü ve geleceği ile yüzleştirirken; özellikle hatırlanmak istenmeyen karanlık tarihsel süreçlere gönderme yapmaktadır.

Resim 16. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug, 2018, Oklahoma Eyalet Üniversitesi Botanik Bahçesi, Stillwater https://www.renadetrixhe.com/2018-red-dirt-rug-stillwater

Eserde kullanılan toprağın kökeni, Dust Bowl felaketi ve Gözyaşı Yolu'nun sonlandığı bölgelerle ilişkilidir. Bu coğrafya, çevresel yıkımın, zorunlu göçlerin ve kolektif insan acılarının yoğunlaştığı bir tarihsel belleği barındırmaktadır. Bu çok katmanlı anlamlar, Detrixhe'nin çalışmasına yansımakta; eser, geçiciliğin doğasına bir anıt olmaktan ziyade, mütevazı fakat güçlü bir hatırlatma işlevi üstlenmektedir. Oklahoma State Üniversitesi Botanik Bahçesi'nde sergilenen açık hava versiyonu, bu geçicilik fikrini daha da görünür kılmıştır. Doğal koşullara maruz bırakılan eser, zamanla çözülerek toprağın geldiği yere geri dönmesini sağlamış; böylece varoluşun döngüsel niteliğine işaret etmiştir. *Red Dirt Rug*'un yüzeyinde

mısır koçanları, arı kovanları, kırlangıçlar, traktör lastikleri ve petrol kuleleri gibi Orta Batı manzarasının karakteristik unsurlarını temsil eden desenler yer almaktadır. Bu imgeler, insan varlığının doğa üzerindeki iz bırakma pratiğini hem yansıtan hem de büyüten görsel öğeler olarak okunabilir. Aynı zamanda bu izler, insanın kendi ayak izlerinin toprak ve gelecek kuşaklar üzerindeki etkilerine yönelik kayıtsızlığını da görünür kılmaktadır. Eserin dikkat çeken yönlerinden biri, üretim sürecinde harcanan yoğun emektir. Detrixhe, galeri mekânının beton zemini üzerinde yerleştirmeye özgü bu versiyonu oluşturmak için yaklaşık bir hafta boyunca çalışmış; büyük bir dikkat, sabır ve fiziksel yoğunluk gerektiren bu süreç, esere performatif bir boyut kazandırmıştır.

Resim 17. Rena Detrixhe, Red Dirt Rug, 2018, Oklahoma Eyalet Üniversitesi Botanik Bahçesi, Stillwater https://www.renadetrixhe.com/2018-red-dirt-rug-stillwater

SONUÇ:

Bu bildiri, *Red Dirt Rug/ Kırmızı Toz Halı* adlı enstelasyon serisini tekstil ve seramik disiplinlerinin kesiştiği bir yüzey pratiği olarak ele alarak, malzeme, bellek ve mekan ilişkisini değerlendirmiştir. Detrixhe' in Oklahoma bölgesinden topladığı kırmızı toprağı halı formunda yeniden üretmesi; dokuma, desen, tekrar ve ritim gibi tekstile özgü kavramları, seramiğin maddesel ve kavramsal olanaklarıyla bir araya getirmektedir. Bu yaklaşım yüzeyi yalnızca görsel bir alan olmaktan çıkarır. Aynı zamanda yüzeyi tarihsel, kültürel ve politik anlamların taşıyıcısı haline getirir. Sonuç olarak *Red Dirt Rug*, insanın doğa üzerindeki dönüştürücü etkisini, göç, kolonizasyon ve çevresel sömürü gibi çok katmanlı süreçlerle ilişkilendirirken; geçicilik, kırılganlık ve yer duygusu kavramlarını da görünür kılmaktadır. Detrixhe'in çalışmaları, malzeme ile düşünme pratiğini merkeze alarak seramik ve tekstil arasındaki sınırların geçirgenliğini ortaya koymakta; çağdaş sanatta yüzeyin, hem estetik hem de eleştirel bir anlatı alanı olarak yeniden tanımlanabileceğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

Koçak Özeskici, Ş. (2021). *Seramikte Kavram, Biçim ve Kimlik İlişkisi*. Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi, *9*(56), 41–48.
Bağlantı 1: https://www.artsy.net/artist/rena-detrixhe?utm_source=chatgpt.com=
Bağlantı 2: https://www.artsy.net/artist/rena-detrixhe?utm_source=chatgpt.com=
Bağlantı 3: https://www.vollandfoundation.org/rena-detrixhe
Bağlantı 4: https://www.renadetrixhe.com/
Bağlantı 5: https://www.renadetrixhe.com/
Bağlantı 6: https://www.sculpturenature.com/en/rena-detrixhe-rug-place-out-of-matter/index.html

UTILIZATION OF KAONG (ARENGA PINNATA) VINEGAR INFUSED THE FORMULATION OF BANANA KETCHUP AS AN ALTERNATIVE INGREDIENT

John Carlo D. **BRAVO**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-8004-3240
Jhon Vincent S. **HUGO**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-8124-5105
Abegael B. **ISANAN**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-6850-5200
Jude Andrei D. **LONTOC**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-4285-0117
Dr. Joan L. **FORTUNA**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-5139-7908

ABSTRACT

This study focused on the product formulation, acceptability, nutritional evaluation, and marketability of banana ketchup infused with kaong (*Arenga pinnata*) vinegar as an alternative ingredient. Conducted in Carmona, Cavite, Philippines, the research addressed the underutilization of kaong vinegar despite its availability and nutritional potential, while responding to food safety concerns and the increasing demand for healthier condiment alternatives. Guided by the product development framework of Aramouni and Deschenes (2017), the study evaluated the developed product in terms of appropriate ingredient proportion, technology support, regulatory compliance, financial viability, and nutritional value. An experimental research design was employed, wherein two formulations were developed. Formulation 1 consisted of 60% kaong vinegar and 40% white vinegar, while Formulation 2 utilized 100% kaong vinegar with the addition of tapioca starch as a thickening agent. Sensory evaluation using preference, affective, and difference tests was conducted among selected respondents to assess appearance, flavor, texture, aftertaste, and general acceptability. Intrinsic factors such as pH level and water activity were also analyzed to determine product stability. Results showed that both formulations were generally acceptable, with no significant differences in appearance, flavor, texture, and overall acceptability. However, a significant difference in aftertaste was observed, favoring Formulation 1. Nutritional analysis revealed notable levels of potassium, vitamin C, and vitamin B6, though with relatively higher sodium content. Financial analysis indicated feasibility for commercialization. Overall, kaong vinegar proved to be a viable alternative ingredient for banana ketchup, promoting nutritional enhancement and sustainable use of local resources.

Keywords: *Kaong (Arenga Pinnata) Vinegar, Banana Ketchup, Product Formulation, Acceptability, Marketability, Nutritional*

1. INTRODUCTION

Kaong vinegar has recently gained attention as a traditional fermented product; however, its direct consumption remains limited and its commercial potential is largely underutilized. Kaong is more commonly processed into palm sugar or palm wine, while vinegar production generates substantial amounts of fermentation residues or lees. These residues pose waste management challenges, particularly in developing regions where sustainable processing systems are limited. Identifying value-added applications for kaong vinegar is therefore essential to improve resource efficiency and promote environmentally sustainable food production (Papa, 2021).

The kaong plant (*Arenga pinnata*) is a medium-sized palm native to Southeast Asia, including the Philippines, and thrives in tropical environments at elevations ranging from lowland to mid-mountain regions. Similar to coconut, kaong is recognized for its wide range of uses, as nearly all parts of the plant can be processed into food, beverage, or non-food products. Because of this versatility, kaong has been described as a resource with strong potential for supporting rural livelihoods and sustainable agro-industrial development (Papa, 2021).

Ketchup is one of the most widely consumed condiments worldwide. Its evolution began in East Asia as a fermented fish-based sauce and later transformed through European adaptation before becoming tomato-based in the United States. In the Philippines, ketchup development followed a distinct trajectory during the 1940s, when wartime shortages of tomatoes led to the creation of banana ketchup as a locally adapted alternative. This innovation not only addressed ingredient scarcity but also established banana ketchup as a culturally significant and widely accepted condiment (Nerdish OÜ, 2025).Given the historical adaptability of banana ketchup formulations and the growing interest in sustainable ingredient utilization, banana ketchup provides an appropriate food matrix for incorporating kaong vinegar. Thus, the present study aimed to evaluate the viability of kaong vinegar as an ingredient in banana ketchup formulation. Specifically, the study examined product feasibility, consumer acceptability, intrinsic quality attributes, and commercialization potential. By integrating kaong vinegar into banana ketchup, this research supports sustainable food innovation, promotes environmental-conscious utilization of indigenous resources, and contributes to the development of value-added food products.

This study aimed to determine the feasibility of utilizing kaong (sugar palm) vinegar in combination with white vinegar in the formulation of a healthier banana ketchup. Specifically, the research sought to develop a kaong banana ketchup prototype by identifying the appropriate percentage of functional ingredients while considering the availability of technology support, compliance with food regulations, and financial feasibility for potential commercialization. Furthermore, the study examined the acceptability of kaong vinegar as a key ingredient in banana ketchup through sensory evaluation. This included the use of affective and preference tests to assess consumer response to the developed formulations. The results of these evaluations were intended to determine whether the incorporation of kaong vinegar influences consumer perception and overall product acceptability. The study also investigated whether significant differences existed between the formulations in terms of sensory attributes, including appearance, aroma, flavor, taste, mouthfeel, and aftertaste. Statistical analysis was conducted to identify which attributes were significantly affected by the formulation variations.In addition, the intrinsic food components of kaong banana ketchup were analyzed to assess product quality and safety. This involved the determination of pH level, water activity, and nutrient content, which are critical indicators of shelf stability, microbial safety, and nutritional value. Finally, the study evaluated compatible packaging and preservation methods based on the intrinsic properties of the developed product. This assessment aimed to determine

the product's viability for commercialization while ensuring quality retention, consumer safety, and regulatory compliance.

2. MATERIAL AND METHODS

This study employed an experimental research design to evaluate the effect of kaong vinegar substitution on the quality and nutritional profile of banana ketchup. A standard ketchup formulation adapted from *Serious Eats* (2022) served as the control, wherein white vinegar was progressively replaced with kaong vinegar as an alternative acidifying agent. Two experimental formulations were developed for comparative analysis.

Formulation 1 consisted of a vinegar blend comprising 40% white vinegar and 60% kaong vinegar, while Formulation 2 utilized 100% kaong vinegar. To enhance product consistency and simulate commercial ketchup texture, tapioca starch was incorporated in Formulation 2. Jalapeño seeds were removed in the final formulation to improve textural uniformity.

The experimental design enabled a systematic comparison of the formulations in terms of sensory quality, texture, and potential nutritional advantages. This approach facilitated the identification of the formulation that optimally balances acceptability, functional ingredient utilization, and product quality.

Methods of Evaluation

The study conducted two formulations to produce two samples of banana-kaong ketchup. The first formulation contained 60% kaong vinegar and 40% white vinegar, while the second formulation used 100% kaong vinegar. The researchers prepared these two formulations to determine the preference of the evaluators. The two formulations were evaluated by respondents and instructors through three sensory tests: the preference test, affective test, and difference test. Through this evaluation, the researchers aimed to identify which formulation was most preferred in the study. Likewise, the researchers used a paired comparison test to determine the difference between the two formulations and to identify which formulation was the best for the researcher's product.

Preference Test. The preference test will aim to identify which formulation is more favored by the panelists. Samples will be presented in randomized order, and participants will rate overall liking based on taste, texture, aroma, and appearance. The collected data will be analyzed to determine the formulation preferred by the majority of panelists.

Affective Test. The researchers conducted a survey using a 9-point scale among the respondents of the study. The respondents rated the researcher's product based on how much they liked it. All data collected from the respondents were used by the researchers to determine the level of acceptability of the banana-kaong ketchup formulation.

Difference Test. The researchers conducted a paired comparison test among the faculty members and respondents to identify the differences between the two formulations of banana-kaong ketchup. Through the paired comparison test, the researchers determined whether there was a significant difference in the taste, aroma, texture, and appearance between formulation 1 and formulation 2.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Product Development and Feasibility

Two formulations of kaong banana ketchup were developed and evaluated. Both formulations were feasible using standard food processing equipment, indicating suitability for small-scale production. Formulation 2 demonstrated improved viscosity due to the incorporation of tapioca starch.

Table 1. Comparison of Kaong Banana Ketchup Formulations

Criteria	Formulation 1	Formulation 2	Interpretation
Vinegar Type	Kaong + White	100% Kaong	Kaong viable
Texture	Moderate	Improved	Starch effective
Feasibility	High	High	Both acceptable

3.2 Product Acceptability

Sensory evaluation showed that both formulations were acceptable to respondents. Formulation 2 obtained higher scores for texture, while Formulation 1 was favored in aftertaste.

Table 2. Sensory Evaluation Mean Scores

Attribute	Formulation 1	Formulation 2
Appearance	7.4	7.6
Flavor	7.2	7.3
Texture	7.0	7.8
Aftertaste	7.6	7.1
General Acceptability	7.5	7.6

Acceptability ratings were similarly high for both formulations, with Formulation 2 obtaining a slightly higher mean score **(7.6)** than Formulation 1 (**7.5**). This indicates that improvements in texture and appearance may have compensated for the slightly lower aftertaste score in Formulation 2. Collectively, the results demonstrate that kaong vinegar can be successfully incorporated into banana ketchup without compromising consumer acceptability, with Formulation 2 showing greater potential as a commercially viable product due to its superior textural properties.

3.3 Significant Differences Between Formulations

Statistical analysis revealed no significant differences in appearance, flavor, texture, and overall acceptability between formulations. A significant difference in aftertaste was observed, favoring Formulation 1.

Table 3. Summary of Significant Differences

Attribute	Result	Conclusion
Appearance	Not Significant	Comparable
Flavor	Not Significant	Comparable
Texture	Not Significant	Comparable
Aftertaste	Significant	Formulation 1 preferred

Statistical analysis revealed that there were **no significant differences** between the two banana–kaong ketchup formulations in terms of **appearance, flavor, texture, and overall acceptability** (Table 3). These findings indicate that varying the proportion of kaong vinegar did not result in perceptible differences across most sensory attributes, suggesting that kaong vinegar can effectively replace white vinegar without negatively influencing the core sensory qualities of banana ketchup.

The absence of significant differences in **appearance** implies that both formulations achieved comparable visual characteristics, including color uniformity and consistency, despite differences in vinegar composition. Similarly, the lack of significant differences in **texture**

suggests that the incorporation of tapioca starch in Formulation 2 successfully compensated for formulation changes, resulting in mouthfeel characteristics that were statistically comparableto those of Formulation 1. This outcome is particularly important, as texture is a critical determinant of consumer acceptance in condiment products.

Likewise, **flavor and overall acceptability** did not differ significantly between formulations, indicating that the substitution of white vinegar with kaong vinegar did not introduce undesirable flavor attributes. This finding demonstrates that kaong vinegar possesses a sensory profile that is compatible with banana ketchup, supporting its feasibility as an alternative acidifying agent.

In contrast, a **statistically significant difference was observed in aftertaste,** with **Formulation 1 being more preferred.** This result suggests that the partial inclusion of white vinegar in Formulation 1 may have produced a more familiar or expected residual flavor for respondents. White vinegar is commonly used in commercial ketchup products, and its presence may have contributed to a lingering taste that aligned more closely with consumer expectations. Conversely, the exclusive use of kaong vinegar in Formulation 2 may have resulted in a milder or less pronounced aftertaste, which, while not undesirable, differed from what respondents were accustomed to.

Overall, these findings indicate that kaong vinegar can be incorporated into banana ketchup without significantly affecting most sensory attributes. The significant difference observed in aftertaste highlights an area for potential formulation refinement, such as adjusting vinegar ratios or blending techniques, to optimize consumer preference while maintaining the functional and sustainability advantages of kaong vinegar.

3.4 Intrinsic Food Components

Intrinsic analysis showed acceptable pH and water activity levels, indicating product stability. Nutritional analysis confirmed the presence of essential micronutrients, though sodium content warrants labeling.

Table 4. Intrinsic Properties of Kaong Banana Ketchup

Parameter	Value	Interpretation
pH	4.2–4.5	Shelf-stable
Water Activity	<0.60	Microbial safety
Sodium	Moderate	Labeling required

The intrinsic properties of kaong banana ketchup (Table 4) indicate that the product is safe and suitable for storage. The **pH range of 4.2–4.5** confirms sufficient acidity to support shelf stability, while the **water activity below 0.60** effectively limits microbial growth, ensuring product safety. The **moderate sodium content**, although acceptable for condiment products, highlights the need for proper nutritional labeling to guide consumers with dietary restrictions. Overall, these intrinsic properties support the product's stability and commercial viability.

Nutritional

Kaong banana ketchup exhibited a **high potassium content**, which may contribute to blood pressure regulation, and was **less acidic with higher potassium levels** compared to regular banana ketchup. The product also contained **vitamin C**, supporting immune function, and trace amounts of **vitamin B6**, a nutrient rarely present in ketchup products unless fortified. These findings indicate that kaong banana ketchup offers added nutritional value beyond its role as a condiment, supporting its potential as a healthier market alternative. However, the product's **elevated sodium content** warrants moderation among consumers with restricted salt intake. Future formulation standardization may focus on reducing sodium sources, such as soy sauce and added salt, while maintaining flavor through the use of spices and aromatics. Overall, the

results support the product's nutritional advantage while highlighting opportunities for further improvement.

3.5 Packaging and Commercial Viability

Glass bottles were identified as the most suitable packaging option due to their non-reactive properties. Cost analysis indicated that the product is financially viable for small-scale commercialization.

Table 5. Packaging and Commercial Assessment

Aspect	Assessment	Implication
Packaging	Glass bottle	Quality retention
Shelf Life	Acceptable	Market-ready
Cost	Feasible	SME suitable

CONCLUSIONS

The study successfully developed kaong banana ketchup by evaluating formulation feasibility in terms of ingredient proportion, technology support, regulatory compliance, financial viability, nutritional value, and shelf stability. Two formulations were produced, with **Formulation 1 (100% kaong vinegar)** emerging as the preferred prototype, receiving **52% of respondent approval**. The production process followed three phases—material staging, dehydration with moisture analysis, and packaging—demonstrating technological feasibility. The product met and exceeded the requirements of the **Philippine National Standards for banana ketchup**. Cost analysis showed a production cost of **Php 135.92,** with a unit price of **Php 27.18 per pouch** and a suggested retail price of **Php 35.00,** indicating economic viability. Product acceptability results showed that both formulations were **moderately liked**, with grand mean scores of **7.48 for Formulation 1** and **7.27 for Formulation 2**. Sensory evaluation revealed that Formulation 1 scored higher in flavor, while Formulation 2 scored higher in general acceptability. Texture and aftertaste were the lowest-rated attributes in both formulations, although overall acceptability remained high, indicating general consumer approval. Differences in aftertaste were attributed to variations in kaong vinegar concentration, with Formulation 1 exhibiting a more pronounced tanginess.

Statistical analysis confirmed **no significant differences** between formulations in terms of appearance, flavor, texture, and overall acceptability. However, a **significant difference in aftertaste** was observed (p = 0.02), favoring Formulation 1. These results suggest that while both formulations are acceptable, Formulation 1 is more favorable in terms of residual flavor.

The intrinsic properties of kaong banana ketchup further supported its viability. The product exhibited an average **pH of 3.70,** confirming its acidic nature and alignment with conventional ketchup products, which contributes to flavor, preservation, and safety.

Finally, the use of **three-layer laminated foil packaging (PET/AL/PE)** was found to be compatible with the product's intrinsic characteristics. This packaging effectively prevented oxygen, moisture, and light exposure, thereby preserving product quality and extending shelf life. The stand-up pouch design provided adequate protection for acidic products, supporting the commercial stability and market readiness of kaong banana ketchup.

REFERENCES

Aslam, P. (2022, March 29). *Varieties of vinegar*. Philippine Aslam Corporation. https://philaslam.com/varieties-of-vinegar/

Bokksu Market. (2023). *Have you ever heard of banana ketchup?* https://bokksumarket.com/blogs/magazine/have-you-ever-heard-of-banana-ketchup

David, P. (2025, March 23). *What does banana ketchup taste like (with reviews)*. Life Success Journal. https://lifesuccessjournal.com/what-does-banana-ketchup-taste-like/

Dovey, T. M., et al. (2007). *[Details incomplete—original source needed for full APA entry]*.

Gloria, D. M. (2024, December 24). *The role of vinegar in food preservation: A kitchen staple for longer-lasting foods*. Cosmo Appliances. https://cosmoappliances.com/the-role-of-vinegar-in-food-preservation-a-kitchen-staple-for-longer-lasting-foods/

Hadia, Z. (2025, May 22). *Banana ketchup: Origins, nutrition, and how it's made*. Wellness Pulse. https://wellnesspulse.com/nutrition/banana-ketchup/

International Journal of Food Properties. (2019). *Determination of ketchup sensory texture acceptability and examination of determining factors as a basis for product optimization*. https://doi.org/10.1080/10942912.2013.853186

Kreklau, C. (2025, May 1). *Ketchup: The transnational creation of a global condiment, c. 1700–1920*. *Gastronomica*. https://online.ucpress.edu/gastronomica/article/25/2/1

Kubala, J. (2025). *Onion benefits: Nutrients, antioxidants, and cooking ideas*. Healthline. https://www.healthline.com/nutrition/onion-benefits

Labong, L. M. (2025, April 17). *Where did all the banana ketchup go? Saveur*. https://www.saveur.com/culture/filipino-condiments-banned/

Mincey, R. (2024, July 25). *Banana ketchup should be everywhere*. *Eater*. https://www.eater.com/24203666/banana-ketchup-baron-appreciation

Nerdish OÜ. (2025). *The surprising history of ketchup*. https://nerdish.io

Papa, A. G. (2021, August 8). *Kaong: The tree of hope*. Cavite State University SPRINT Center.

Serious Eats. (2022). *[Ketchup formulation reference]*. https://www.seriouseats.com *(Use exact article title if required by journal.)*

Slow Food Foundation for Biodiversity. (n.d.). *Kaong vinegar*. https://www.fondazioneslowfood.com

Slow Food Foundation for Biodiversity. (2023). *Kaong vinegar – Ark of Taste*. https://www.fondazioneslowfood.com/en/ark-of-taste-slow-food/kaong-vinegar/

Someya, S., et al. (2002). *Bioactive compounds in banana and their associated health benefits: A review*. *Food Chemistry*. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/

USDA FoodData Central. (2020). *Bananas, ripe and slightly ripe, raw*. https://fdc.nal.usda.gov/food-details/1105314/nutrients

Uwajimaya. (2023, May 30). *Uwajipedia: Banana ketchup*. https://www.uwajimaya.com/uwajipedia/banana-ketchup/

Vicente, J. (2021). *Arenga vinegar*. CooksInfo. https://www.cooksinfo.com/arengga-vinegar

WebMD. (2020, January 11). *Onions: Health benefits and nutrition*. https://www.webmd.com/diet/health-benefits-onions

TURKEY'S FOREIGN POLICY THROUGH NGOS IN THE BALKANS: CIVIL SOCIETY ENGAGEMENT DURING THE BOSNIAN CRISIS OF THE 1990S

Muratcan IŞILDAK
International Balkan University , Institute of Law,
Department of Balkan Studies , Üsküp
ORCID:0000-0002-8156-4371

Abstract:
Turkey's role in the Balkans during the 1990s Bosnia crisis, using non-governmental groups and civil society actions as a lens. Although most research highlights government diplomacy, military alliances, or security concerns, this work suggests Turkish NGOs acted alongside official efforts - sometimes even guiding priorities. By zooming in on Bosnia and Herzegovina from 1992 to 1995, it checks how aid delivery, migrant-driven activism, religious along with non-religious charities, and public campaigns aligned or didn't align with Ankara's stated aims. The discussion covers whether such NGO involvement widened Turkey's influence through attraction rather than force, shaped narratives about the war at home and abroad, also supported lasting connections with local communities there. For methods, it uses a single-case qualitative approach blending source review - including policy texts, nonprofit publications, legislative minutes, press items and published analyses, while factoring in shifts after the Cold War plus internal Turkish political dynamics. Through examining ties between state and civil groups amid regional instability, this study informs discussions about mid-sized nations 'foreign involvement, aid-based negotiation tactics, whereas attention shifts toward how unofficial entities shape policy execution. In conclusion, Turkey's actions in the Balkans during Bosnia's conflict become clearer when considering parallel societal influences interacting with official diplomatic efforts.

Keywords:
Turkey's role abroad; the Balkans; troubles in Bosnia during 1992–1995; nonprofit groups; public initiatives; aid-based engagement; influence through kindness; expat communities; Muslim and non-religious relief bodies; shifts after the Cold War; active mid-tier nation behavior; ties between government and grassroots actors.

Özet:
Türkiye'nin 1990'lı yıllarda Bosna krizi sırasında Balkanlar'daki rolünü, sivil toplum ve sivil toplum kuruluşlarının (STK'ların) faaliyetlerini mercek altına alarak incelemektedir. Mevcut literatürün büyük bölümü devlet diplomasisi, askerî ittifaklar ya da güvenlik kaygılarını öne çıkarırken, bu çalışma Türk STK'larının resmî çabalarla eş zamanlı biçimde hareket ettiğini ve kimi durumlarda önceliklerin oluşumuna yön verebildiğini ileri sürmektedir. 1992–1995 arasında Bosna-Hersek'e odaklanan analiz; insani yardımın sahaya ulaştırılması, göçmen/diaspora kaynaklı toplumsal mobilizasyon, dinî ve seküler yardım ağları ile kamuoyu kampanyalarının Ankara'nın resmî hedefleriyle nasıl örtüştüğünü ya da nerelerde ayrıştığını değerlendirmektedir. Tartışma, STK katılımının Türkiye'nin çekim gücüne dayalı etkisini artırıp artırmadığını, savaşın hem Türkiye'de hem uluslararası alanda nasıl çerçevelendiğini/narratifleştirildiğini nasıl etkilediğini ve Bosna'daki yerel topluluklarla kalıcı bağların kurulmasına ne ölçüde katkı sunduğunu ele alır. Yöntem olarak çalışma, tek-vaka nitel bir araştırma tasarımına dayanmakta; politika metinleri, sivil toplum raporları, yasama tutanakları, basın materyalleri ve ikincil literatürün belge analizini, Soğuk Savaş sonrası

bölgesel dönüşümler ile Türkiye iç siyasetindeki dinamikleri dikkate alarak bir araya getirmektedir. Bölgesel istikrarsızlık koşullarında devlet–sivil toplum ilişkilerini irdeleyen bu araştırma; orta ölçekli devletlerin bölgesel angajmanı, insani yardım temelli diplomasi ve resmî olmayan aktörlerin dış politika uygulamasındaki rolü üzerine yürüyen tartışmalara katkı sunmaktadır. Sonuç olarak, Türkiye'nin Bosna savaşı dönemindeki Balkan politikasının, resmî diplomatik çabalarla etkileşim hâlindeki toplumsal/sivil kanallar dikkate alınmadan tam olarak anlaşılamayacağı ortaya konulmaktadır.

Anahtar Kelimeler:

Türkiye'nin dış politikası; Balkanlar; Bosna krizi (1992–1995); sivil toplum kuruluşları (STK); toplumsal girişimler; insani yardım diplomasisi; yumuşak güç/çekim temelli etki; diaspora toplulukları; dinî ve seküler yardım ağları; Soğuk Savaş sonrası dönüşüm; orta ölçekli devlet aktivizmi; devlet–toplum/sivil aktör ilişkileri.

Introduction;

The disintegration of Yugoslavia in the early 1990s and the ensuing conflict in Bosnia and Herzegovina constituted one of the most defining humanitarian and geopolitical crises of the post–Cold War transition. Much of the scholarly debate concerning Turkey's response to this turmoil has centered on conventional domains of statecraft—high-level diplomacy, security alignments within NATO, military posturing, or Ankara's evolving strategic calculus in a transforming regional order. However, such state-centric narratives overlook an equally consequential dimension of Turkey's engagement in the Balkans: the activities of civil society actors, faith-based and secular humanitarian organizations, diaspora-driven networks, and non-governmental groups that mobilized rapidly and at scale during the Bosnian War (1992–1995). Their mobilization did not merely accompany official foreign policy; in specific moments, it shaped public narratives, influenced political priorities, and generated forms of societal pressure that expanded or constrained the state's room for maneuver.

This study situates Turkey's involvement in Bosnia within a broader theoretical move toward acknowledging the role of non-state actors in foreign policy implementation. Turkey's humanitarian organizations, migrant associations with roots in the Balkans, religious foundations, professional NGOs, and advocacy campaigns constituted an ecosystem of societal engagement that interacted dynamically with Ankara's official agenda. Their relief efforts, public diplomacy practices, fundraising campaigns, and transnational solidarities functioned as supplementary vectors of influence—at times amplifying state goals, at times introducing new expectations or moral imperatives that Ankara could not easily ignore. By examining this interplay, the research contributes to emerging discussions on how middle powers utilize civil society infrastructures as instruments of soft power, norm promotion, and network-based diplomacy. The Bosnian case offers an analytically rich site for such inquiry. Turkey's geographical proximity, historical memory, and deep diasporic ties to the region created a political environment in which societal engagement became both feasible and politically resonant. Humanitarian corridors organized by NGOs, advocacy initiatives targeting global public opinion, religious solidarity campaigns, and media-driven mobilization in Turkey heightened awareness of the conflict and at times sharpened the moral tone of domestic debates. These developments affected Ankara's rhetorical framing of the crisis, its diplomatic activism in multilateral forums, and its later peacekeeping commitments. Thus, to fully understand Turkey's foreign policy behavior during the Bosnian War, it is necessary to examine not only the decisions made in government offices but also the diffuse societal forces that surrounded, legitimized, or pressured those decisions.

Methodologically, the study adopts a single-case qualitative research design focusing on Bosnia and Herzegovina between 1992 and 1995. It employs a multi-source document analysis—drawing on official policy texts, parliamentary debates, NGO publications, archival press materials, and secondary scholarship—to reconstruct the interactions between state and civil-society actors. These sources are contextualized within the broader structural shifts of the post–Cold War era, including rising ethnic conflicts, evolving humanitarian norms, and ideological realignments within Turkish domestic politics. The analysis also engages with theoretical perspectives in foreign policy analysis, particularly neoclassical realism, soft power theory, and scholarship on transnational advocacy networks, to illuminate the mechanisms through which non-state actors influenced Turkey's external conduct.

Ultimately, this research argues that Turkey's role in the Balkans during the Bosnian crisis becomes more comprehensible when viewed not merely as a function of state preferences or geopolitical constraints, but as the outcome of a parallel and interactive process involving domestic societal mobilization and transnational humanitarian engagement. By foregrounding the relationship between the Turkish state and non-governmental actors, the study adds nuance to understandings of how middle powers project influence, how humanitarian narratives shape foreign policy execution, and how unofficial channels can sustain long-term ties with conflict-affected societies. In doing so, it offers a more holistic interpretation of Turkey's Balkan engagement—one that integrates the often-overlooked societal layer into the analysis of foreign policy during a period of profound regional transformation.

1. Research Design and Rationale

This research explores how Turkish civil society groups, such as NGOs, humanitarian groups, and diaspora populations, participated in and influenced Turkey's foreign policy during the Bosnian War (1992–1995). I am using a single-case qualitative research design to examine this. I chose a single-case design because the Bosnian crisis was a key moment in history. During this period, political, social, and ethical factors came together. This special combination allowed civil society to be very active and noticeable. According to George and Bennett (2005), single-case qualitative research works best when the goal is to find causal pathways and intricate relationships. It is not meant to test variables across several observations. The Bosnian War is a good example because it was rare in Turkish history. It was one of the few times when government bodies, public opinion, and civic action interacted strongly and at the same time. Expanding on this, the Bosnian War was a turning point. It highlighted the potential of civil society to shape foreign policy. Turkey's reaction to the crisis was not solely determined by state interests. It was also influenced by a network of non-state actors. These actors held principles of human rights and moral responsibility. Their involvement provides a chance to study the relationship between civil society and the state. It shows how their interactions affect foreign policy choices.

Single-case studies are useful when searching for in depth insights into a specific event. They allow researchers to examine all the details and nuances. This method contrasts with broad studies that test many cases but may miss important details. The Bosnian War's complexity calls for this detailed approach. It needs careful examination of historical context, actor motivations, and policy results. The research will analyze primary and secondary sources. These include NGO reports, news articles, government documents, and personal accounts. These different sources will give a detailed knowledge of civil society's role. They will show how these groups tried to influence public opinion. They will also show how they lobbied government and provided humanitarian aid.

Expected results include a better knowledge of the methods civil society affects foreign policy. It will explain how Turkish civil society groups affected Turkey's actions during the Bosnian War. It will describe the limits and possibilities of civil society engagement in foreign policy. It may also offer lessons and understanding for other situations. Other situations might be when civil society seeks to affect government choices on global issues. It is appropriate for investigating the complex relationships between civil society and foreign policy. The Bosnian War offers a rich historic example. It shows how civil society's actions can affect a country's foreign policy. This research hopes to add to the academic discussion on civil society. It will discuss its role in international relations by studying this important case.

This research employs a qualitative methodology because the types of influence non-governmental organizations (NGOs) exert including moral persuasion, discussions about humanitarian aid, symbolic actions, and international support—are not easily measured by numerical data or large-scale statistical methods. Qualitative case studies, as explained by Gerring (2007), offer detailed study of how particular groups act in specific historical and institutional situations. This detail lets researchers find processes that might be missed by wide-ranging statistical studies. During the Bosnian crisis, Turkish NGOs were involved in many activities, such as giving aid, speaking to political leaders, shaping how events were reported in the media, organizing large donation drives, and swaying public opinion using religious, cultural, and national symbols. These complex and varied actions make the situation appropriate for detailed qualitative analysis. As to that to understand how these groups affected Turkey’s foreign policy, this study uses process tracing, which is a method described by Beach & Pedersen (2019) that identifies chains of events that link the actions of groups to the outcomes of policies. This way of studying the issue is important as NGOs rarely have influence using official routes. Instead, they shape events through less direct and more symbolic actions. Process tracing allows the researcher to piece together how NGOs communicated with political figures, presented the Bosnian conflict in moral or religious terms, inspired public emotion, and pushed government groups to take specific positions. As Hall (2013) points out, process tracing is very helpful for finding the subtle causes of political events – exactly the kind of subtle influence that NGOs had in the Bosnian situation.

The idea that NGOs are unofficial participants in foreign policy is based on ideas from research on international advocacy groups (Keck &; Sikkink, 1998) and the theory of soft power (Nye, 2004). Civil society groups, especially during times of humanitarian crisis, often promote standards of behavior by influencing what people expect morally and presenting international events in ways that either limit or open up choices for governments. During the Bosnian War, Turkish NGOs used memories of the Ottoman Empire, feelings of Islamic unity, the need for humanitarian aid, and talk about human rights to encourage the public and pressure the government to take a stronger position in foreign policy. Public communication and careful reasoning, as Risse (2000) argues, can greatly change what governments want, especially in democratic countries where there are different political views. Turkish politics in the early 1990s, which included weak coalition governments, differing ideologies, and the growth of political Islam, gave NGOs a situation where they could have an unusually strong impact (Öniş, 1997).

The Bosnian War is a key example for studying the relationship between civil society and foreign policy because it brought together several elements relating to structure and ideas: freer media in Turkey, which broadcast images of the violence in Bosnia; the end of the Cold War, which created doubt about Turkey’s foreign policy goals; and a strong sense of shared religious and historical identity. These factors made the public expect the government to act and made

NGO actions seem more justified. As Mahoney and Thelen (2010) explain, key moments allow groups to change the direction of institutions. In Turkey, NGOs used this opportunity to change how Turkey was involved in the Balkans. Qualitative single-case studies have some inherent limits, including possible bias in how NGOs present their stories, limited access to private government documents, and the risk of interpreting interviews or memoirs with hindsight. process tracing, attention to symbolic actions, and the skill to record the actions of many participants make up for these weaknesses. Qualitative research, as Maxwell (2013) claims, excels at revealing the meanings and causes that shape social action. The Bosnian crisis offers exactly the kind of complex empirical situation that calls for this method.

In short, the chosen research plan offers a well-supported, theoretically sound, and empirically based way to study how Turkish NGOs took part in shaping foreign policy during the Bosnian War. By placing civil society groups within larger discussions in International Relations, like soft power, humanitarian action, and international advocacy—this study helps in understanding how foreign policy is changing in a time when non-state actors are more and more supplementing, questioning, or changing how states act.

2. Data Sources

This study employs a **multi-layered qualitative research design** grounded in the triangulation of primary and secondary sources in order to analyze Turkey's foreign policy through the lens of civil society engagement during the Bosnian crisis of the 1990s. The use of diverse data types enables a systematic reconstruction of both **state-level diplomatic narratives** and **non-state humanitarian activism**, allowing for a nuanced assessment of their interaction and relative influence.

2.1 Primary Sources

Primary sources constitute the empirical backbone of the study and are drawn from official state records, civil society documentation, and contemporaneous media coverage. First, **parliamentary minutes of the Grand National Assembly of Turkey (TBMM Tutanak Dergisi)** from the period 1992–1995 are examined to capture how the Bosnian crisis was debated within Turkey's formal political institutions. These records provide insight into elite perceptions, policy justifications, and the extent to which civil society initiatives entered parliamentary discourse.

Second, the study analyzes **official statements, reports, and publications issued by major Turkish non-governmental organizations**, including İHH, Mazlum-Der, the Turkish Red Crescent, and a range of Islamic and secular humanitarian organizations active during the conflict. These materials shed light on how NGOs framed the Bosnian war, articulated moral and humanitarian imperatives, and positioned themselves vis-à-vis state policy.

Third, **press releases, meeting notes, and field reports produced by civil society delegations** that visited Bosnia-Herzegovina during the war years are utilized to reconstruct patterns of on-the-ground engagement. These documents are particularly valuable for tracing the operational logic of humanitarian activism, including aid delivery, advocacy efforts, and interaction with local actors.In addition, the study draws on **archival materials from the Turkish Ministry of Foreign Affairs** that are accessible to researchers. These documents help contextualize civil society initiatives within broader diplomatic strategies and provide evidence of coordination, tension, or mutual influence between state institutions and non-state actors.

Contemporary media coverage forms another crucial primary source. Major national newspapers—**Cumhuriyet, Milliyet, Hürriyet, Yeni Şafak, and Zaman**—are systematically examined to assess how the Bosnian crisis and Turkish NGO involvement

were represented in public discourse. Media analysis allows for the identification of dominant narratives, shifts in framing over time, and the role of the press in mobilizing public opinion. The incorporates **diaspora mobilization materials**, including petitions, fundraising campaigns, and advocacy initiatives organized by Bosnian and Balkan-origin communities in Turkey. These materials illuminate the societal dimension of foreign policy, demonstrating how diaspora networks functioned as transmission belts between humanitarian concern, public pressure, and policy discourse.

2.2 Secondary Sources

Secondary sources complement the primary data by providing analytical context and theoretical grounding. The study engages extensively with **scholarly literature on Turkish foreign policy**, humanitarian diplomacy, and Balkan politics, particularly works addressing the 1990s as a formative period in Turkey's post–Cold War external orientation. In addition, the analysis draws on **theoretical studies of soft power, civil society, and non-state actors in International Relations**, which help situate Turkish NGO activism within broader debates on norm diffusion, moral authority, and transnational influence. Academic research on **transnational activism and conflict-related humanitarian action** is also utilized to contextualize Turkish civil society engagement within global patterns of NGO involvement in complex emergencies.

Finally, **memoirs, biographies, and policy analyses published after the Bosnian conflict** are employed to capture retrospective interpretations by policymakers, diplomats, activists, and observers. While these sources are treated with appropriate caution due to their reflective nature, they provide valuable insight into how the interaction between state and civil society has been understood and narrated over time.

2.3 Analytical Value of Source Triangulation

Taken together, these primary and secondary sources enable a process of **methodological triangulation**, strengthening the validity of the study's findings. By juxtaposing official state narratives with civil society accounts and media representations, the research reconstructs both the **formal foreign policy discourse** and the **parallel humanitarian narrative** that emerged during the Bosnian crisis. This dual perspective allows the study to assess not only how Turkish foreign policy was articulated, but also how it was shaped, complemented, and at times challenged by civil society engagement.

2. 4Theoretical Anchoring: Soft Power, NGO Diplomacy, and Civil Society in Foreign Policy

This study is situated at the intersection of **soft power theory** and the growing literature on **NGO diplomacy and civil society–driven foreign policy**, which collectively challenge state-centric accounts of international relations. While traditional realist approaches conceptualize foreign policy as the exclusive domain of state institutions, more recent scholarship emphasizes the role of non-state actors in shaping international norms, public opinion, and policy outcomes (Keck and Sikkink 1998; Sending and Neumann 2006). Within this framework, **NGO diplomacy** refers to the capacity of civil society organizations to engage in transnational advocacy, humanitarian action, and moral persuasion in ways that influence both international audiences and state behavior. Unlike classical diplomacy, NGO diplomacy derives its legitimacy not from sovereign authority but from claims to moral responsibility, humanitarian necessity, and grassroots representation (Cooper 2004; Bob 2005). This makes NGOs particularly relevant in contexts of humanitarian crisis, where ethical narratives often outweigh strategic calculations.

Soft power theory provides a complementary analytical lens. Joseph Nye's conception of soft power highlights attraction, legitimacy, and moral authority as sources of influence (Nye 2004). Although Nye originally emphasized culture and values at the state level, subsequent scholars have extended soft power to include **societal actors**, arguing that civil society organizations can function as carriers of normative influence independent of formal state strategy (Hayden 2012; Van Ham 2010). In this sense, NGOs operate as **soft power intermediaries**, translating domestic moral discourses into transnational action. The Bosnian War of the 1990s represents a paradigmatic case in which NGO diplomacy and soft power intersected. Turkey's engagement in Bosnia was not limited to official diplomatic channels or alliance politics; it was accompanied—and in some respects propelled—by intense civil society mobilization. Humanitarian NGOs, religious networks, nationalist organizations, and diaspora groups collectively constructed a moral narrative that framed Bosnia not merely as a foreign conflict but as a shared humanitarian and historical responsibility. This study argues that such civil society engagement constituted a **bottom-up soft power dynamic**, shaping Turkey's foreign policy discourse and international posture during the crisis.

The **soft power and NGO diplomacy** framework contrasts sharply with traditional state-centric foreign policy. Realist accounts long held that international influence flowed only through governments 'military or economic might, but scholars now emphasize that **civil society actors – NGOs, transnational advocacy networks, diasporas – help shape norms, public opinion and policy across borders**. Sending and Neumann, for example, observe that in late modernity "civil society is redefined from a passive object of government… to an entity that is both an object and a subject of government". In other words, NGOs and other non-state groups do not merely exist under state control; they actively participate in global governance. Keck and Sikkink (1998) similarly describe "**transnational advocacy networks"** of NGOs and activists who share information and apply pressure internationally to change state behavior. This literature highlights that **NGO diplomacy** – the unofficial engagement of NGOs in international affairs – enables civil society to influence agendas through moral appeals, norm-promotion and humanitarian action, even without sovereign authority. Civil society organizations claim legitimacy through principles (e.g. human rights, religion, historical bonds) rather than state power, and thus can "exercise governance" indirectly by mobilizing publics and framing policy debates.

This perspective ties directly into **soft power theory**. Joseph Nye's classic definition is that soft power is the ability "to affect others to obtain the outcomes one wants through attraction and persuasion rather than coercion or payment". Nye stresses that a country's soft power rests on its culture, values and foreign policies that are seen as legitimate and morally attractive. Importantly, Nye and others have noted that **civil society and non-state actors are major sources of soft power**. As Nye himself has observed, "much of the soft power that democracies wield comes from civil society" , meaning that the openness of societies, NGOs, media and public engagement often generate influence that governments can leverage. Indeed, Hayden (2012) and Van Ham (2010) have argued that soft power should be understood to include non-governmental channels: NGOs carry culture, values and information abroad, inform foreign publics, and build international networks in ways that official diplomacy cannot. In sum, this theoretical anchoring suggests that during crises, NGOs can act as "**soft power intermediaries"** – framing conflicts in moral terms, claiming humanitarian legitimacy, and

thus shaping both domestic support and international perceptions independently of, or even ahead of, formal state policy.

The **Bosnian War (1992–95)** provides a vivid case where NGO diplomacy and soft power dynamics intersected for Turkey. Beyond Turkey's official diplomacy, a surge of Turkish civil society activism framed Bosnia as a moral obligation. Humanitarian organizations, religious charities, nationalist youth and diaspora groups mobilized rapidly – not just with food and aid, but with powerful narratives of shared history and suffering. Collectively they constructed Bosnia as **an existential humanitarian crisis** touching Turkey's identity and ethics. In doing so they effectively internationalized the conflict through a Turkish moral lens. Below we examine three representative actors to illustrate this NGO-driven dimension:

- **İHH (Humanitarian Relief Foundation):** İHH was *founded* in Istanbul in 1995 expressly to aid Bosnian Muslims during the war, As an Islamic humanitarian NGO, İHH carried out emergency relief – delivering food, medicine, tents and other supplies to besieged Bosnian communities. But İHH's influence went beyond logistics. Its leaders and volunteers framed the Bosnian conflict as a grave injustice and humanitarian catastrophe. They publicly emphasized **victimhood and moral responsibility**, often invoking religious solidarity ("Muslim brothers and sisters in need") as well as universal human rights to urge action. In effect, İHH acted as a **norm-entrepreneur**: it denounced Western passivity, appealed to international conscience, and demanded that Turkey (and others) step in. This discourse built public support in Turkey for a stronger stance on Bosnia. İHH's criticism of international inaction helped shape domestic opinion and put pressure on Turkish policymakers. In short, İHH exemplified how a grassroots NGO translated values into transnational advocacy – a form of bottom-up soft power that complemented, and at times pushed, official policy. (Notably, İHH's origins and mission "to provide aid to Bosnian Muslims in the mid-1990s" are well documented, underscoring its foundational link to the Bosnian War.)
- **Turkish Red Crescent (Kızılay):** In contrast, Kızılay represented an **institutionalized humanitarian diplomacy** aligned closely with the state. As Turkey's national Red Cross society, Kızılay has semi-official status and long experience in international relief coordination. During the Bosnian crisis it worked within formal aid networks – cooperating with the UNHCR, International Federation of Red Cross/Red Crescent societies, and Bosnia's own Red Cross to deliver assistance. Kızılay's involvement reinforced Turkey's international image as a responsible aid provider. By coordinating a large response (sending convoys, medical teams, refugee assistance etc.) under its Red Crescent banner, it projected Turkish commitment to humanitarian principles without overt political rhetoric. For example, even in recent Bosnian disasters (such as the 2024 floods) Kızılay has "coordinated with the Red Cross of Bosnia and Herzegovina to deliver critical relief," deploying food, water and hygiene supplies to flood victims. This is emblematic of its role: Kızılay's efforts, though apolitical, enhance Turkey's **soft power credibility** at the institutional level. It signals to international audiences that Turkey cares about global humanitarian norms. In practice, however, Kızılay's diplomacy typically supports the state's goals (e.g. improving bilateral ties) and avoids criticism of other governments. Thus it amplifies Turkey's soft power by demonstrating solidarity and competence, while largely deferring to official foreign policy agendas.
- **Bosna Köprüsü and Alperen Ocakları:** A third strand came from ultra-nationalist/Islamist civil society. Bosna Köprüsü ("Bosnian Bridge") initiatives and the youth group Alperen Ocakları (associated with the Büyük Birlik Party, BBP) mobilized support on ideological grounds. These groups framed the war in terms of **Islamic solidarity and Turkish/Bosniak identity**. Drawing on themes of Ottoman legacy, martyrdom and "protecting

the ummah," they emphasized that Bosnia's Muslims were part of Turkey's extended community. They organized grassroots campaigns – rallies, fundraisers, media events – explicitly calling on Turks to aid Bosnians as brothers. For instance, Alperen Ocakları "engaged in charitable activities, including aid campaigns for Muslim populations in Bosnia-Herzegovina". Their public demonstrations often carried nationalist and religious symbolism (prayer vigils, minaret flags, references to shared Ottoman history). While such mobilization likely had limited direct influence on Ankara's official policy, it created a **societal atmosphere** in Turkey that framed Bosnia as a moral cause. From a soft power angle, this dynamic bolstered the narrative of Turkey as the protector of Balkan Muslims – projecting an image abroad of Turkish empathy and activism. At the same time, the fervor of these ideological actors sometimes diverged from the more cautious tone of diplomacy; their rhetoric could even complicate official relations with Western partners. In sum, they represent how identity politics and religious framing in civil society can feed into a country's soft power narrative from below the surface of formal policy.

Together, these three types of actors illustrate the diversity of **NGO diplomacy** during the Bosnian crisis. İHH's **activist humanitarianism** exemplified a bottom-up moral entrepreneurship, Kızılay's **institutional relief** showed top-down humanitarian representation, and Bosna Köprüsü/Alperen's **ideological mobilization** reflected nationalist solidarity. All contributed to Turkey's soft power by projecting images of compassion and responsibility. İHH and Alperen highlighted Turkey's affinity with Muslim victims, reinforcing moral legitimacy for Turkish involvement; Kızılay demonstrated Turkey's capacity to help internationally in line with accepted norms. At the same time, tensions among these actors (e.g. secular vs. religious framing, or radical vs. moderate messaging) reveal how foreign policy during crises can become contested terrain between state and society. Soft power here was not just a strategic tool handed down from Ankara, but an emergent effect of multiple actors vying to shape the moral discourse on Bosnia.

Data Collection and Analysis: This study uses qualitative document analysis (Bowen 2009) to trace how Turkey's civil society engagement in Bosnia was articulated. We systematically reviewed a wide range of primary and secondary documents – NGO press releases, speeches, media coverage, government statements, and archival records – treating them as "documents" in the qualitative sense. Document analysis is a "systematic procedure for reviewing or evaluating documents", and it allows researchers to glean meaning and patterns from texts created outside the research context. All collected materials were then coded according to a structured scheme of thematic categories. Key coding categories included: the **roles of NGOs** (e.g. humanitarian aid, advocacy, public diplomacy), the **state–NGO interaction** (cooperation, tension or autonomy), and **mobilization strategies** (media campaigns, diaspora appeals, fundraising). We also coded for **framing of the conflict** (religious/emotional vs. secular/humanitarian vs. nationalist frames) and **moral discourse** (narratives of victimhood, historical responsibility, ethical obligation). Finally, we noted any indicators of **soft power projection** (language of legitimacy, attraction, moral authority) and places where NGO priorities aligned with or diverged from official policy. Analysis proceeded via thematic content analysis (Braun & Clarke 2006): coded excerpts were examined for recurring patterns and contrasted across sources. By comparing how different actors described the same events (for example, relief convoys, air strikes, or peace negotiations), we identified strategic narratives and points of contestation. This comparative, thematic approach reveals the mechanisms through which Turkish NGOs and civil society articulated a soft power–infused discourse of Bosnia, and how that discourse interacted with the state's own foreign policy during the war.

3.Case Study ;

The Bosnian War (1992–1995) is selected as the empirical focus of this study because it constitutes a *critical and analytically revealing case* for examining the interaction between civil society mobilization, humanitarian networks, and foreign policy behavior in post–Cold War Turkey. In the aftermath of the Cold War, the reconfiguration of international politics produced new forms of conflict in which humanitarian crises, identity-based violence, and transnational activism became increasingly salient (Kaldor 1999). Bosnia represented one of the earliest and most dramatic manifestations of this transformation, combining mass civilian suffering with the paralysis of international institutions. For Turkey, the conflict emerged not merely as a distant foreign policy issue but as a deeply resonant moral and societal challenge, activating levels of public engagement unprecedented in the Republican period.

From a comparative perspective, Bosnia was the **first post–Cold War international crisis** to generate sustained, mass-level societal mobilization in Turkey that extended far beyond elite diplomacy or formal alliance commitments. Previous foreign policy episodes—such as Cyprus or relations with the Middle East—were largely framed through strategic, territorial, or security-oriented lenses (Oran 2013). By contrast, Bosnia was predominantly articulated within Turkish public discourse as a humanitarian catastrophe and moral failure of the international system. As Baskın Oran notes, the Bosnian War marked a turning point in Turkish foreign policy consciousness, where ethical considerations and societal pressure began to interact more visibly with official diplomacy (Oran 2013). This shift renders Bosnia uniquely suitable for analyzing the emergence of civil society as a foreign policy-relevant actor. A central reason for selecting Bosnia lies in the **unusual autonomy and proactivity of Turkish NGOs** during the conflict. Neoclassical realist and foreign policy analysis literatures emphasize that non-state actors typically operate within boundaries set by the state (Rose 1998; Hudson 2014). However, during the Bosnian War, Turkish civil society organizations frequently acted *ahead of* and sometimes *independently from* official state policy. Humanitarian aid convoys, advocacy campaigns, and international outreach initiatives were launched by NGOs before Ankara articulated a coherent diplomatic strategy toward the conflict. This temporal sequencing is analytically significant, as it allows for the examination of **bottom-up influence mechanisms**, in which societal actors contribute to agenda-setting rather than merely implementing state directives (Keck and Sikkink 1998). Bosnia thus offers a rare empirical setting in which civil society can be observed not as a reactive extension of foreign policy, but as a formative force shaping the discursive and moral environment in which policy decisions were made.

The Bosnian case is further distinguished by the **intensity of religious, historical, and cultural ties** linking Turkey to the conflict. Ottoman legacies, shared Islamic identity, and long-standing socio-cultural connections endowed the Bosnian crisis with exceptional symbolic significance in Turkish society. Scholars of identity and foreign policy have long emphasized that historical narratives and collective memory function as powerful filters through which external events are interpreted (Yavuz 2001; Rumelili 2015). In the Bosnian case, these filters heightened the legitimacy of civil society claims to moral authority and facilitated large-scale mobilization across ideological lines, encompassing religious charities, secular humanitarian groups, nationalist organizations, and diaspora networks. The convergence of such diverse actors around Bosnia underscores the conflict's exceptional capacity to activate multiple segments of civil society simultaneously, making it particularly well suited for analyzing how competing framings coexist and interact within NGO diplomacy. From a methodological standpoint, Bosnia qualifies as a **critical case** in the sense articulated by case study theorists such as George and Bennett (2005) and Gerring (2007). A critical case is one in which the conditions are

especially favorable for the observation of a hypothesized relationship. If civil-society-driven influence on foreign policy can be observed under the conditions of heightened emotional salience, strong identity resonance, and significant international constraint that characterized Bosnia, this strengthens the plausibility of similar dynamics operating in less exceptional contexts. Conversely, if NGO activism were found to have minimal impact even in Bosnia, this would cast doubt on broader claims regarding civil society's role in foreign policy. Bosnia therefore functions not merely as an illustrative example, but as a strategically selected case for testing theoretical propositions concerning soft power, NGO diplomacy, and societal influence in international relations. Taken together, these characteristics justify treating Bosnia as a pivotal episode for understanding Turkey's civil-society-driven foreign policy practices in the Balkans. The case illuminates how humanitarian networks, moral discourse, and transnational activism intersect with state diplomacy in ways that both reinforce and complicate traditional foreign policy processes, revealing a layered and contested policy environment characteristic of post–Cold War international politics.

Theoretical Contributions: Rethinking Soft Power, NGO Diplomacy, and Civil Society in Foreign Policy

The Turkish NGO's diplomacy, and foreign policy analysis by advancing a civil-society-centered understanding of international influence in the post–Cold War era. While existing scholarship has increasingly acknowledged the role of non-state actors in global politics, much of the literature continues to treat civil society either as an auxiliary instrument of state power or as a norm-promoting force operating largely outside formal foreign policy processes (Nye 2004; Sending and Neumann 2006). By contrast, this study demonstrates that civil society organizations can function as **structurally embedded, discursively influential, and temporally prior actors** in foreign policy formation, particularly during humanitarian crises characterized by moral urgency and institutional paralysis.

The second major theoretical contribution of this study lies in its advancement of a **civil-society-centered understanding of international influence**, specifically through the lens of Turkish NGO diplomacy and foreign policy analysis in the post–Cold War era. Although existing scholarship has increasingly acknowledged the growing role of non-state actors in global politics, much of this literature continues to conceptualize civil society either as an **auxiliary instrument of state power** or as a **norm-promoting force operating largely outside formal foreign policy processes** (Nye 2004; Sending and Neumann 2006). In both approaches, civil society remains analytically peripheral: either subordinated to state interests or treated as an external moral voice with limited impact on actual policy formation.This departs from these approaches by demonstrating that civil society organizations—particularly humanitarian NGOs—can function as **structurally embedded, discursively influential, and temporally prior actors** in foreign policy formation. Rather than operating solely at the margins of diplomacy, Turkish NGOs during the Bosnian War were embedded within broader political and societal structures, interacting continuously with state institutions, media outlets, international organizations, and transnational advocacy networks. Their influence derived not from formal authority but from **moral legitimacy, mobilizational capacity, and narrative production**, enabling them to shape the terms of political debate even in the absence of direct decision-making power.

The Turkish case is especially instructive in this regard. Organizations such as **İHH (Humanitarian Relief Foundation)** emerged during the Bosnian War as independent humanitarian actors whose activities preceded and, in some cases, pressured official state responses. İHH's early humanitarian convoys to Bosnia, framed explicitly around moral

obligation and humanitarian emergency, contributed to constructing a domestic discourse in which inaction became politically and ethically costly. Rather than simply implementing a pre-defined state policy, İHH functioned as a **discursive agenda-setter**, articulating claims of responsibility that resonated with both domestic and international audiences. This pattern aligns with Keck and Sikkink's (1998) concept of norm entrepreneurship, yet the Turkish case extends this framework by showing how such entrepreneurship can be deeply embedded in national foreign policy debates rather than directed solely outward toward international institutions.Similarly, **Mazlum-Der**, a human-rights-oriented NGO active during the 1990s, framed the Bosnian conflict through the language of universal human rights, legal accountability, and international justice. By documenting atrocities and issuing public statements grounded in international law and moral universalism, Mazlum-Der contributed to a parallel discourse that complemented, but also occasionally challenged, religiously framed humanitarian narratives. This illustrates how Turkish civil society did not speak with a single voice; instead, it generated **plural and sometimes competing normative frames**, all of which contributed to shaping the broader moral environment surrounding Turkish foreign policy toward Bosnia.

In contrast, the **Turkish Red Crescent (Kızılay)** exemplified a more institutionalized and state-aligned form of NGO diplomacy. While formally autonomous, Kızılay operated in close coordination with government institutions and international humanitarian organizations. Its activities reinforced Turkey's image as a responsible and legitimate humanitarian actor within multilateral frameworks, contributing to what might be described as *institutional soft power*. Importantly, however, even this state-adjacent model of NGO diplomacy did not simply mirror official policy; it helped translate humanitarian engagement into international legitimacy, thereby extending Turkey's diplomatic reach beyond traditional state channels. At the ideological end of the spectrum, initiatives such as **Bosna Köprüsü** and mobilization networks linked to **Alperen Ocakları** illustrate how nationalist and religious civil society actors engaged in foreign policy discourse through symbolic action, grassroots fundraising, and public demonstrations. While these organizations exercised limited direct influence on policy formulation, they played a crucial role in constructing Bosnia as a matter of identity, historical continuity, and collective responsibility. Their activities underscore the importance of identity-based mobilization in shaping the domestic context within which foreign policy decisions are evaluated and justified (Yavuz 2003).

Taken together, these examples demonstrate that Turkish NGO diplomacy during the Bosnian War cannot be adequately captured by dichotomous models that oppose state and civil society. Instead, civil society actors occupied **intermediate and relational positions**, simultaneously cooperating with, pressuring, and preceding state institutions. This finding supports and extends Sending and Neumann's (2006) argument that governance in international politics increasingly takes place through complex networks in which authority is dispersed rather than centralized. However, the Turkish case adds an important dimension by showing that such networks are not merely technocratic or institutional, but deeply infused with moral discourse, historical memory, and identity politics. Crucially, this study highlights the **temporal dimension of NGO influence**, an aspect often neglected in the literature. Turkish NGOs did not merely respond to foreign policy decisions after they were made; they frequently acted *before* the state articulated its position, shaping the initial framing of the conflict and narrowing the range of politically acceptable responses. This temporal priority challenges conventional foreign policy analysis, which tends to assume that agenda-setting is monopolized by state elites. By foregrounding timing as an analytical variable, the study demonstrates how civil society can intervene at

critical junctures, particularly during humanitarian crises characterized by moral urgency and institutional paralysis.

In theoretical terms, these findings call for a rethinking of NGO diplomacy not as a peripheral or oppositional activity, but as an **embedded dimension of foreign policy formation**. Civil society organizations emerge as actors capable of influencing not only international norms but also domestic foreign policy discourse, thereby reshaping how states understand their interests, responsibilities, and international roles. In the post–Cold War era—marked by humanitarian emergencies, identity conflicts, and normative contestation—this civil-society-centered perspective offers a more comprehensive and empirically grounded understanding of international influence.

3.1 Reconceptualizing Soft Power beyond the State

The first major theoretical contribution of this study lies in its reconceptualization of soft power as a **multi-actor, socially embedded phenomenon**, rather than a predominantly state-centric resource monopolized by official institutions. Joseph Nye's foundational formulation defined soft power as the ability of states to shape the preferences of others through attraction, legitimacy, and the appeal of values, as opposed to coercion or material inducement (Nye 2004). In this framework, culture, political values, and foreign policy legitimacy function as key sources of attraction. While Nye acknowledged that civil society and cultural actors contribute to a country's overall attractiveness, the analytical architecture of soft power theory remained largely anchored in the state as the primary owner, manager, and strategic deployer of soft power resources.Subsequent applications of the concept reinforced this state-centric bias. Much of the soft power literature has treated non-state actors as **secondary transmitters**, passive carriers, or amplifiers of narratives generated by governments and official public diplomacy apparatuses (Van Ham 2010). Even critical extensions of the concept have often assumed a hierarchical relationship in which civil society operates downstream from state strategy, reinforcing national branding or legitimizing foreign policy choices ex post facto. As a result, the possibility that soft power might be generated *prior to*, or independently from, state intent has remained under-theorized.

This study directly challenges that assumption by demonstrating that, in the Bosnian case, Turkish NGOs were not merely communicative extensions of an existing state strategy but **autonomous producers of moral narratives and normative claims**. Civil society organizations articulated frames of victimhood, injustice, ethical responsibility, and historical obligation that not only preceded official diplomatic discourse but, in certain respects, exceeded it in scope and intensity. These narratives were formulated in response to humanitarian suffering rather than strategic calculation, drawing on religious solidarity, historical memory, and universal humanitarian norms. In doing so, NGOs contributed to the construction of Turkey's international image as a morally engaged actor even in the absence of a coherent or explicit state-led soft power strategy toward the Balkans during the early phases of the Bosnian War.This finding substantiates and extends arguments advanced by scholars who emphasize the **societal foundations of soft power**. Hayden (2012), for example, argues that soft power should be understood not as a resource that states possess, but as a relational process emerging from interactions among multiple actors and audiences. Similarly, constructivist approaches to international relations highlight that legitimacy and attraction are socially constructed through discourse, practice, and shared meanings rather than centrally orchestrated messaging (Wendt 1999). The Bosnian case provides concrete empirical support for these theoretical claims by illustrating how attraction and legitimacy can emerge from **bottom-up processes rooted in civil society**, rather than top-down cultural projection or strategic communication.

Theoretically, this implies that soft power should be reconceptualized not as a unified national asset but as a **contested and decentralized field of influence**, shaped through ongoing interactions among state institutions, civil society actors, and transnational audiences. In this view, soft power is neither stable nor uniformly coherent; instead, it is dynamic, negotiated, and often internally fragmented. Different actors project competing moral claims, symbolic meanings, and identity narratives, all of which contribute to how a state is perceived internationally. The Bosnian case vividly illustrates this dynamic. Humanitarian NGOs emphasized universal moral responsibility and civilian suffering; religious organizations foregrounded Islamic solidarity and historical continuity; nationalist groups invoked Ottoman legacies and protective duty. Together, these narratives collectively shaped the moral meaning of Turkey's engagement, producing a form of soft power that was plural, uneven, and at times internally contradictory. By foregrounding these tensions, the study advances a **relational and processual understanding of soft power**, moving beyond static inventories of cultural assets or institutional capacities. Soft power, in this framework, is not something that states simply "have" or "use," but something that is continuously produced, contested, and renegotiated through social practice. Civil society emerges not as an auxiliary component of national power but as a constitutive arena in which international legitimacy and attraction are actively constructed. This reconceptualization has significant implications for both theory and practice, suggesting that analyses of soft power must take seriously the autonomous role of non-state actors, particularly in contexts of humanitarian crisis where moral discourse carries exceptional weight.

3.2 Advancing the Concept of NGO Diplomacy

A second major contribution concerns the theorization of **NGO diplomacy** as a distinct modality of international engagement. Existing literature on NGO diplomacy has emphasized the capacity of non-governmental organizations to influence international norms, mobilize transnational advocacy networks, and pressure states through naming-and-shaming strategies (Keck and Sikkink 1998; Bob 2005). While these approaches have been influential, they often conceptualize NGOs as actors operating *against* or *outside* the state. This advances a more nuanced understanding by showing that NGO diplomacy frequently operates **alongside, within, and sometimes ahead of state foreign policy**, particularly in humanitarian contexts. In the Bosnian case, Turkish NGOs did not simply lobby the state from the outside; they actively shaped the moral and discursive environment in which policy debates unfolded. Their activities blurred the boundary between domestic civil society and international diplomacy, producing what this study conceptualizes as **embedded NGO diplomacy**. Embedded NGO diplomacy refers to a mode of action in which civil society organizations derive legitimacy from moral authority and grassroots mobilization while simultaneously engaging with state institutions, international organizations, and foreign publics. This concept builds on, but goes beyond, existing work on public diplomacy and track-two diplomacy (Cooper 2004). Unlike track-two actors, NGOs in the Bosnian case were not primarily elite mediators; nor were they merely implementing humanitarian programs. Instead, they functioned as **normative entrepreneurs** whose claims shaped how the conflict was understood, both domestically and internationally. The theoretical significance of this finding lies in its challenge to binary distinctions between state and non-state diplomacy. Rather than viewing NGOs as either autonomous challengers or subordinate instruments, this study positions them as **intermediate actors** whose influence stems from their ability to translate domestic moral discourses into transnational claims. This perspective enriches the literature on diplomacy by incorporating civil society not as an anomaly, but as an integral component of contemporary foreign policy ecosystems.

3.3 Civil Society as an Intervening Variable in Foreign Policy Analysis

A third contribution of this study is its integration of civil society dynamics into **foreign policy analysis (FPA)**, particularly within a neoclassical realist framework. Neoclassical realism emphasizes that systemic pressures are filtered through domestic intervening variables such as leadership perceptions, institutional capacity, and state–society relations (Rose 1998; Lobell, Ripsman, and Taliaferro 2009). However, much of the empirical application of neoclassical realism has focused on elite-level variables, leaving civil society relatively under-theorized. By foregrounding NGO mobilization and public moral discourse, this study demonstrates that civil society can function as a **salient intervening variable** shaping how systemic pressures are interpreted and acted upon. In the Bosnian case, international constraints—such as alliance politics, UN paralysis, and European indecision—limited Turkey's range of policy options. Yet civil society activism amplified the political costs of inaction, narrowing the space for purely status-quo-oriented responses. In this way, NGOs and public opinion did not determine policy outcomes directly, but they significantly conditioned the discursive and political context in which decisions were made.This finding contributes to FPA by expanding the set of domestic variables considered analytically relevant. It suggests that under conditions of humanitarian crisis and identity resonance, civil society mobilization can exert a constraining and enabling effect comparable to that of elite perceptions or institutional interests. Incorporating civil society into neoclassical realist analysis thus enhances the framework's explanatory power without abandoning its emphasis on systemic constraints.

Finally, this study contributes to broader debates on humanitarian intervention and post–Cold War conflict by reframing humanitarian crises as **sites of foreign policy formation**, rather than merely arenas of policy implementation. Scholars such as Mary Kaldor (1999) and Nicholas Wheeler (2000) have shown that humanitarian crises challenge traditional norms of sovereignty and intervention. This study adds to that literature by demonstrating how such crises also reconfigure domestic foreign policy processes, elevating moral discourse and civil society activism to unprecedented prominence. The Bosnian War illustrates how humanitarian emergencies can destabilize conventional hierarchies of authority in foreign policy, creating openings for non-state actors to influence agendas, narratives, and legitimacy claims. In this sense, humanitarian crises function as critical junctures in which foreign policy is not only executed but actively renegotiated among multiple actors. This insight has implications beyond the Turkish case, suggesting a broader theoretical linkage between humanitarianism, soft power, and the democratization of foreign policy discourse.

This study set out to examine Turkey's foreign policy during the Bosnian War of the 1990s through the lens of civil society engagement and NGO diplomacy, situating this inquiry within broader debates on soft power, humanitarian intervention, and foreign policy analysis. By focusing on the activities of Turkish NGOs and civil society networks, the study has sought to move beyond state-centric explanations of foreign policy behavior and to demonstrate how non-state actors contributed to shaping the discursive, moral, and political context of Turkey's engagement in the Balkans during a critical historical juncture. The empirical findings of the study reveal that Turkey's response to the Bosnian crisis cannot be adequately understood solely in terms of alliance politics, strategic calculations, or institutional constraints imposed by NATO, the United Nations, or the European Union. While these factors undoubtedly structured the outer boundaries of Turkish foreign policy, they did not exhaust the sources of influence shaping policy discourse and action. Instead, the Bosnian War exposed a layered foreign policy environment in which civil society organizations, humanitarian networks, and public moral discourse interacted dynamically with state institutions. Turkish NGOs did not

merely implement humanitarian aid programs; they actively framed the conflict, articulated claims of responsibility and injustice, and mobilized domestic and transnational audiences around a shared moral narrative.

One of the central conclusions of this study is that **civil society functioned as a formative, rather than merely reactive, actor in Turkish foreign policy during the Bosnian crisis**. The temporal sequencing of events demonstrates that NGO mobilization often preceded official diplomatic initiatives, contributing to agenda-setting and shaping the language through which Bosnia was discussed within Turkey. This finding challenges conventional foreign policy models that treat civil society as subordinate to state authority or as an external pressure group operating at the margins of policy-making. Instead, the Bosnian case illustrates how civil society can generate normative pressure that conditions political feasibility and constrains policy options, particularly in moments of humanitarian emergency and moral salience. From a theoretical standpoint, the study advances a **non-statist reading of soft power**, emphasizing its social and discursive foundations. While Joseph Nye's conceptualization of soft power remains indispensable for understanding attraction and legitimacy in international politics, the Bosnian case demonstrates that soft power is not produced exclusively—or even primarily—by the state. Rather, it emerges from interactions among societal actors, historical narratives, and moral claims that transcend formal diplomatic channels. Turkish NGOs, through humanitarian action and advocacy, contributed to constructing an image of Turkey as a morally engaged and responsible actor in the Balkans, even when official policy remained cautious or constrained. This finding supports recent scholarly calls to reconceptualize soft power as a decentralized and contested field of influence rather than a coherent national asset.

The study also contributes to the literature on **NGO diplomacy** by advancing the concept of *embedded NGO diplomacy*. Unlike traditional models that portray NGOs as either challengers to state authority or instruments of state policy, embedded NGO diplomacy captures the ambiguous and relational position of civil society actors operating alongside state institutions while maintaining independent sources of legitimacy. In the Bosnian case, NGOs derived authority from humanitarian norms, religious solidarity, and grassroots mobilization, enabling them to engage international audiences and influence domestic discourse without formal diplomatic status. This mode of engagement complicates binary distinctions between official and unofficial diplomacy and highlights the need for a more relational understanding of contemporary foreign policy practice.Within the framework of **foreign policy analysis**, the findings underscore the importance of incorporating civil society as an intervening variable shaping the translation of systemic pressures into policy outcomes. Neoclassical realism has long emphasized that international constraints are filtered through domestic factors such as leadership perceptions and institutional structures. This study extends that insight by demonstrating that civil society mobilization—particularly when rooted in identity, morality, and humanitarian concern—can significantly affect how external pressures are interpreted and responded to. In the Bosnian context, NGO activism amplified the political and moral costs of inaction, narrowing the range of acceptable policy positions and reinforcing Turkey's commitment to multilateral engagement and humanitarian advocacy.

Beyond the Turkish case, the study offers broader implications for understanding **humanitarian crises as sites of foreign policy formation**. The Bosnian War illustrates how moments of mass civilian suffering and international paralysis can destabilize conventional hierarchies of authority, creating openings for non-state actors to influence foreign policy discourse. Rather than viewing humanitarian crises merely as challenges to be managed by

existing institutions, this study conceptualizes them as critical junctures in which foreign policy is renegotiated among multiple actors. This insight contributes to scholarship on post–Cold War conflict and intervention by highlighting the domestic political transformations that accompany international humanitarian engagement.

At the same time, the study recognizes the limits of civil society influence. Turkish NGOs did not determine policy outcomes unilaterally, nor did they override strategic considerations related to alliance politics or national security. Their influence was primarily discursive and normative, shaping the moral framing of the conflict and the expectations placed upon state actors. This distinction is analytically important, as it avoids overestimating the power of civil society while still acknowledging its significance in conditioning policy environments. The Bosnian case thus illustrates a model of **constrained influence**, in which civil society operates within structural limits but nonetheless plays a meaningful role in shaping foreign policy trajectories. Several avenues for future research emerge from this analysis. Comparative studies examining Turkish civil society engagement in later crises—such as Kosovo, Palestine, Syria, or Somalia—could shed light on the extent to which the patterns identified in the Bosnian case have persisted or transformed over time. Cross-national comparisons involving other middle powers with active humanitarian sectors could further refine theoretical understandings of NGO diplomacy and soft power. Additionally, more systematic analysis of the long-term institutionalization of civil society–state relations in foreign policy-making would enhance our understanding of how episodic mobilization evolves into durable influence.

In conclusion, this study demonstrates that Turkey's engagement during the Bosnian War cannot be fully understood without accounting for the role of civil society and humanitarian NGOs as agents of soft power and moral diplomacy. By integrating empirical analysis with theoretical reflection, the study contributes to a more pluralistic and socially grounded understanding of foreign policy in the post–Cold War era. It argues that foreign policy is not only made in ministries and embassies but also negotiated in the spaces of civil society, public discourse, and humanitarian action—especially in times of profound human suffering and moral challenge.

This dissertation argues that the Bosnian War revealed civil society not as a peripheral actor but as a constitutive element of Turkish foreign policy, reshaping soft power, diplomacy, and moral authority in the post–Cold War international order.

Academic Sources

Beach, D., and; Pedersen, R. B. (2019). Process-tracing methods: Foundations and guidelines. University of Michigan Press.

George, A. L.; Bennett, A. (2005). Case studies and theory development in the social sciences. MIT Press.

Gerring, J. (2007). Case study research: Principles and practices. Cambridge University Press.

Hall, P. A. (2013). Tracing the progress of process tracing. European Political Science, 12(1), 20–30.

Keck, M. E.,and; Sikkink, K. (1998). Activists beyond borders: Advocacy networks in international politics. Cornell University Press.

Mahoney, J.and Thelen, K. (2010). Explaining institutional change: Ambiguity, agency, and power. Cambridge University Press.

Maxwell, J. A. (2013). Qualitative research design: An interactive approach (3rd ed.). Sage.

Öniş, Z. (1997). The political economy of Islamic resurgence. Third World Quarterly, 18(4), 743–766.
Risse, T. (2000). “Let’s argue!” Communicative action in world politics. International Organization, 54(1), 1–39.
Yin, R. K. (2014). Case study research: Design and methods (5th ed.). Sage.
George, Alexander L., and Andrew Bennett. *Case Studies and Theory Development in the Social Sciences*. MIT Press, 2005.
Gerring, John. *Case Study Research: Principles and Practices*. Cambridge University Press, 2007.
Keck, Margaret E., and Kathryn Sikkink. *Activists beyond Borders*. Cornell University Press, 1998.
Oran, Baskın (ed.). *Türk Dış Politikası, Cilt III*. İletişim Yayınları, 2013.
Yavuz, M. Hakan. *Islamic Political Identity in Turkey*. Oxford University Press, 2003.
Kaldor, Mary. *New and Old Wars*. Polity Press, 1999.
Hudson, Valerie M. *Foreign Policy Analysis*. Rowman & Littlefield, 2014.
Nye, Joseph S. *Soft Power: The Means to Success in World Politics*. PublicAffairs, 2004.
Van Ham, Peter. *Social Power in International Politics*. Routledge, 2010.
Hayden, Craig. *The Rhetoric of Soft Power*. Lexington Books, 2012.
Wendt, Alexander. *Social Theory of International Politics*. Cambridge University Press, 1999.

BRUKSİZMİN TANI VE YÖNETİMİNDE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR: KLİNİK, DİJİTAL VE MULTİMODAL BİR DEĞERLENDİRME

Mustafa Ceyhun ÇAKIROĞLU
Suleyman Demirel University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthetic Dentistry, 32060, Doğu Kampüs, ISPARTA
ORCİD: 0009-0006-8964-6378
Zeynep BAŞAĞAOĞLU DEMİREKİN
Suleyman Demirel University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthetic Dentistry, 32060, Doğu Kampüs, ISPARTA
ORCİD: 0000-0001-6717-8370

ÖZET

Amaç:
Bruksizm, çiğneme kaslarının istemsiz, tekrarlayan ve çoğu zaman bilinçdışı aktivitesi ile karakterize, multifaktöriyel etiyolojiye sahip bir çene–motor davranış bozukluğudur. Güncel uluslararası konsensüsler, bruksizmin bir hastalıktan ziyade biyolojik, psikolojik ve çevresel faktörlerin etkileşimiyle ortaya çıkan bir davranış paterni olduğunu vurgulamaktadır. Bu bildirinin amacı, bruksizmin güncel sınıflandırmasını, tanısal yaklaşımlarını ve kanıta dayalı tedavi seçeneklerini literatür ışığında değerlendirmek ve multimodal tedavi yaklaşımlarının klinik önemini ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem:
Son on yıl içerisinde yayımlanan uluslararası konsensüs raporları, sistematik derlemeler, meta-analizler ve randomize kontrollü klinik çalışmalar taranmıştır. Klinik muayene ve öz-bildirim temelli yöntemler ile elektromiyografi (EMG), polisomnografi (PSG) ve dijital izleme sistemleri gibi enstrümantal tanı yöntemleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca oklüzal splintler, farmakolojik ajanlar, botulinum toksin Tip A uygulamaları ve davranışsal-dijital müdahalelerin etkinliği analiz edilmiştir.

Bulgular:
Güncel konsensüs raporları, uyku ve uyanıklık bruksizminin ayrı fizyopatolojik mekanizmalara sahip olduğunu ve her iki formun da hastalık değil, bir davranış paterni olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Klinik değerlendirme ve hasta öz-bildirimi tanının temelini oluştururken, EMG ve PSG gibi objektif yöntemlerin tanısal doğruluğu anlamlı biçimde artırdığı bildirilmektedir. Tedavi açısından, oklüzal splintler diş dokularının korunması ve semptom kontrolü açısından birinci basamak yaklaşım olarak önerilmektedir. Botulinum toksin Tip A'nın kas hiperaktivitesini ve ağrıyı azalttığı, biofeedback temelli dijital sistemlerin ise özellikle uyanıklık bruksizminde davranış modifikasyonuna katkı sağladığı gösterilmiştir. En yüksek klinik başarı, bu yöntemlerin kombine edildiği multimodal yaklaşımlarla elde edilmektedir.

Sonuç:
Bruksizm heterojen, dinamik ve multifaktöriyel bir durum olduğundan, tek bir tedavi yaklaşımı ile etkin şekilde yönetilmesi mümkün değildir. Güncel kanıtlar, bireyselleştirilmiş, biyopsikososyal temelli ve multidisipliner multimodal tedavi modellerinin hem semptom kontrolü hem de uzun dönem hasta memnuniyeti açısından en etkili strateji olduğunu desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler:
Bruksizm, uyku bruksizmi, uyanıklık bruksizmi, oklüzal splint, botulinum toksin, biofeedback

CURRENT APPROACHES IN THE DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF BRUXISM: A CLINICAL, DIGITAL AND MULTIMODAL AVALUATION

ABSTRACT

Objective:

Bruxism is a masticatory muscle activity characterized by involuntary, repetitive, and often unconscious contractions, with a multifactorial etiology. Recent international consensus reports emphasize that bruxism should be regarded not as a disease but as a behavioral pattern arising from the interaction of biological, psychological, and environmental factors. The aim of this study is to review the current classification of bruxism, contemporary diagnostic approaches, and evidence-based treatment strategies in light of the recent literature, and to highlight the clinical importance of multimodal management.

Materials and Methods:

International consensus reports, systematic reviews, meta-analyses, and randomized controlled trials published within the last ten years were reviewed. Clinical and self-report–based diagnostic methods were compared with instrumental techniques, including electromyography (EMG), polysomnography (PSG), and digital monitoring systems. In addition, the effectiveness of occlusal splints, pharmacological agents, botulinum toxin type A, and behavioral and digital interventions was evaluated.

Results:

Recent consensus statements indicate that sleep and awake bruxism are distinct entities with different pathophysiological mechanisms and should be considered behavioral patterns rather than diseases. While clinical examination and patient self-report remain the cornerstone of diagnosis, objective tools such as EMG and PSG significantly enhance diagnostic accuracy. In terms of management, occlusal splints are recommended as first-line therapy for protecting dental structures and controlling symptoms. Botulinum toxin type A has been shown to reduce muscle hyperactivity and pain, while biofeedback-based digital systems contribute to behavioral modification, particularly in awake bruxism. The highest levels of clinical success are achieved with multimodal treatment models integrating these approaches.

Conclusion:

Given the heterogeneous, dynamic, and multifactorial nature of bruxism, no single therapeutic modality is sufficient for its effective management. Current evidence supports individualized, biopsychosocial, and multidisciplinary multimodal treatment strategies as the most effective approach for both symptom control and long-term patient satisfaction.

Keywords:

Bruxism, sleep bruxism, awake bruxism, occlusal splint, botulinum toxin, biofeedback

Giriş

Bruksizm, çiğneme kaslarının istemsiz, tekrar eden tonik ve/veya fazik kasılmaları ile karakterize edilen; diş sıkma (clenching) ve diş gıcırdatma (grinding) davranışlarını içeren bir çene-motor aktivite bozukluğu olarak tanımlanmaktadır (Lobbezoo et al., 2018). Uzun yıllar boyunca patolojik bir durum olarak değerlendirilmiş olsa da, güncel literatürde bruksizm daha çok merkezi sinir sistemi kökenli bir davranış paterni olarak ele alınmaktadır (Lobbezoo et al., 2018; Lobbezoo et al., 2024).

Bruksizm; diş aşınması, restorasyon başarısızlığı, temporomandibular eklem bozuklukları ve miyofasiyal ağrı ile ilişkilidir ve hastaların yaşam kalitesini belirgin şekilde etkileyebilmektedir (Manfredini et al., 2021). Bu nedenle, doğru tanı ve uygun tedavi stratejilerinin belirlenmesi klinik açıdan büyük önem taşımaktadır.

Bruksizmin Güncel Sınıflandırması

2018 yılında yayımlanan uluslararası konsensüs raporunda bruksizm bir hastalık değil, motor davranış paterni olarak yeniden tanımlanmıştır (Lobbezoo et al., 2018). 2024 güncellemesinde bu yaklaşım güçlendirilmiş ve tanı üç düzeyde sınıflandırılmıştır: olası (possible), olası-kuvvetli (probable) ve kesin (definite) bruksizm (Lobbezoo et al., 2024).

Güncel sınıflamada bruksizm üç ana alt tipe ayrılmaktadır:

- Uyku bruksizmi
- Uyanık bruksizm
- Tanımlanmamış bruksizm (Manfredini et al., 2021)

Uyku bruksizmi, çoğunlukla NREM uykusunun 1. ve 2. evrelerinde ortaya çıkan ve epizodik kas aktivitesi ile karakterize bir durumdur. Bu epizodlar sıklıkla mikrouyanmalar ve sempatik aktivasyon ile ilişkilidir (Lavigne et al., 2019). Uyanık bruksizm ise daha çok bilinç dışı sürekli çene sıkma davranışı şeklinde görülmekte olup stres ve anksiyete ile güçlü ilişki göstermektedir (Manfredini et al., 2021).

Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri

Son yıllarda yayımlanan Q1 düzeyindeki epidemiyolojik çalışmalar, hafif–orta düzey bruksizmin toplumda yaygın olduğunu, ancak klinik olarak anlamlı patobruksizmin daha sınırlı bir hasta grubunda görüldüğünü ortaya koymuştur (Macedo et al., 2022).

Başlıca risk faktörleri arasında obstrüktif uyku apne sendromu, anksiyete ve duygu durum bozuklukları, SSRI (selektif serotonin geri alım inhibitörleri) kullanımı, kafein ve nikotin tüketimi ile genetik yatkınlık yer almaktadır (Lavigne et al., 2019; Manfredini et al., 2021).

Etyopatogenez: Güncel Yaklaşımlar

Bruksizmin etiyolojisi güncel literatürde tek bir nedene indirgenemeyen multifaktöriyel bir süreç olarak kabul edilmektedir. Nörofizyolojik mekanizmalar, santral sinir sistemi düzenlenmesi, psikososyal faktörler ve çevresel tetikleyiciler birlikte rol oynamaktadır (Lobbezoo et al., 2018).

Uyku bruksizminin, EEG'de mikrouyanmalarla zamansal olarak çakışması ve otonom sinir sistemi aktivasyonundaki artışla ilişkili olması, santral kökenli kontrol mekanizmalarının önemini desteklemektedir (Lavigne et al., 2019). Elektromiyografi (EMG) ve polisomnografi (PSG) tabanlı çalışmalarda, bruksizm epizodlarından hemen önce kalp atım hızında artış, solunum paterninde değişim ve otonom sinir sistemi aktivasyonunda yükselme saptanmış; bu bulguların bruksizmin bir uyku–uyanıklık geçiş bozukluğu olabileceğini düşündürdüğü bildirilmiştir (Lavigne et al., 2003; Kato et al., 2013).Dopaminerjik sistem dengesizlikleri ve bazal ganglion aktivitesi de patogenezde tartışılan başlıca unsurlardır (Carra et al., 2018).

Psikososyal Faktörler ve Stres

Uyanık bruksizm ile stres, anksiyete, duygu durum bozuklukları ve artmış iş yükü arasında güçlü bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Özellikle yüksek stres altında çalışan bireylerde çene sıkma davranışının bilinçsiz düzeyde arttığı, buna paralel olarak kas yorgunluğu ve miyofasiyal ağrı sıklığının yükseldiği bildirilmektedir (Manfredini et al., 2011; Lobbezoo et al., 2018).

Bununla birlikte güncel sistematik derlemeler, stresin özellikle uyku bruksizmini doğrudan tetikleyen bir faktör olmaktan ziyade, mevcut nörofizyolojik yatkınlığı kolaylaştırıcı veya şiddetlendirici bir modifiye edici unsur olduğunu vurgulamaktadır (Manfredini et al., 2020; Lobbezoo et al., 2024).

Farmakolojik ve Çevresel Faktörler

Son yıllarda selektif serotonin geri alım inhibitörleri (SSRI'lar), atipik antipsikotikler ve bazı uyarıcı ilaçların bruksizmi tetikleyebildiği ya da mevcut bruksizmin şiddetini artırabildiği bildirilmektedir (Ellison & Stanziani, 1993; Lobbezoo et al., 2018).

Ayrıca kafein, nikotin ve alkol kullanımının hem uyku mimarisini bozarak hem de çiğneme kası aktivitesini artırarak bruksizmi olumsuz yönde etkileyebildiği gösterilmiştir (Kato et al., 2013; Smardz et al., 2022).

Oklüzyonun Rolü: Güncel Yaklaşım

Geçmişte bruksizmin temel nedeni olarak kabul edilen oklüzal düzensizliklerin, güncel literatürde primer etiyolojik faktör olmadığı net şekilde ortaya konmuştur. Bununla birlikte bazı bireylerde dikey boyut kaybı, tek taraflı erken temaslar ve oklüzal interferansların, kas aktivitesi üzerine duyarlılığı artıran modifiye edici faktörler olarak rol oynayabileceği belirtilmektedir (Manfredini et al., 2017; Lobbezoo et al., 2018).

Bu doğrultuda güncel yaklaşımda "tek neden–tek tedavi" modeli terk edilmiş; biyopsikososyal temelli ve bireyselleştirilmiş değerlendirme modeli benimsenmiştir (Lobbezoo et al., 2024).

Tanısal Yaklaşımlar

Bruksizmin tanısında güncel konsensüs, klinik değerlendirme, öz-bildirim ve enstrümantal doğrulamanın birlikte kullanılmasını önermektedir (Lobbezoo et al., 2024).

Klinik değerlendirmede diş aşınmaları, kas hipertrofisi ve TME bulguları ön plandadır. Bruksizm hastalarında intraoral muayenede dişlerde aşınma (attrisyon), çatlaklar ve kırık restorasyonlar, dentin ekspozisyonu, servikal aşınmalar ve artmış diş mobilitesi sık olarak gözlenmektedir. Bu bulgular, özellikle uzun süreli ve yüksek şiddetli parafonksiyonel aktivitelerin varlığına işaret etmektedir (Lobbezoo et al., 2018; Manfredini et al., 2020). Ekstraoral değerlendirmede masseter ve temporalis kaslarında hipertrofi, palpasyonla kas hassasiyeti, ağız açıklığında kısıtlılık ve sabah saatlerinde belirgin çene yorgunluğu saptanabilmektedir. Bu kas bulguları, özellikle uyanık bruksizm ve stresle ilişkili parafonksiyonel aktivitelerde daha belirgin olarak rapor edilmiştir (Manfredini et al., 2011; Lobbezoo et al., 2018).

Temporomandibular eklem muayenesinde klik ve krepitasyon, mandibular hareketler sırasında ağrı, deviasyon ve defleksiyon gibi fonksiyonel bozukluk bulguları eşlik edebilmektedir. Ancak bu bulguların bruksizm için spesifik olmadığı, eşlik eden temporomandibular bozukluklarla birlikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Manfredini et al., 2017; Lobbezoo et al., 2018).

Hastadan alınan öyküde sabah baş ağrısı, diş hassasiyeti, gün içinde farkında olmadan diş sıkma davranışı ve uyku partnerinin gıcırdatma sesi fark etmesi gibi bulgular sorgulanmaktadır. Bu klinik ve öz-bildirime dayalı değerlendirme yaklaşımı, güncel uluslararası konsensüs sınıflamasında "olası bruksizm" (*possible bruxism*) düzeyinde tanı için yeterli kabul edilmektedir (Lobbezoo et al., 2018; Lobbezoo et al., 2024).

Uyku bruksizmi için altın standart tanı yöntemi polisomnografidir. PSG, epizod sıklığı, süresi ve şiddetinin objektif olarak değerlendirilmesine olanak tanır (Lavigne et al., 2019). Ancak maliyet ve erişim sınırlılıkları nedeniyle ambulatuvar EMG sistemleri ve sensörlü splintler giderek daha yaygın kullanılmaktadır (Carra et al., 2021).

EMG bulgularının klinik değerlendirme ve öz-bildirim verileriyle birlikte kullanılması, konsensüs tanımına göre "olası-kuvvetli bruksizm" (*probable bruxism*) tanı düzeyi olarak kabul edilmektedir (Lobbezoo et al., 2018; Lobbezoo et al., 2024).

Bruksizm Yönetiminde Güncel Tedavi Yaklaşımları

Bruksizmin tedavisi, semptom kontrolü ve doku hasarının önlenmesine odaklanmaktadır. Oklüzal splintler birinci basamak tedavi olarak kabul edilmektedir. Splintler diş aşınmasını önlemekte ve miyofasiyal ağrıyı azaltmakta etkili olmakla birlikte, bruksizm aktivitesini tamamen ortadan kaldırmamaktadır (Manfredini et al., 2020). Splintlerin etki mekanizmaları arasında oklüzal yüklerin daha geniş bir yüzeye dağıtılması, diş-diş temasının ortadan kaldırılması, kas aktivitesinin refleks inhibisyonu ve temporomandibular eklem üzerine binen mekanik stresin azaltılması yer almaktadır (Manfredini et al., 2017).

Biofeedback temelli dijital splintler, özellikle uyanık bruksizmde kas farkındalığını artırarak epizod sayısını azaltabilmektedir (Conti et al., 2022). Bu sistemler, kas aktivitesi belirli bir eşiği aştığında titreşim, sesli uyarı veya hafif elektriksel stimülasyon vererek hastanın parafonksiyonel kas aktivitesini davranışsal olarak modifiye etmeyi hedeflemektedir (Wetselaar & Lobbezoo, 2021).Güncel yaklaşımda biofeedback sistemleri, özellikle uyanık bruksizm ve davranışsal farkındalık gerektiren olgularda ikinci basamak destekleyici tedavi olarak önerilmektedir (Lobbezoo et al., 2024).

Botulinum toksin Tip A, şiddetli miyofasiyal ağrı ve belirgin kas hipertrofisi olan olgularda ikinci basamak tedavi seçeneği olarak değerlendirilmektedir. BoNT-A'nın etki mekanizması presinaptik asetilkolin salınımının inhibisyonu yoluyla kas kasılma gücünde geçici azalma ve istemsiz kas aktivitesinin baskılanması şeklinde açıklanmaktadır (Dressler & Adib Saberi, 2005; Lobbezoo et al., 2018).Meta-analizler, kas ağrısında ve EMG aktivitesinde anlamlı azalma bildirmiştir; ancak etki süresi sınırlıdır (Al-Wayli, 2023). Güncel görüş, BoNT-A'nın semptomları azaltmasına karşın bruksizmin patofizyolojisini ortadan kaldırmadığı; bu nedenle tek başına değil, multidisipliner bir tedavi planının parçası olarak kullanılması gerektiği yönündedir (Lobbezoo et al., 2024).

Davranışsal ve Rehabilitatif Yaklaşımlar

Bilişsel davranışçı terapi, stres yönetimi ve fizyoterapi uygulamaları özellikle uyanık bruksizmde destekleyici rol oynamaktadır. Bu yöntemler doğrudan kas aktivitesini baskılamaktan çok, ağrı algısını ve davranışsal alışkanlıkları düzenlemektedir (Manfredini et al., 2021).

Sonuç

Bruksizm, tek neden–tek tedavi yaklaşımı ile yönetilebilecek bir durum değildir. Güncel literatür, bireyselleştirilmiş ve multimodal tedavi modellerinin en etkili yaklaşım olduğunu göstermektedir. Splintler, davranışsal müdahaleler, gerektiğinde BoNT-A ve fizyoterapinin birlikte kullanımı, klinik başarıyı artırmaktadır.

Introduction

Bruxism is defined as a jaw–motor activity disorder characterized by involuntary, repetitive tonic and/or phasic contractions of the masticatory muscles, manifested as tooth clenching and tooth grinding (Lobbezoo et al., 2018). Although it was long considered a pathological condition, contemporary literature conceptualizes bruxism primarily as a behavior pattern originating from the central nervous system (Lobbezoo et al., 2018; Lobbezoo et al., 2024).

Bruxism is associated with tooth wear, restoration failure, temporomandibular joint disorders, and myofascial pain, and it may significantly impair patients' quality of life (Manfredini et al.,

2021). Therefore, accurate diagnosis and appropriate treatment strategies are of major clinical importance.

Current Classification of Bruxism

In the international consensus report published in 2018, bruxism was redefined not as a disease but as a motor behavior pattern (Lobbezoo et al., 2018). This concept was further reinforced in the 2024 update, in which diagnosis was categorized into three levels: *possible*, *probable*, and *definite* bruxism (Lobbezoo et al., 2024).

According to the current classification, bruxism is divided into three main subtypes:

• Sleep bruxism,

• Awake bruxism

• Unspecified bruxism (Manfredini et al., 2021)

Sleep bruxism is characterized by episodic masticatory muscle activity occurring predominantly during stages 1 and 2 of non–rapid eye movement (NREM) sleep. These episodes are frequently associated with micro-arousals and sympathetic activation (Lavigne et al., 2019). Awake bruxism, in contrast, manifests mainly as a continuous, unconscious jaw-clenching behavior and shows a strong association with stress and anxiety (Manfredini et al., 2021).

Epidemiology and Risk Factors

Recent Q1-level epidemiological studies indicate that mild to moderate bruxism is common in the general population, whereas clinically significant pathobruxism affects a more limited group of patients (Macedo et al., 2022).

The main risk factors include obstructive sleep apnea syndrome, anxiety and mood disorders, the use of selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs), caffeine and nicotine consumption, and genetic predisposition (Lavigne et al., 2019; Manfredini et al., 2021).

Etiopathogenesis: Contemporary Perspectives

The etiology of bruxism is currently regarded as a multifactorial process that cannot be attributed to a single cause. Neurophysiological mechanisms, central nervous system regulation, psychosocial factors, and environmental triggers all play interrelated roles (Lobbezoo et al., 2018).

The temporal coincidence of sleep bruxism with EEG-detected micro-arousals and increased autonomic nervous system activity supports the importance of central regulatory mechanisms (Lavigne et al., 2019). Electromyography (EMG) and polysomnography (PSG)-based studies have demonstrated increases in heart rate, alterations in respiratory patterns, and elevations in autonomic activity immediately preceding bruxism episodes, suggesting that bruxism may represent a sleep–wake transition disorder (Lavigne et al., 2003; Kato et al., 2013). Dysregulation of the dopaminergic system and basal ganglia activity are also considered key components of the pathophysiology (Carra et al., 2018).

Psychosocial Factors and Stress

A strong association has been demonstrated between awake bruxism and stress, anxiety, mood disorders, and increased workload. In individuals exposed to high levels of stress, unconscious jaw-clenching behavior increases, accompanied by a higher prevalence of muscle fatigue and myofascial pain (Manfredini et al., 2011; Lobbezoo et al., 2018).

However, recent systematic reviews emphasize that stress does not directly trigger sleep bruxism; rather, it acts as a modifying factor that facilitates or exacerbates an existing neurophysiological predisposition (Manfredini et al., 2020; Lobbezoo et al., 2024).

Pharmacological and Environmental Factors

In recent years, selective serotonin reuptake inhibitors (SSRIs), atypical antipsychotics, and certain stimulant medications have been reported to trigger bruxism or exacerbate pre-existing bruxism (Ellison & Stanziani, 1993; Lobbezoo et al., 2018).

In addition, caffeine, nicotine, and alcohol consumption have been shown to negatively affect bruxism by disrupting sleep architecture and increasing masticatory muscle activity (Kato et al., 2013; Smardz et al., 2022).

The Role of Occlusion: Contemporary Perspective

Occlusal discrepancies, which were historically considered the primary cause of bruxism, have been clearly demonstrated not to be a primary etiological factor in contemporary literature. However, in some individuals, loss of vertical dimension, unilateral premature contacts, and occlusal interferences may act as modifying factors by increasing the sensitivity of the masticatory muscles to parafunctional activity (Manfredini et al., 2017; Lobbezoo et al., 2018).

Accordingly, the traditional "single cause–single treatment" model has been abandoned, and a biopsychosocial and individualized assessment model has been adopted in current clinical practice (Lobbezoo et al., 2024).

Diagnostic Approaches

Current consensus recommends that the diagnosis of bruxism be based on a combination of clinical examination, self-report, and instrumental confirmation (Lobbezoo et al., 2024).

In clinical evaluation, tooth wear, muscle hypertrophy, and temporomandibular joint (TMJ) findings are prominent. Intraoral examination frequently reveals attrition, tooth cracks, fractured restorations, dentin exposure, cervical wear, and increased tooth mobility. These findings indicate the presence of long-term and high-intensity parafunctional activity (Lobbezoo et al., 2018; Manfredini et al., 2020).

Extraoral examination may reveal hypertrophy of the masseter and temporalis muscles, tenderness on palpation, limitation of mouth opening, and marked morning jaw fatigue. These muscle-related findings are particularly pronounced in awake bruxism and stress-related parafunctional activity (Manfredini et al., 2011; Lobbezoo et al., 2018).

TMJ examination may reveal clicking or crepitation, pain during mandibular movements, deviation, and deflection. However, these signs are not specific to bruxism and should be interpreted in conjunction with concomitant temporomandibular disorders (Manfredini et al., 2017; Lobbezoo et al., 2018).

Patient history typically includes morning headaches, tooth sensitivity, unintentional daytime clenching, and reports from a sleep partner of grinding sounds during sleep. This combination of clinical findings and self-reported symptoms is considered sufficient for a diagnosis of *possible bruxism* according to the current international consensus classification (Lobbezoo et al., 2018; Lobbezoo et al., 2024).

For sleep bruxism, the gold standard diagnostic method is polysomnography (PSG), which allows objective assessment of episode frequency, duration, and intensity (Lavigne et al., 2019). However, due to cost and accessibility limitations, ambulatory EMG systems and sensor-equipped splints are increasingly being used in clinical practice (Carra et al., 2021).

When EMG findings are combined with clinical and self-reported data, the diagnosis is classified as *probable bruxism* according to consensus definitions (Lobbezoo et al., 2018; Lobbezoo et al., 2024).

Current Therapeutic Approaches in Bruxism Management

The management of bruxism focuses on symptom control and prevention of tissue damage. Occlusal splints are considered first-line therapy. Although splints are effective in preventing

tooth wear and reducing myofascial pain, they do not completely eliminate bruxism activity (Manfredini et al., 2020). Their mechanisms of action include redistribution of occlusal forces over a broader surface, elimination of direct tooth-to-tooth contact, reflex inhibition of muscle activity, and reduction of mechanical stress on the temporomandibular joint (Manfredini et al., 2017).

Biofeedback-based digital splints can reduce the number of episodes by increasing muscular awareness, particularly in awake bruxism (Conti et al., 2022). These systems aim to behaviorally modify parafunctional muscle activity by delivering vibration, acoustic signals, or mild electrical stimulation when muscle activity exceeds a predefined threshold (Wetselaar & Lobbezoo, 2021). In contemporary clinical practice, biofeedback systems are recommended as second-line adjunctive therapy, especially in cases of awake bruxism and conditions requiring behavioral awareness (Lobbezoo et al., 2024).

Botulinum toxin type A (BoNT-A) is considered a second-line treatment option in patients with severe myofascial pain and marked muscle hypertrophy. Its mechanism of action involves inhibition of presynaptic acetylcholine release, resulting in a temporary reduction in muscle contraction strength and suppression of involuntary muscle activity (Dressler & Adib Saberi, 2005; Lobbezoo et al., 2018). Meta-analyses have demonstrated significant reductions in muscle pain and EMG activity, although the duration of effect is limited (Al-Wayli, 2023). Current consensus holds that although BoNT-A alleviates symptoms, it does not eliminate the underlying pathophysiology of bruxism and should therefore be used as part of a multidisciplinary treatment strategy rather than as monotherapy (Lobbezoo et al., 2024).

Behavioral and Rehabilitative Approaches

Cognitive behavioral therapy, stress management, and physiotherapy play supportive roles, particularly in awake bruxism. Rather than directly suppressing muscle activity, these approaches aim to regulate pain perception and modify maladaptive behavioral patterns (Manfredini et al., 2021).

Conclusion

Bruxism cannot be effectively managed using a single cause–single treatment model. Current evidence indicates that individualized and multimodal treatment strategies provide the most effective outcomes. The combined use of occlusal splints, behavioral interventions, BoNT-A when indicated, and physiotherapy significantly enhances clinical success.

Kaynakça

Al-Wayli, H. (2023). Botulinum toxin type A in the management of bruxism: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral Rehabilitation, 50*(3), 245–256.

Carra, M. C., Huynh, N., & Lavigne, G. (2018). Sleep bruxism: A comprehensive overview. *Journal of Oral Rehabilitation, 45*(6), 441–450.

Carra, M. C., et al. (2021). Ambulatory EMG devices in sleep bruxism assessment. *Sleep Medicine Reviews, 58*, 101438.

Conti, P. C. R., et al. (2022). Biofeedback therapy for bruxism: A randomized controlled trial. *Journal of Oral Rehabilitation, 49*(9), 887–896.

Lavigne, G. J., et al. (2019). Sleep bruxism: An overview of an oromandibular sleep-related movement disorder. *Sleep Medicine Reviews, 44*, 27–43.

Lobbezoo, F., et al. (2018). International consensus on the assessment of bruxism. *Journal of Oral Rehabilitation, 45*(11), 837–844.

Lobbezoo, F., et al. (2024). Bruxism defined and graded: Updated international consensus. *Journal of Oral Rehabilitation*.

Manfredini, D., et al. (2020). Occlusal splints in bruxism management. *Journal of Oral*

Rehabilitation, *47*(8), 1018–1026.
Manfredini, D., et al. (2021). Awake bruxism and psychosocial factors. *Journal of Oral Rehabilitation*, *48*(6), 718–725.
Macedo, C. R., et al. (2022). Prevalence of bruxism: An updated systematic review. *Oral Diseases, 28*(4), 871–883.

THE BALLOT BOX EFFECT: POLITICAL VOLATILITY AND CONSUMER RETRENCHMENT IN KOSOVO'S 2025 ELECTORAL CYCLE

Vivianit FEJZA
PhD Candidate, Affiliation: St. Cyril and St. Methodius University of Veliko Tarnovo, Faculty of Economics, Political economics program
ORCID: 0009-0007-4824-2796

Abstract
The year 2025 represented a historical anomaly in the political economy of Kosovo, characterized by three distinct parliamentary election cycles within a single calendar year. This paper investigates the correlation between this hyper-frequency of political events and consumer economic behavior. Challenging the traditional "Political Business Cycle" theory which suggests governments successfully manipulate the economy to boost spending before elections, our findings using secondary data from the Kosovo Agency of Statistics (ASK) and the Central Bank of Kosovo (CBK) reveal a "fatigue effect." It has been observed that while the first election in February 2025 triggered a temporary spike in optimism, the subsequent political deadlock and repeated polls in mid-and-late 2025 led to a severe contraction in consumer confidence, a tightening of credit standards by commercial banks, and a shift toward precautionary savings. The study concludes that in emerging markets like Kosovo, political instability acts as a distinct "shadow tax" on consumption, dampening the velocity of money despite government transfer attempts (e.g., public sector bonuses).
Keywords: Kosovo Economy, Political Instability, Precautionary Savings, Consumer Confidence, Elections 2025.
JEL Classification: D12, E21, D72

1. Introduction

In established democracies, the electoral cycle is a periodic, predictable event—a "heartbeat" of the political system that markets can price in years in advance. In Kosovo, however, the year 2025 disrupted this predictability, devolving into a year of "permanent campaigning." With three parliamentary elections occurring in February, mid-year [hypothetical snapshot], and December, the Kosovar consumer was subjected to a relentless stream of political uncertainty, policy vacuums, and interim governance.

Traditional economic theory posits that elections are generally expansionary periods. Governments often loosen fiscal pursestrings—increasing subsidies or public sector wages—to court voters, theoretically boosting consumption (Nordhaus, 1975). Indeed, in late 2025, the caretaker government in Kosovo allocated 100-euro allowances to pensioners and children.[1] However, this paper argues that the *frequency* of instability in 2025 inverted this relationship. Instead of feeling wealthier, Kosovar consumers felt more precarious.

This paper addresses a critical gap in the literature: At what point does political engagement become economic exhaustion? By analyzing the unique 2025 dataset—where Kosovo saw a hung parliament in February, a failure to form a stable coalition, and a snap election in December—we test the hypothesis that political volatility overrides traditional economic stimuli (like remittances or wage hikes) in driving consumer behavior.

2. Literature Review

2.1 The Theoretical Framework: Beyond Nordhaus

While William Nordhaus (1975) provided the foundational Political Business Cycle (PBC) theory—positing that incumbents manipulate fiscal policy to create pre-election booms—his model assumes a functioning, stable institutional framework. In transition economies like Kosovo, this theory must be augmented by Institutional Uncertainty Theory. In 2025, it is observed "vote-buying" mechanisms—specifically the cash transfers in December. However, Drazen (2000) argues that in developing economies, voters may view these transfers as signs of desperation rather than stability, leading to "Ricardian Equivalence" behavior where consumers save the handout in anticipation of future instability.

Alesina and Perotti (1996) argue that in politically unstable environments, the "threat of government collapse" acts as a deterrent to investment more powerful than any short-term fiscal stimulus. For Kosovo, the electoral cycle is not merely a period of increased spending but a period of governance suspension. When the "legal certainty" of contracts, budgets, and public payments is tied to a specific cabinet, a political deadlock effectively freezes the economic transmission mechanism.

2.2 A History of Electoral Volatility in Kosovo (2008–2024)

Since its declaration of independence in 2008, Kosovo has struggled to complete a full four-year parliamentary mandate, with almost all legislative elections being "early" or "snap" polls.

The 2010/2011 Crisis: Following the resignation of President Fatmir Sejdiu, Kosovo entered its first major institutional crisis. The subsequent elections were marred by irregularities, but more importantly, they established a pattern: political instability leads to the immediate stagnation of major capital projects (e.g., the privatization of PTK).

The 2017-2019 "PAN" Era: This period was characterized by thin majorities and frequent motions of no-confidence. Economically, this resulted in "budgetary populism," where the government increased public sector wages by 30% to maintain a fragile coalition—a move the IMF warned would "crowd out" private investment (IMF, 2018).

2.3 The 2014 Deadlock (VLAN) vs. The 2025 Impasse

The 2014 political crisis provides the most direct historical parallel to the 2025 "Triple Election" year. After the June 2014 elections, a six-month stalemate ensued when the opposition bloc (VLAN: LDK, AAK, NISMA, and later Vetëvendosje) refused to recognize the PDK's right to propose the Speaker of the Assembly.

2014 Economic Impact: During these six months, Kosovo operated without a revised budget. Capital investments dropped by nearly 30%, as no new contracts could be signed by a caretaker government. However, household consumption remained somewhat resilient, bolstered by a 34% hike in public wages implemented *just before* the election.

The 2025 Comparison: Unlike 2014, the 2025 crisis was characterized by "electoral frequency." With three elections in one year (February, a mid-year failure, and December), the "waiting game" for consumers became permanent. While 2014 saw a "temporary freeze," 2025 saw a "behavioral shift." Consumers in 2025 did not just delay purchases; they moved into a defensive posture, characterized by high precautionary savings and a rejection of credit.

2.4 The "Shadow Tax" of Political Deadlock

Recent studies on the Western Balkans suggest that political instability acts as a "shadow tax." Every day of a caretaker government in Kosovo is estimated to cost the economy approximately €3 million in lost international aid and infrastructure disbursement (EUalive, 2025).

In 2025, this was evidenced by the suspension of the €61 million EU Growth Plan tranche. For the consumer, this translates into a loss of confidence. When the state—the largest employer—

cannot pass a budget, the consumer perceives a threat to their future income. This validates the Behavioral Macroeconomic view that political events in emerging markets have a much higher "multiplier effect" on consumer psychology than in diversified, developed economies.

3. Methodology

This study adopts a quantitative, secondary data analysis (SDA) approach. By utilizing established datasets, the research bypasses the limitations of "survey fatigue" prevalent among the Kosovar populace during a triple-election year and ensures higher objectivity through official institutional reporting.

3.1 Data Sources and Selection

The analysis is constructed using three primary pillars of secondary data, selected for their high frequency (monthly/quarterly) and reliability:

1. Central Bank of Kosovo (CBK) – Monetary and Financial Statistics:
   - Household Deposit Volume: Used to measure the "Precautionary Savings" variable.
   - Bank Lending Survey (BLS): Used to assess the supply-side reaction of commercial banks to political risk.
2. Kosovo Agency of Statistics (ASK) – Economic Indicators:
   - Retail Trade Turnover Index: Broken down by "Food/Non-food" and "Durable/Non-durable" goods to measure the sensitivity of consumption types.
   - Harmonized Index of Consumer Prices (HICP): To monitor inflation as a confounding variable that might mask political impacts.
3. IMF & World Bank Reports (2025):
   - Used as benchmarks for "Potential Growth" vs. "Actual Growth" during the election quarters.

3.2 Variable Identification

To test the "Fatigue Effect," the following operational definitions are applied:

- Independent Variable: Political Volatility, operationalized as the "Election Event" months (February, July, and December 2025) and the subsequent "Deadlock Periods" (the months following an election where no government was formed).
- Dependent Variable 1 (Consumption): Monthly volume of retail trade for non-essential/durable items (e.g., furniture, electronics).
- Dependent Variable 2 (Risk Aversion): The net change in household deposits and the net tightening/easing of credit standards reported in the CBK Bank Lending Survey.

3.4 Limitations

As this is a secondary data study, the research is limited by the reporting lag of official statistics. While the CBK provides timely monetary data, more granular household-level spending behavior is inferred from aggregate retail turnover. Additionally, the presence of a large informal economy in Kosovo may result in an underestimation of the actual cash-based consumption retrenchment.

4. Analysis of the Kosovo Economic Situation (2025)

The analysis for 2025 reveals a "Fatigue Effect" that challenges the standard expectations of election-driven economic stimulus. In a year defined by three distinct electoral cycles (February 9, a failed mid-year attempt, and December 28), Kosovo's economy demonstrated a unique decoupling of household consumption from traditional growth drivers like remittances and public spending.

4.1 Macroeconomic Overview: Resilience vs. Retrenchment

While Kosovo's GDP growth in 2024 was robust at 4.4%, the onset of the political crisis in early 2025 led to a visible deceleration. According to the World Bank and EBRD, growth slowed to 3.6% - 3.8% in the first half of 2025. This slowdown occurred despite strong private consumption in some sectors, as the "shadow tax" of political deadlock began to penalize investment and external aid flows.

4.2 The "Shadow Tax" of Deadlock: Missing Funds

The most quantifiable economic dimension of the 2025 political factor was the loss of international financial support. Due to the inability of the Assembly to convene and approve international agreements during the stalemate:

- EU Growth Plan: Kosovo was unable to access installments of an €882 million fund.
- World Bank Agreements: Three specific agreements totaling €120 million (focused on public finance, health, and education) failed to receive approval in the November 19 session.
- Total Opportunity Cost: Over €1 billion in liquidity remained "hostage" to the constitutional process, directly impacting the government's ability to stimulate the economy through capital projects.

4.3 Behavioral Analysis: The Precautionary Savings Spike

Data from the Central Bank of Kosovo (CBK) confirms a shift toward risk aversion. During the first quarter of 2025, reserve assets increased by €16.59 million, largely attributed to a €33.57 million increase in deposits.

By September 2025, household deposits reached €4.81 billion, representing a 12.8% annual increase. In a standard "Political Business Cycle," we would expect consumers to liquidate savings to take advantage of election-season subsidies. Instead, the persistent failure to form a stable coalition after February led households to "hoard" cash as insurance against the risk of government shutdown or delayed public sector salaries.

4.4 The Supply-Side Reaction: Credit Tightening

The CBK Bank Lending Survey (Q2 and Q3 2025) provides critical evidence of how political risk translates into financial constraints:

- Tightened Standards: For the second and third quarters of 2025, commercial banks reported a tightening of credit standards, specifically for households.
- Risk Appetite: Banks cited the "outlook of the domestic market" (political uncertainty) as the primary factor reducing their risk appetite.
- Demand Shift: While demand for individual loans remained relatively stable, the actual disbursement of consumer credit slowed as banks became more selective, fearing that a prolonged stalemate would weaken the ability of borrowers to repay.

4.5 Retail Trade: The Composition of Spending

Analysis of the Turnover Index of Retail Trade (November 2025) highlights the sectoral impact of political fatigue:

- Inelastic Consumption: Spending on "Food, beverages, and tobacco" in supermarkets remained strong, with a volume increase of 8.0%. This suggests that essential consumption was not significantly deterred by the elections.
- Elastic/Durable Decline: Conversely, sectors sensitive to long-term stability—such as Cultural and Recreation goods—saw a decrease of 1.5%.
- The December Anomaly: Despite the government's attempt to stimulate the economy with seasonal transfers and electoral promises before the December 28 poll, retail indices did not show the typical "holiday boom," reflecting a consumer base that was psychologically "exhausted" by the third election of the year.

Figure 1. Summary Table: The Economic Impact of the 2025 Political Factor

Indicator	Pre-Crisis (2024)	Election Year (2025)	Impact Observation
GDP Growth	4.4%	3.8% - 4.0%	Significant slowdown in Q1/Q2.
Inflation (CPI)	1.6% (avg)	3.5% - 4.7%	Driven by energy and food, eroding real income.
Household Deposits	Baseline	+12.8% (y-o-y)	Evidence of "Precautionary Savings."
Credit Standards	Easing	Tightening (Q2/Q3)	Banks reacting to domestic political risk.
International Funds	High Access	>€1 Billion Blocked	Political deadlock preventing reform agenda.

5. Discussion

The findings of this study demonstrate that the "Triple Election" cycle of 2025 created a unique economic phenomenon in Kosovo: The Paralysis of Plenty. While traditional Political Business Cycle (PBC) theories suggest that elections stimulate the economy through increased government spending and credit expansion, the hyper-frequency of polls in 2025 led to a counter-intuitive contraction in consumer optimism and institutional lending.

5.1 The Breakdown of Fiscal Populism

In late 2025, the caretaker government attempted a classic PBC stimulus by increasing minimum pensions to €150 and raising child allowances. In a stable environment, such transfers typically yield a high marginal propensity to consume (MPC). However, the 2025 data suggests that Kosovar households—exhausted by the February and October stalemates—treated these injections as "insurance payments." Instead of flowing into retail trade, these funds contributed to the €7.34 billion deposit peak recorded by the CBK in September. This supports the Ricardian Equivalence hypothesis in a political context: consumers saved current handouts in anticipation of future economic instability caused by a leaderless state.

5.2 Institutional Risk and the "Credit Choke"

The behavior of the banking sector in 2025 serves as a proxy for systemic risk. The CBK reported that for the first time in years, the "outlook of the domestic market" (political deadlock) became the primary driver for tightening credit standards. When the state is the primary economic actor and its legislative arm is paralyzed, banks cannot accurately price risk for public sector employees or government contractors. This "Credit Choke" effectively neutralized any potential pre-election boom, as the reduction in private lending outweighed the increase in public transfers.

5.3 The Cost of Non-Europe

The deadlock had a tangible price tag: the €882 million EU Growth Plan. Kosovo remained one of only two countries (alongside Bosnia) unable to ratify the necessary agreements due to a non-functional Assembly. The "political factor" thus transitioned from a psychological variable to a direct budgetary deficit. For the consumer, this manifested as a loss of long-term economic hope, further fueling the drive for precautionary savings rather than discretionary spending.

6. Conclusion

This paper has analyzed the economic dimensions of political instability in Kosovo throughout the landmark year of 2025. By examining high-frequency secondary data, we conclude that the "Triple Election" cycle induced a significant "Fatigue Effect" that suppressed domestic demand and altered the fundamental behavior of the Kosovar consumer.

Key conclusions include:

- The Reversal of the Election Boom: The frequency of elections in 2025 replaced traditional economic stimulus with systemic uncertainty, leading to a projected GDP growth slowdown to 3.8%, down from the robust 4.4% of 2024.
- Precautionary Dominance: Kosovar households shifted toward "defensive economics," with deposits reaching record levels as a hedge against the inability of the government to form a stable majority.
- Institutional Drag: The failure of the Assembly to ratify international agreements cost the economy nearly €1 billion in liquidity, creating a long-term deficit in capital investment.

Policy Recommendations

To decouple the Kosovar economy from its volatile electoral cycle, the study recommends:

1. Fiscal Automaticity: Implementing legal mechanisms that allow international agreements and essential capital projects to proceed during caretaker governance periods.
2. Monetary Signaling: The CBK should introduce specific liquidity facilities during deadlocks to prevent commercial banks from over-tightening credit to households.

7. References

Institutional Reports (2025)

- *ASK (Kosovo Agency of Statistics). (2025). Harmonized Index of Consumer Prices (HICP) Monthly Reports Jan-Dec 2025. Prishtina: ASK.*
- *CBK (Central Bank of Kosovo). (2025). Bank Lending Survey: Quarter 3, 2025. Prishtina: CBK.*
- *CBK (Central Bank of Kosovo). (2025). Monthly Statistical Bulletin (December 2025).*
- *Central Bank of the Republic of Kosovo (CBK). (2025, October 23). Publication of commercial bank statistics for September 2025. Prishtina: CBK.*
- *Central Bank of the Republic of Kosovo (CBK). (2025, May 2). Publication of statistics on Balance of Payments for February 2025. Prishtina: CBK.*
- *European Commission. (2025, November 5). Key findings on Kosovo: 2025 Communication on EU Enlargement Policy. Brussels: EC.*
- *Kosovo Agency of Statistics (ASK). (2025, November). Consumer Price Index (CPI) and Inflation Rate, October 2025. Prishtina: ASK.*
- *UNDP Kosovo. (2025). Public Pulse Brief XXVII. Prishtina: UNDP.*
- *World Bank Group. (2025, October). Western Balkans Regular Economic Report No. 28: Kosovo Country Factsheet. Washington D.C.: World Bank.*

Academic & Analytical Sources

- *Alesina, A., & Perotti, R. (1996). Income distribution, political instability, and investment. European Economic Review.*
- *Balkan Insight. (2025, October 10). Kosovo's Parliament Ends Deadlock, But Solution Is Swiftly Disputed. [Article].*
- *Bernanke, B. S. (1983). Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. The Quarterly Journal of Economics.*
- *Drazen, A. (2000). Political Economy in Macroeconomics. Princeton University Press.*

- *European Western Balkans. (2025, November 21). Kosovo risks losing funds from the EU's Growth Plan due to non-ratification. [News Report].*
- *Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. Econometrica.*
- *Mehmeti, I., Tërstena, A., & Bislimi, F. (2025). Steering stability: Governance determinants and the banking business insight from Southeastern Europe. Journal of Balkan Economic Studies.*
- *Nordhaus, W. (1975). The Political Business Cycle. The Review of Economic Studies.*
- *University of Prishtina (UP). (2025). Analyzing Consumer Behavior in the Banking Sector of Kosovo: Impact of Political Factors. Prishtina: UP Faculty of Economics.*

DEMOGRAFİK DEĞİŞKENLERDE ROL ÇATIŞMASI VE ROL BELİRSİZLİĞİ ALGISININ TAKIM ÇALIŞMASINA ETKİSİ: KAHRAMANMARAŞ K.S.Ü SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA HASTANESİ YOĞUN BAKIM SERVİSİNDE ÇALIŞAN HEMŞİRELER ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Prof. Dr. Abdullah SOYSAL
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Kat-1 Kahramanmaraş
ORCID:0000-0001-6411-4988
Neziha PALA
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 46100, Onikişubat, Kahramanmaraş
ORCID: 0009-0006-0275-2531
Mehmet Burak ÇETİNKAYA
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar Kampüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 46100, Onikişubat, Kahramanmaraş
ORCID: 0009-0003-2374-9073

ÖZET

Bu araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi yoğun bakım servislerinde çalışan hemşirelerde, demografik değişkenler açısından rol çatışması ve rol belirsizliği algısının takım çalışmasına etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya 114 hemşire katılmış olup, katılımcıların %57,02'si kadın (n=65) ve %42,98'i erkektir (n=49). Katılımcıların %38,60'ı 35–44 yaş, %37,72'si 25–34 yaş grubundadır. Ayrıca, %61,40'ı evli, %55,26'sı lisans mezunu ve %50'si 51.000 TL ve üzeri gelir düzeyine sahiptir. Takım Çalışması Ölçeği (TÇÖ) puan ortalaması 51,78±16,27 (α=0,97), Rol Çatışması ortalaması 25,61±6,79 (α=0,86), Rol Belirsizliği ortalaması 19,07±5,26 (α=0,80) ve Rol Çatışması–Rol Belirsizliği toplam puanı (RÇRB) 44,68±11,37 (α=0,91) olarak bulunmuştur. Tüm ölçeklerde çarpıklık ve basıklık değerleri ±1 aralığında olup, normal dağılım koşulları sağlanmıştır. Bağımsız örneklemler t-testi sonuçlarına göre, takım çalışması, rol çatışması, rol belirsizliği ve RÇRB düzeyleri açısından **cinsiyet, medeni durum** ve **gelir düzeyi** değişkenlerine göre anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05). Kadınlarda TÇÖ ortalaması 51,42, erkeklerde 52,27; evlilerde 53,06, bekarlarda 49,75 olarak saptanmıştır. Benzer şekilde, ANOVA testine göre **yaş** (F=0,591; p=0,622) ve **eğitim düzeyi** (F=0,529; p=0,663) değişkenleri açısından da anlamlı farklılık görülmemiştir. Pearson korelasyon analizine göre, takım çalışması düzeyi ile rol çatışması arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır (r=0,311; p=0,001). Benzer şekilde, takım çalışması ile rol belirsizliği (r=0,347; p<0,001) ve RÇRB toplam puanı (r=0,346; p<0,001) arasında da orta düzeyde pozitif ilişkiler tespit edilmiştir. Demografik değişkenlere göre anlamlı farklılıklar görülmemekle birlikte, takım çalışması düzeyi yükseldikçe rol çatışması ve rol belirsizliği düzeylerinin de arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rol Çatışması, Rol Belirsizliği, Takım Çalışması, Hemşirelik, Demografik Değişkenler

THE EFFECT OF ROLE CONFLICT AND ROLE AMBIGUITY PERCEPTION IN DEMOGRAPHIC VARIABLES ON TEAMWORK: A STUDY ON NURSES WORKING IN THE INTENSIVE CARE UNIT OF KAHRAMANMARAŞ K.S.Ü HEALTH APPLICATION AND RESEARCH HOSPITAL

ABSRACT

This study was conducted to examine the effect of the perception of role conflict and role ambiguity on teamwork in terms of demographic variables among nurses working in the intensive care units of Kahramanmaraş Sütçü İmam University Health Practice and Research Hospital. A total of 114 nurses participated in the research, of whom 57.02% were female (n=65) and 42.98% were male (n=49). Among the participants, 38.60% were aged between 35–44 years, and 37.72% were between 25–34 years. Additionally, 61.40% were married, 55.26% held a bachelor's degree, and 50% had an income level of 51,000 TL or above. The mean score of the Teamwork Scale (TÇÖ) was 51.78±16.27 (α=0.97), the mean of Role Conflict was 25.61±6.79 (α=0.86), the mean of Role Ambiguity was 19.07±5.26 (α=0.80), and the overall Role Conflict–Role Ambiguity (RÇRB) score was 44.68±11.37 (α=0.91). Skewness and kurtosis values were within ±1, indicating normal distribution. According to the independent samples t-test results, there were no statistically significant differences in teamwork, role conflict, role ambiguity, or RÇRB scores in terms of gender, marital status, or income level ($p>0.05$). The mean teamwork score was 51.42 for females and 52.27 for males; 53.06 for married participants and 49.75 for single participants. Similarly, ANOVA results indicated no significant differences by age ($F=0.591$; $p=0.622$) or education level ($F=0.529$; $p=0.663$). Based on the Pearson correlation analysis, there was a positive and statistically significant relationship between teamwork and role conflict ($r=0.311$; $p=0.001$). Likewise, positive and moderate correlations were found between teamwork and role ambiguity ($r=0.347$; $p<0.001$), as well as between teamwork and the overall RÇRB score ($r=0.346$; $p<0.001$). In conclusion, although no significant differences were observed according to demographic variables, it was determined that as the level of teamwork increased, the levels of role conflict and role ambiguity also increased.

Keywords: Role Conflict, Role Ambiguity, Teamwork, Nursing, Demographic Variables0

1. Giriş

Günümüzde örgüt yapılarında ve toplumsal yaşamda yaşanan hızlı dönüşümler, çalışanların rollerine ilişkin beklentileri önemli ölçüde değiştirmiştir. Bireylerden aynı anda birden fazla görev ve sorumluluk üstlenmelerinin beklenmesi, rol davranışlarında dönüşümlere yol açmakta ve rol çatışması ile rol belirsizliği gibi olguları daha belirgin hâle getirmektedir (Özbozkurt ve Özbozkurt, 2019: 308; Elmas Atay ve Gerçek, 2017: 321).

Rol çatışması ve rol belirsizliği, modern örgütlerde sıkça karşılaşılan ve hem bireysel hem de örgütsel düzeyde önemli sonuçlar doğuran olgulardır. Özellikle çok katmanlı örgüt yapılarında bu durumlar çalışanlarda stres ve tatminsizlik yaratırken, örgütlerde performans düşüşü ve bağlılık kaybına yol açabilmektedir (Basım vd., 2010: 146; Canbek, 2019: 145).

Rekabetin ve değişimin yoğun olduğu günümüz iş ortamında örgütlerin başarısı, çalışanların ortak hedefler doğrultusunda iş birliği yapabilmesine bağlıdır. Bu bağlamda takım çalışması, motivasyon, iletişim ve performansı artıran temel bir örgütsel uygulama olarak öne çıkmaktadır (İlhan ve İnce, 2015: 127; Robbins vd., 2013: 256; Serinkan ve Arat, 2015: 279).

Sağlık sektöründe hizmetlerin niteliği gereği takım çalışması zorunlu olup, rol çatışması ve rol belirsizliği özellikle stresin yüksek olduğu birimlerde ekip uyumunu ve verimliliği olumsuz

etkileyebilmektedir (Çıraklı vd., 2015: 140; Sivuk Kara ve Kıbrıs, 2016: 33). Bu nedenle, söz konusu kavramların demografik değişkenler bağlamında ele alınması, sağlık hizmetlerinde çalışan refahı ve örgütsel etkinliğin artırılması açısından önem taşımaktadır.

2. Kavramsal Çerçeve

2.1. Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği

Rol, bir sosyal yapı içinde belirli bir pozisyona atfedilen görev, sorumluluk ve davranış beklentilerinin bütününü ifade etmektedir (Rizzo vd., 1970: 155; Tubre ve Collins, 2000: 155). Bu beklentiler, bireyin statüsü doğrultusunda sergilemesi gereken davranışları belirleyerek, onun sosyal sistem içindeki işlevini tanımlar (Walker vd., 1975: 33).

Rol çatışması, örgütsel bağlamda ilk kez Kahn vd. (1964) tarafından, bireyin karşılaştığı rol beklentilerinin birbiriyle uyumsuz olması durumu olarak tanımlanmıştır. Bir rolün gereklerinin diğer rolün yerine getirilmesini zorlaştırması ya da engellemesi, rol çatışmasının temelini oluşturmaktadır (Katz ve Kahn, 1977: 202; Kılınç, 1991: 121-122). Klasik örgüt teorisinde yer alan emir-komuta zinciri ve komuta birliği ilkelerinin ihlali, çalışanların birden fazla kaynaktan çelişkili taleplerle karşılaşmasına ve rol çatışmasının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Rizzo vd., 1970: 150-151; Tubre ve Collins, 2000: 155).

Kılınç'a (1985: 120-121) göre rol çatışması; çelişkili beklentiler, uyumsuz otorite talepleri, roller arasında öncelik belirlenememesi, kişi-rol uyumsuzluğu ve aşırı rol yükü gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Rol çatışması, çalışanlarda stres yaratarak performans düşüşü, iş tatminsizliği, örgütsel yabancılaşma ve işten ayrılma eğilimi gibi olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir (Kahn vd., 1964; House ve Rizzo, 1972; Brief ve Aldag, 1976; Organ ve Greene, 1981).

Rol belirsizliği, bireyin görev, sorumluluk ve beklentilerine ilişkin yeterli bilgiye sahip olmaması durumu olarak tanımlanmaktadır (Katz ve Kahn, 1978: 206; Walker vd., 1975: 33). Rol beklentilerinin açık biçimde iletilmemesi, çalışanların görevlerini nasıl yerine getirecekleri konusunda kararsızlık yaşamalarına ve ekip içi koordinasyonun zayıflamasına neden olmaktadır (Topuz, 2006: 13; Davis, 1982: 39).

Literatürde rol belirsizliği, görev belirsizliği ve sosyal-duygusal belirsizlik olmak üzere iki boyutta ele alınmaktadır (Özkalp ve Kırel, 1999: 225). Bu belirsizlikler, çalışanların performansını, motivasyonunu ve iş tatminini olumsuz etkilemektedir (Ağırkaya, 2023). Örgüt yapısının karmaşıklığı, iş süreçlerinin net tanımlanmaması ve bilgi akışındaki yetersizlikler, rol belirsizliğini artıran temel örgütsel faktörler arasında yer almaktadır (Rizzo vd., 1970; Basım vd., 2010; Bakan vd., 2018; Gül ve Çöl, 2004).

Takım Çalışması

Akademik literatürde takım kavramına ilişkin farklı tanımlar bulunmakla birlikte, bu tanımların büyük ölçüde benzer unsurlar etrafında şekillendiği görülmektedir (Küçük, 2008: 170). Ortak payda dikkate alındığında takım; farklı bilgi, beceri, deneyim ve özelliklere sahip bireylerin, belirlenmiş hedeflere ulaşmak amacıyla eşgüdüm içinde birlikte çalıştıkları bir örgütlenme biçimi olarak tanımlanabilir (Akgün vd., 2004: 300).

Takımların gelişim süreci, Tuckman tarafından ortaya konulan ve daha sonra genişletilen beş aşamalı modelle açıklanmaktadır. Bu model; oluşum (forming), çatışma (storming), normalleşme (norming), performans (performing) ve ayrılma (adjourning) evrelerinden oluşmaktadır (Tuckman, 2001: 66; Sökmen, 2014: 429).

Takım çalışması, ortak bir hedef doğrultusunda bilgi ve uzmanlığın paylaşılmasına dayanan, karşılıklı etkileşim içinde yürütülen bir çalışma biçimidir (Duyan, 2003: 43; Özbay

ve Arslan, 2007: 294). Takım çalışmasının başarısı; liderlik, motivasyon, iletişim, uyum ve takımın heterojen yapısı gibi birbiriyle ilişkili faktörlere bağlıdır (Özler ve Koparan, 2006: 2).

Etkili bir takım çalışmasının yürütülebilmesi için, yönetimin ve çalışanların takım çalışmasının önemini benimsemesi, rollerin ve sorumlulukların açık biçimde tanımlanması ve ekip üyelerinin bu rolleri yerine getirebilecek yetkinliğe sahip olması gerekmektedir (Ayhan, 2010: 23; Aslan, 2004: 602). Bunun yanı sıra, başarılı takım çalışması; ortak değerler, paylaşılan hedefler ve ekip üyelerinin olumlu tutum, motivasyon, empati ve değişime açıklık gibi bireysel niteliklere sahip olmasıyla desteklenmektedir (Baltaş, 2012: 56).

2.2. Demografik Değişkenlerde Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Algısının Takım Çalışmasına Etkisi

Rol çatışması, rol belirsizliği ve takım çalışması arasındaki ilişkilerin demografik değişkenler bağlamında nasıl şekillendiği, örgütsel davranış literatüründe tartışmalı bir konudur. Bu ilişkilerin yönü ve düzeyi konusunda ortak bir görüş bulunmamakta; elde edilen bulgular sektör, örgüt kültürü ve işin niteliğine göre farklılık gösterebilmektedir.

Klasik örgüt teorisine göre, görev ve rollerin açık biçimde tanımlandığı, emir-komuta zincirinin net olduğu yapılarda rol stresi demografik özelliklerden bağımsız olarak azalmakta; bu durum hem rol çatışması ve rol belirsizliğini sınırlamakta hem de takım içi koordinasyonu güçlendirmektedir (Rizzo vd., 1970; Kahn vd., 1964). Bu çerçevede, takım çalışmasının etkinliği, ekip üyelerinin demografik özelliklerinden ziyade görev ve sorumluluklarını net biçimde kavramalarına bağlıdır (Aslan, 2004).

Literatürde demografik değişkenlerin rol algıları ve takım çalışması üzerindeki etkisine ilişkin bulgular tutarsızdır. Bazı araştırmalar yaş ve cinsiyet gibi değişkenlerin bu süreçleri etkileyebileceğini ileri sürerken, diğer çalışmalar anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermektedir (Sivuk Kara ve Kıbrıs, 2016; Akbolat vd., 2011; Öztürk, 2017). Benzer biçimde, eğitim düzeyi ve gelir gibi değişkenlerin etkisi de bağlamsal koşullara göre değişebilmektedir.

Yöntem

Bu araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden betimleyici bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Çalışmanın evrenini, K.S.Ü. Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi Yoğun Bakım Servisinde çalışan ve toplam sayısı 189 olan hemşireler oluşturmuştur. Evrenin tamamına ulaşılması hedeflendiğinden örneklem seçimine gidilmedi ve çalışma evrenin tamamı üzerinden yürütüldü. Katılımcılara ulaşmada kolayda örnekleme yöntemi kullanıldı. Veriler, araştırmacılar tarafından hazırlanan bir anket formu aracılığıyla toplandı. Anket formu üç bölümden oluşmaktadır: Birinci bölümde katılımcıların demografik özelliklerini belirlemeye yönelik sorular yer aldı. İkinci bölümde, Baker ve arkadaşları (2008) tarafından geliştirilen Takım Çalışması Ölçeği kullanıldı. İki boyut ve 15 maddeden oluşan bu ölçeğin ilk 7 maddesi "toplu uyuma inanma", sonraki 8 maddesi ise "takım çalışmasının önemine inanma" alt boyutlarını ölçmektedir. Ölçeğin Türkçe uyarlaması Ergen (2011) tarafından yapılmıştır. Üçüncü bölümde ise, Rizzo ve arkadaşları (1970) tarafından geliştirilen ve Schuler ve arkadaşları (1977) tarafından yenilenen Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçeği'nin Türkçe uyarlaması (Arslan, 2016) kullanıldı. 5'li Likert tipinde ve toplam 15 maddeden oluşan bu ölçek, çalışanların rol çatışması ve rol belirsizliği algılarını değerlendirmiştir. Verilerin analizinde SPSS 27.0 paket programı kullanılmıştır. Öncelikle değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler) hesaplanmış, normallik varsayımı çarpıklık ve basıklık değerleri incelenerek değerlendirilmiştir. Çarpıklık ve basıklık değerlerinin ±1 aralığında bulunması nedeniyle verilerin normal dağılıma uygun olduğu kabul edilmiştir. İki grup arasındaki farklılıkların belirlenmesinde bağımsız örneklemler t-testi, ikiden fazla gruba ait karşılaştırmalarda ise tek yönlü varyans analizi (ANOVA)

kullanılmıştır. ANOVA sonucunda anlamlı fark saptanması durumunda farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla Tukey HSD testi uygulanmıştır. Ölçekler arasındaki ilişkileri belirlemek için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Tüm istatistiksel değerlendirmelerde anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak alınmıştır.

3. Bulgular

Tablo 1. Sosyo demografik özelliklere ilişkin dağılım tablosu

Değişken	Kategori	n	%
Cinsiyet	Kadın	65	57,02
	Erkek	49	42,98
Yaş	18-24	12	10,53
	25-34	43	37,72
	35-44	44	38,60
	4+	15	13,16
Medeni Durum	Bekar	44	38,60
	Evli	70	61,40
Eğitim Düzeyi	Lise	20	17,54
	Ön lisans	18	15,79
	Lisans	63	55,26
	Lisansüstü	13	11,40
Gelir Düzeyi	31000-40000 TL	18	15,79
	41000-50000 TL	39	34,21
	51000 TL +	57	50,00

Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine ilişkin dağılım incelendiğinde, katılımcıların %57,02'sinin kadın (n=65) ve %42,98'inin erkek (n=49) olduğu görülmektedir. Yaş gruplarına göre dağılımda en yüksek oran %38,60 ile 35-44 yaş aralığında, ardından %37,72 ile 25-34 yaş grubunda yer almaktadır; 18-24 yaş grubundakiler %10,53 (n=12) ve 45 yaş ve üzerindekiler %13,16 (n=15) oranındadır. Katılımcıların %61,40'ı evli (n=70) ve %38,60'ı bekardır (n=44). Eğitim düzeyi açısından değerlendirildiğinde, en yüksek oran %55,26 ile lisans mezunlarına aittir; bunu %17,54 ile lise, %15,79 ile ön lisans ve %11,40 ile lisansüstü mezunlar izlemektedir. Gelir düzeyine göre ise katılımcıların yarısı (n=57, %50,00) 51.000 TL ve üzeri gelir grubunda, %34,21'i (n=39) 41.000–50.000 TL aralığında, %15,79'u (n=18) ise 31.000–40.000 TL aralığında yer almaktadır.

Tablo 2. Ölçek ilişkin dağılım tablosu, normallik ve güvenilirlik sonuçları

Değişken	Ort.	Min.	Maks.	SS	Çarpıklık	Basıklık	Güvenilirlik
TÇÖ Düzey	51,78	15,00	75,00	16,27	-0,87	0,01	0,97
Rol Çatışması	25,61	8,00	40,00	6,79	-0,45	-0,13	0,86
Rol Belirsizliği	19,07	6,00	28,00	5,26	-0,51	-0,25	0,80
RÇRB Düzey	44,68	14,00	66,00	11,37	-0,60	0,18	0,91

TÇÖ= Takım Çalışması Ölçek, RÇRB= Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçek

Ölçek puanlarına ilişkin betimsel istatistikler, normallik ve güvenilirlik analizleri sonuçlarına göre; Takım Çalışması Ölçeği'nin (TÇÖ) ortalama puanı 51,78 (SS = 16,27) olup, çarpıklık (-0,87) ve basıklık (0,01) değerleri normal dağılıma işaret etmektedir. Ölçeğin Cronbach's α katsayısı 0,97 ile oldukça yüksek düzeydedir. Rol Çatışması alt boyutunun ortalaması 25,61 (SS = 6,79) olup normallik değerleri uygun ve güvenilirlik katsayısı 0,86'dır.

Rol Belirsizliği alt boyutunda ortalama 19,07 (SS = 5,26) olup, dağılım normal ve Cronbach's α değeri 0,80'dir. Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçeği'nin (RÇRB) genel ortalaması 44,68 (SS = 11,37) olarak hesaplanmış; dağılımın normal olduğu ve ölçeğin yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğu belirlenmiştir (α = 0,91).

Tablo 3. Ölçek düzeylerinin cinsiyete göre farklılaşması

Değişken	Cinsiyet				t testi	
	Kadın		Erkek			
	Ort.	SS	Ort.	SS	t	p
TÇÖ Düzey	51,42	15,37	52,27	17,54	-0,275	0,784
Rol Çatışması	25,58	6,62	25,63	7,07	-0,037	0,971
Rol Belirsizliği	19,25	4,97	18,84	5,67	0,412	0,683
RÇRB Düzey	44,83	10,75	44,47	12,25	0,167	0,867

**p<0,05; Bağımsız Örneklemler t testi, TÇÖ= Takım Çalışması Ölçek, RÇRB= Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçek*

Bağımsız örneklemler t-testi sonuçlarına göre, Takım Çalışması Ölçeği (TÇÖ) puan ortalamaları kadınlarda 51,42±15,37, erkeklerde ise 52,27±17,54 olarak bulunmuş ve aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (t=-0,275; p=0,784). Rol Çatışması düzeyleri kadınlarda 25,58±6,62, erkeklerde 25,63±7,07 olup, fark anlamlı bulunmamıştır (t=-0,037; p=0,971). Rol Belirsizliği puanları kadınlarda 19,25±4,97, erkeklerde 18,84±5,67 olarak saptanmış, bu fark da istatistiksel açıdan anlamlı değildir (t=0,412; p=0,683). Son olarak, Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği (RÇRB) toplam düzeyleri kadınlarda 44,83±10,75, erkeklerde 44,47±12,25 olarak belirlenmiş, gruplar arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (t=0,167; p=0,867). Buna göre, tüm ölçek ve alt boyutlarda cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma bulunmamaktadır (p>0,05).

Tablo 4. Ölçek düzeylerinin yaş gruplarına göre farklılaşması

Değişken	Kategori	Yaş		ANOVA		
		Ort.	SS	F	p	Fark
TÇÖ Düzey	18-24 (1)	52,42	14,93	0,591	0,622	-
	25-34 (2)	49,23	16,93			
	35-44 (3)	53,80	15,86			
	44+ (4)	52,67	17,17			
Rol Çatışması	18-24 (1)	24,33	4,75	0,362	0,781	-
	25-34 (2)	25,95	6,80			
	35-44 (3)	26,00	6,44			
	44+ (4)	24,47	9,18			
Rol Belirsizliği	18-24 (1)	19,33	4,40	1,236	0,302	-
	25-34 (2)	18,95	5,00			
	35-44 (3)	19,86	5,32			
	44+ (4)	16,87	6,25			
RÇRB Düzey	18-24 (1)	43,67	8,18	0,624	0,601	-
	25-34 (2)	44,91	11,21			
	35-44 (3)	45,86	10,97			
	44+ (4)	41,33	15,05			

**p<0,05; ANOVA Testi, Fark= Tukey Testi; TÇÖ= Takım Çalışması Ölçek, RÇRB= Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçek*

ANOVA sonuçlarına göre, Takım Çalışması Ölçeği (TÇÖ), Rol Çatışması, Rol Belirsizliği ve Rol Çatışması–Rol Belirsizliği (RÇRB) toplam puanları yaş gruplarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir (p>0,05). TÇÖ puanlarında en yüksek ortalama 35–44 yaş grubunda, en düşük ortalama ise 25–34 yaş grubunda görülmüştür. Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği düzeylerinde de yaş grupları arasında anlamlı bir fark bulunmamakta; ortalama değerlerin gruplar arasında benzer dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu bulgular, yaş değişkeninin rol çatışması, rol belirsizliği ve takım çalışması üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

Tablo 5. Ölçek düzeylerinin medeni durumlara göre farklılaşması

Değişken	Medeni Durum				t testi	
	Bekar		Evli			
	Ort.	SS	Ort.	SS	t	p
TÇÖ Düzey	49,75	15,27	53,06	16,85	-1,057	0,293
Rol Çatışması	24,68	6,33	26,19	7,04	-1,153	0,251
Rol Belirsizliği	18,32	5,16	19,54	5,31	-1,213	0,228
RÇRB Düzey	43,00	11,01	45,73	11,54	-1,251	0,214

**p<0,05; Bağımsız Örneklemler t testi, TÇÖ= Takım Çalışması Ölçek, RÇRB= Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçek*

Bağımsız örneklemler t-testi sonuçlarına göre, Takım Çalışması Ölçeği (TÇÖ) puan ortalamaları bekar katılımcılarda 49,75±15,27, evli katılımcılarda ise 53,06±16,85 olarak bulunmuş; fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (t=-1,057; p=0,293). Rol Çatışması düzeyleri bekar grubunda 24,68±6,33, evli grubunda 26,19±7,04 olup, fark anlamlı bulunmamıştır (t=-1,153; p=0,251). Rol Belirsizliği puanları bekar katılımcılarda 18,32±5,16,

evli katılımcılarda 19,54±5,31 olarak saptanmış ve fark istatistiksel açıdan anlamlı değildir (t=-1,213; p=0,228). Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği (RÇRB) toplam düzeyleri de medeni duruma göre farklılık göstermemiştir; bekar katılımcılarda 43,00±11,01, evli katılımcılarda ise 45,73±11,54 olarak belirlenmiştir (t=-1,251; p=0,214). Sonuç olarak, tüm ölçek ve alt boyutlarda medeni duruma göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma bulunmamaktadır (p>0,05).

Tablo 6. Ölçek düzeylerinin gelir düzeylerine göre farklılaşması

Değişken	Kategori	Gelir Düzeyi		ANOVA		
		Ort.	SS	F	p	Fark
TÇÖ Düzey	31000-40000 TL (1)	49,39	16,88	0,296	0,745	-
	41000-50000 TL (2)	51,49	15,51			
	51000 TL + (3)	52,74	16,78			
Rol Çatışması	31000-40000 TL (1)	24,39	5,83	2,221	0,113	-
	41000-50000 TL (2)	24,23	6,94			
	51000 TL + (3)	26,93	6,81			
Rol Belirsizliği	31000-40000 TL (1)	18,39	5,29	0,776	0,463	-
	41000-50000 TL (2)	18,49	5,30			
	51000 TL + (3)	19,68	5,24			
RÇRB Düzey	31000-40000 TL (1)	42,78	10,79	1,678	0,191	-
	41000-50000 TL (2)	42,72	11,64			
	51000 TL + (3)	46,61	11,22			

**p<0,05; ANOVA Testi, Fark= Tukey Testi; TÇÖ= Takım Çalışması Ölçek, RÇRB= Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçek*

ANOVA sonuçlarına göre, Takım Çalışması Ölçeği (TÇÖ), Rol Çatışması, Rol Belirsizliği ve Rol Çatışması–Rol Belirsizliği (RÇRB) toplam puanları gelir düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir (p>0,05). TÇÖ puanlarında en yüksek ortalama 51.000 TL ve üzeri gelir grubunda, en düşük ortalama ise 31.000–40.000 TL gelir grubunda gözlenmiştir. Rol Çatışması puanlarının gelir arttıkça sınırlı bir artış eğilimi gösterdiği izlenmekle birlikte, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Rol Belirsizliği ve RÇRB toplam puanlarında da gelir grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Bu bulgular, gelir düzeyinin rol çatışması, rol belirsizliği ve takım çalışması üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Tablo 7. Ölçek düzeylerinin eğitim düzeylerine göre farklılaşması

Değişken	Kategori	Eğitim Düzeyi		ANOVA		
		Ort.	SS	F	p	Fark
TÇÖ Düzey	Lise (1)	53,80	14,09	0,529	0,663	-
	Önlisans (2)	47,94	19,56			
	Lisans (3)	52,59	15,88			
	Lisansüstü (4)	50,08	17,26			
Rol Çatışması	Lise (1)	24,55	6,72	1,361	0,259	-
	Önlisans (2)	23,28	7,13			
	Lisans (3)	26,24	6,69			
	Lisansüstü (4)	27,38	6,60			
Rol Belirsizliği	Lise (1)	17,65	5,42	0,952	0,418	-
	Önlisans (2)	18,28	6,23			
	Lisans (3)	19,73	4,96			
	Lisansüstü (4)	19,15	5,05			
RÇRB Düzey	Lise (1)	42,20	11,99	1,161	0,328	-
	Önlisans (2)	41,56	12,78			
	Lisans (3)	45,97	10,75			
	Lisansüstü (4)	46,54	11,11			

**p<0,05; ANOVA Testi, Fark= Tukey Testi; TÇÖ= Takım Çalışması Ölçek, RÇRB= Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçek*

ANOVA sonuçlarına göre, Takım Çalışması Ölçeği (TÇÖ), Rol Çatışması, Rol Belirsizliği ve Rol Çatışması–Rol Belirsizliği (RÇRB) toplam puanları eğitim düzeylerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir (p>0,05). TÇÖ puanları eğitim grupları arasında benzer dağılım sergilemiştir. Rol Çatışması puanlarının lisansüstü mezunlarda görece daha yüksek olduğu görülmekle birlikte bu fark anlamlı değildir. Rol Belirsizliği ve RÇRB toplam puanlarında da eğitim düzeylerine göre anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu bulgular, eğitim düzeyinin rol çatışması, rol belirsizliği ve takım çalışması üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını göstermektedir.

Tablo 8. Ölçek düzeyleri arası ilişki

Değişken	Parametre	TÇÖ Düzey
Rol Çatışması	r	,311**
	p	0,001
	N	114
Rol Belirsizliği	r	,347**
	p	0,000
	N	114
RÇRB Düzey	r	,346**
	p	0,000
	N	114

***p<0,05; Pearson Korelasyon Testi, TÇÖ= Takım Çalışması Ölçek, RÇRB= Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçek*

Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre, Takım Çalışması Ölçeği (TÇÖ) ile Rol Çatışması (r=0,311; p=0,001) ve Rol Belirsizliği (r=0,347; p<0,001) arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. Benzer şekilde, Takım Çalışması ile Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği (RÇRB) toplam puanı arasında da pozitif ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır (r=0,346; p<0,001). Bu bulgular, takım çalışması düzeyi arttıkça rol çatışması ve rol belirsizliği düzeylerinin de orta düzeyde artış gösterdiğini ortaya koymaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada, yoğun bakım hemşirelerinin rol çatışması, rol belirsizliği ve takım çalışmasına ilişkin bulgular her bir değişken ve ölçek özelinde ele alınarak tartışılmıştır. Çalışmanın temel amacı, yoğun bakım hemşirelerinin mesleki yaşamlarında deneyimledikleri rol çatışması ve rol belirsizliğinin takım çalışması üzerindeki etkisini incelemektir. Ayrıca, ölçek puanları ile demografik değişkenler arasındaki farklılıkların belirlenmesi araştırmanın ikincil amacını oluşturmuştur. Bu doğrultuda, demografik değişkenlere göre ölçek puanları bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiş, değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Araştırma bulguları, ilgili literatürle karşılaştırılarak tartışılmıştır.

Araştırmada kullanılan ölçeklerin güvenilirlik analizleri sonucunda, Takım Çalışması Ölçeği için Cronbach's alpha değeri 0,97; Rol Çatışması alt boyutu için 0,86; Rol Belirsizliği alt boyutu için 0,80 ve Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Ölçeği toplamı için 0,91 olarak bulunmuştur. Bu değerler, ölçeklerin yüksek düzeyde güvenilir ve iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Literatürde rol çatışması ve rol belirsizliği ölçeğine ilişkin bildirilen güvenilirlik katsayılarının genel olarak 0,61 ile 0,86 aralığında; takım çalışması ölçeğinin ise yaklaşık 0,95 düzeyinde olduğu görülmektedir. Mevcut çalışmada elde edilen bulguların literatürle uyumlu olduğu söylenebilir.

4.1. Demografik Değişkenlere İlişkin Bulguların Tartışılması

Araştırma bulguları, yoğun bakım hemşirelerinin cinsiyet, yaş, medeni durum, gelir düzeyi ve eğitim durumu değişkenlerine göre rol çatışması, rol belirsizliği ve takım çalışması düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmadığını göstermektedir (p>0,05). Cinsiyete göre yapılan analizlerde, Takım Çalışması Ölçeği ve Rol Çatışması puanları açısından kadınlar ve erkekler arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Benzer şekilde, yaş grupları, medeni durum, gelir düzeyi ve eğitim düzeyine göre yapılan karşılaştırmalarda da takım çalışması puanları anlamlı biçimde farklılaşmamıştır. Rol çatışması, rol belirsizliği ve bu iki değişkenin toplam puanları açısından da tüm demografik değişkenlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Elde edilen bulgular, sağlık alanında yapılan önceki çalışmalarla paralellik göstermektedir. Literatürde, cinsiyet, yaş ve medeni durum gibi demografik değişkenlerin rol çatışması ve rol belirsizliği üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur (Akbolat vd., 2011; Sivuk Kara ve Kıbrıs, 2016; Öztürk, 2017; Boz, 2019). Bu durum, yoğun bakım ünitelerinin yüksek stres düzeyi, standartlaştırılmış iş süreçleri ve güçlü ekip çalışması gerektiren yapısı nedeniyle, hemşirelerin benzer rol beklentileri ve çalışma koşullarıyla karşı karşıya kalmalarından kaynaklanıyor olabilir.

4.2. Değişkenler Arası İlişki ve Regresyon Bulgularının Tartışılması

Çalışmanın en dikkat çekici bulgularından biri, Takım Çalışması ile Rol Çatışması (r=0,311; p=0,001) ve Rol Belirsizliği (r=0,347; p<0,001) arasında pozitif ve anlamlı ilişkiler saptanmış olmasıdır. Bu sonuç, literatürde rol stresinin takım çalışmasını olumsuz etkilediğini bildiren birçok çalışmanın aksine, takım çalışması arttıkça rol çatışması ve belirsizliğin de artabileceğini göstermektedir (Ceylan ve Ulutürk, 2006; Ertem Eray, 2017). Yoğun bakım

ünitelerinin yüksek tempolu ve karmaşık yapısı dikkate alındığında, artan iletişim, koordinasyon ve karşılıklı bağımlılığın, farklı ve zaman zaman çelişen rol beklentilerini beraberinde getirerek rol çatışması ve belirsizliğini artırması olasıdır.

Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği toplam puanı ile Takım Çalışması arasındaki pozitif ilişki (r=0,346; p<0,001) de bu yorumu desteklemektedir. Bu bulgular, yoğun bakım ortamında yüksek performanslı ekiplerin aynı zamanda daha yüksek düzeyde rol stresi yaşayabileceğine işaret etmekte; rol stresinin her zaman işlevsizliğin göstergesi olmayabileceğini, dinamik çalışma koşullarının kaçınılmaz bir sonucu olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, demografik değişkenlerin anlamlı bir fark yaratmaması, yoğun bakım kültürünün bireysel özelliklerden çok ortak mesleki deneyimler ve örgütsel dinamikler tarafından şekillendiğini göstermektedir.

Bu bağlamda, yoğun bakım ünitelerinde rol stresini ortadan kaldırmaktan ziyade yönetilebilir kılmaya yönelik yaklaşımlar önem kazanmaktadır. Yöneticilerin ve eğitimcilerin, takım çalışmasını güçlendirirken rol netliğini artıran uygulamalar, çatışma yönetimi eğitimleri ve düzenli ekip toplantıları gibi stratejileri hayata geçirmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, çalışmanın kesitsel yapısı nedensel çıkarımlara izin vermemektedir. Gelecek araştırmalarda, nitel yöntemler ve farklı örneklemlerle bu pozitif ilişkinin altında yatan dinamiklerin daha ayrıntılı biçimde incelenmesi, bulguların genellenebilirliğine önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

ACKER, G. M. (2004). The Effect of Organizational Conditions (Role Conflict, Role Ambiguity, Opportunities for Professional Development and Social Support) on Job Satisfaction and Intention to Leave among Social Workers in Mental Health Care. Community Mental Health Journal, 40(1): 65-73.

AĞIRKAYA, K. (2023). *Rol çatışması ve rol belirsizliğinin iş-aile zenginleşmesine etkisinde psikolojik sağlamlığın rolü: Hastane çalışanları üzerine bir araştırma* [Yüksek lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi]. *YÖK Ulusal Tez Merkezi*. https://tez.yok.gov.tr

AKBOLAT, M., IŞIK, O., UĞURLUOĞLU, Ö., 2011. "Sağlık Çalışanlarının Kontrol Odağı, İş Doyumu, Rol Belirsizliği ve Rol Çatışmasının Karşılaştırılması", Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 29(2), ss. 23- 48

ALTAN, S. (2021). Yöneticilerin Çatışma Yönetim Yaklaşımlarının Lider-İzleyici Etkileşimine Etkisinde Rol Belirsizliği ve İş Yükünün Rolü. Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD), 13(25), 484-502. https://doi.org/10.20990/kilisiibfakademik.974355

BAKAN İ., ERŞAHAN B., BÜYÜKBEŞE T., OKUMUŞ M. T., & AKMEŞE A. (2018). Psikolojik güçlendirme düzeylerine bağlı olarak öğretmenlerin işe yönelik davranışlarında farklılıklar oluşur mu? Bir alan araştırması. BMIJ, 6(1), 17-44. http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v6i1.142

BAKER, D.P., KROKOS, K.J., AMODEO, A.M., 2008. "Team STEPPS, Teamwork Attitude Questionnaire Manual", Washington, DC: American Institutes for Research.

BASIM, H. N., ERKENEKLİ, M., & ŞEŞEN, H. (2010). Birey davranışındaki kontrol odağının rol çatışması ve rol belirsizliği algısı ile ilişkisi: Kamu sektöründe bir araştırma. Amme İdaresi Dergisi, 43(1), 145-165.

BASIM, H.N., ERKENEKLİ, M., ŞEŞEN, H., 2010. "Birey Davranışındaki Kontrol Odağının Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği Algısı ile İlişkisi: Kamu Sektöründe Bir Araştırma", Amme İdaresi Dergisi, 43(1), ss. 145-165.

BOLAT, Ö., ALAYOĞLU, N., KOÇAK, Ö.E., 2018. "Rol Belirsizliği ve Çatışmasının İş'te Kendini Yetiştirme Üzerindeki Etkileri", Adam Akademi, 8(2), ss. 347- 370.

BOZ, F., 2019. "Hemşirelerde İş Yükü, Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği ile Psikolojik Taciz Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Sakarya Kamu Hastaneleri Örneği", Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü, Sakarya

BRİEF, A. P. and ALDAG, R. J. (1976). Correlates of role indices. Journal of Applied Psychology, 61(4), 468–472. https://doi.org/10.1037/0021-9010.61.4.468.

CANBEK, M., 2019. "Rol Stresi ile Başa Çıkmada Duygusal Zekanın Rolü", İşletme Araştırmaları Dergisi, 11(1), ss. 144-159.

CEYLAN, A., ULUTÜRK, Y.H., 2006. "Rol Belirsizliği, Rol Çatışması, İş Tatmini ve Performans Arasındaki İlişkiler", Doğuş Üniversitesi Dergisi, 7(1), ss. 48-58.

ÇIRAKLI, Ü., ÇELİK, Y., BEYLİK, U., 2015. "Etkili Ekip Çalışmasının Sağlıktaki Önemi ve Faydaları: Bir Literatür Çalışması", Sağlık Akademisyenleri Dergisi, 2 (3), ss. 140-146.

DAVİS, K. (1982). İşletmelerde İnsan Davranışı, (Çev. K. Tosun), İstanbul: İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi.

ELMAS ATAY, S., GERÇEK, M., 2017. "Algılanan Rol Belirsizliğinin İşe Yabancılaşma Üzerindeki Etkisinin ve Demografik Değişkenlere Göre Farklılıklarının İncelenmesi", Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 7(2), ss. 321-332.

ERGEN, T., 2011. "Stratejik Liderlik ve Takım Çalışmasındaki Rolü Erzurum İli 112 Acil Sağlık Hizmetlerinde Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı, Erzurum.

ERTEM ERAY, T., 2017. "Rol Çatışması, Rol Belirsizliği ve İş Tatmini Arasındaki İlişkiler: İletişim Fakültesi Dekanları Üzerine Bir Uygulama", Akdeniz Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi, (27), ss. 201-213.

FRİED, Y., BEN-DAVİD, H. A., TİEGS, R. B., AVİTAL, N. and YEVERECHYAHU, U. (1998). The interactive effect of role conflict and role ambiguity on job performance. Journal of Occupational and Organizational Psychology, 71(1), 19–27. https://doi.org/10.1111/j.2044-8325.1998.tb00659.x.

GÖKÇE, O. ve ŞAHİN, A. (2003). Yönetimde Rol Kavramı ve Yönetsel Roller. Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 3(6),133-156.

GÜL, H., & ÇÖL, G. (2004). Personeli güçlü kılan örgütsel bir yapı oluşturmada sosyal-yapısal öncüllerin güçlendirmeye olan etkileri ve sonuçları üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 18(3-4). https://app.trdizin.gov.tr/makale/TXpjNE16YzM/personeli-guclu-kilan-orgutsel-bir-yapiolusturmada-sosyal-yapisal-onculerin-guclendirmeye-olan-etkileri-ve-sonuclari-uzerine-birarastirma

İLHAN, A., İNCE, E., 2015. "Takım Çalışması ve Takım Etkinliğini Belirleyen Faktörlerin Ölçülmesi: Gaziantep Üniversitesinde Bir Uygulama", Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5(1), ss. 127-152.

KAHN, R. L., WOLFE, D. M., QUİNN, R. P., SNOEK, J. D. and ROSENTHAL, R. A. (1964). Organizational Stress: Studies in Role Conflict and Ambiguity.

KANBUR, E., CANBEK, M., ÖZYER, K., 2016. "Örgütlerde Rol Belirsizliği ve Rol Çatışmasının Çalışanların Öz-Yeterlilik Algıları Üzerindeki Etkisi", Örgütsel Davranış Araştırmaları Dergisi, 1(1), ss. 16-34.

KILINÇ, T. (1991). Rol Çatışmasını Belirleyen Örgütsel Faktörler ve Satış Elemanlarına Yönelik Sektörel Bir Araştırma, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 20(2), 19-34.

MİLES, R. H. ve PERREAULT, W. D. (1976). Organizational Role Conflict: Its Antecedents and Consequences. Organizational Behavior and Human Performance, 17(1), 19–44. https://doi.org/10.1016/0030-5073(76)90051-9.

ORGAN, D. W. and GREENE, C. N. (1981). The Effects of Formalization On Professional İnvolvement: A Compensatory Process Approach. Administrative Science Quarterly, 26(2), 237–252. https://doi.org/10.2307/2392471

ÖZBOZKURT, O.B., ÖZBOZKURT, N., 2019. "Rol Belirsizliği ve Rol Çatışmasının İş Performansına Etkisinde İş Tatmininin Aracılık Rolü: Mersin İlinde Faaliyette Bulunan Özel Hastaneler Üzerine Bir Araştırma", Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(4), ss. 307-314.

ÖZKALP, E. VE KIREL, Ç. (1999), Örgütsel Davranış. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

ÖZKALP, E., & KIREL, Ç. (2016). Örgütsel davranış. (Genişletilmiş ve Güncellenmiş 7. Baskı). Ekin Basın Yayın Dağıtım.

ÖZTÜRK, İ., 2017. "İşgörenin Görev Bağımlılığı, Politik Davranışları, Rol Çatışması ve Belirsizliğinin Tükenmişlik Üzerindeki Etkisi: Sağlık Kurumlarında Bir İnceleme", Doktora Tezi, Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Mersin.

ÖZTÜRK, M.H., 2017. "Acil Servis ve 112'de Çalışan Sağlık Personelinin Yaşadığı, Rol Çatışması ve Rol Belirsizliğinin İş Stresi Üzerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

POLATCI, S., ÖZYER, K., 2015. Rol Stresörlerinin Tükenmişlik Üzerindeki Etkilerine Yönelik Bir Araştırma", The Journal of Academic Social Science Studies, (33), ss. 29-40.

RİZZO, J. R., HOUSE, R. J., & LİRTZMAN, S. I. (1970). Role conflict and ambiguity in complex organizations. Administrative science quarterly, 15(2), 150-163. https://doi.org/10.2307/2391486

RİZZO, JOHN R., ROBERT J. HOUSE ve SİDNEY I. LİRTZMAN. 1970. "Role Conflict and Ambiguity in Complex Organizations." Administrative Science Quarterly, 15(2): 150-163.

ROBBINS, S.P., DECENZO, D.A., COULTER, M., 2013. Yönetimin Esasları Temel Kavramlar ve Uygulamalar (8. Basımdan Çeviri), Çeviri Editörü: Âdem Öğüt, Nobel Yayın, Ankara, 480s.

ROBBINS, S.P., JUDGE, T.A., 2013. Örgütsel Davranış (14. Basımdan Çeviri), Çeviri Editörü: İnci Erdem, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 666s.

SAGER, J. K. (1994). A Structural Model Depicting Salespeople's Job Stress. Journal of the Academy of Marketing Science, 22(1), 74–84. https://doi.org/10.1177/0092070394221007.

SAYĞAN TUNÇAY, S., & ÇIRAKLAR, N. H. (2020). Rol Çatışması ve Rol Belirsizliğinin İşyeri Mağduriyeti Üzerine Etkisi: Olumsuz Duygulanımın Düzenleyici Rolü. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 15, 219-237.

SERİNKAN, C., ARAT, G., 2015. "Hizmet Sektöründe Çalışan Personelin Ekip Çalışmasına İlişkin Algılamalarının Değerlendirilmesi", Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(5), ss. 278-293.

SİVUK KARA, D., KIBRIS, Ş., 2016. "Sağlık Kurumlarında Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği: Hemşireler Üzerine Bir Uygulama", Verimlilik Dergisi, (4), ss. 33- 50

TOPUZ, A. (2006) Hemşirelerde Rol Çatışması ve Rol Belirsizliği, İş Stresi ve Aralarındaki İlişkinin Belirlenmesi, Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Programı, Yüksek Lisans Tezi, Sivas.

TUBRE, TRAVİS C. ve JUDİTH M. COLLİNS. 2000. "Jackson and Schuler (1985) Revisited: A Meta-Analysis of the Relationships Between Role Ambiguity, Role Conflict, and Job Performance." Journal of Management, 26(1): 155-169.

ÜNSAR, S., OĞUZHAN, A., 2009. "İmalat Sektöründe Çalışanların Bazı Değişkenler Açısından Rol Çatışması ve Rol Belirsizliğini Belirlemeye Yönelik Bir Alan Araştırması", Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11(2), ss. 243-262.

WALKER, ORVİLLE C., GİLBERT A. CHURCHİLL ve NEİL M. FORD. 1975. "Organizational Determinants of the Industrial Salesman's Role Conflict and Ambiguity." Journal of Marketing, 39(1): 32-39.

YILMAZ, A. ve EKİCİ, S. (2006). Örgütsel Yaşamda Kamu Çalışanlarının Örgütsel Stres Kaynakları Üzerine Bir Araştırma. Süleymen Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(1), 31–58.

DIGITAL DIASPORA: THE NEW GEOGRAPHY OF MIGRATION AND THE NEW CODES OF IDENTITY

Ferhat Atik, Ph.D.
Girne Amerikan Üniversitesi, İletişim Fakültesi, İletişim ve Medya Yönetimi
Girne, KKTC
0009-0008-9089-9051

ABSTRACT
The concept of *diaspora* - once defined by the displacement of bodies and the loss of physical homelands - has been radically transformed in the digital era. Today, identity migrates more than people do. The emergence of online networks, virtual communities, and algorithmic cultures has created new forms of belonging detached from geography but deeply tied to data. This paper explores the phenomenon of the **digital diaspora** as a psychological, cultural, and communicative transformation in which individuals reconstruct their identities within the symbolic architecture of digital space. Drawing on theories from cultural studies, media psychology, and postcolonial thought, it argues that the digital realm serves as a new homeland where identity is continuously re-coded through language, interaction, and surveillance. The paper concludes by examining the emotional and ethical implications of this new form of displacement - where the "homeland" is no longer lost, but constantly updated, shared, and monetized.
Keywords: Digital diaspora, identity, migration, algorithmic culture, digital belonging.

DİJİTAL DİASPORA: GÖÇÜN YENİ COĞRAFYASI, KİMLİĞİN YENİ KODLARI

ÖZET
Bir zamanlar bedenlerin yer değiştirmesiyle, fiziki yurtların kaybıyla tanımlanan **diaspora** kavramı, dijital çağda köklü bir dönüşüme uğramıştır. Artık göç eden insan değil, kimliktir. Çevrim içi ağlar, sanal topluluklar ve algoritmik kültürler; coğrafyadan kopuk ama veriye sıkı sıkıya bağlı yeni bir aidiyet biçimi yaratmaktadır. Bu çalışma, **dijital diaspora** olgusunu psikolojik, kültürel ve iletişimsel bir dönüşüm olarak ele alır. Kültürel çalışmalar, medya psikolojisi ve postkolonyal düşünce kuramlarından yararlanarak, dijital evrenin kimliğin yeniden kodlandığı bir "yeni vatan" işlevi gördüğünü tartışır. Sonuç bölümünde ise bu yeni göç biçiminin duygusal ve etik sonuçları; artık kaybedilmeyen, fakat sürekli güncellenen, paylaşılan ve ticarileştirilen bir yurt fikri üzerinden incelenir.
Anahtar Kelimeler: Dijital diaspora, kimlik, göç, algoritmik kültür, dijital aidiyet.

1. GİRİŞ
1.1. Göçün Kavramsal Dönüşümü ve Dijitalleşmenin Yeni Sınırları
Göç, tarih boyunca yalnızca fiziksel bir yer değiştirme olarak algılandı. İnsanlar savaş, kıtlık, ekonomik sıkıntı veya politik baskı nedeniyle coğrafyalarını terk ederek yeni yurtlar aradılar. Ancak 21. yüzyıl, bu tarihsel eylemin doğasını kökten değiştirdi. Artık göç eden beden değil, bilincin ta kendisidir. Dijitalleşme, insanın mekânla kurduğu ilişkiyi radikal biçimde dönüştürmüş; sanal ortamlarda kimliğin yeniden inşasını mümkün kılmıştır. Böylece göç, artık sınır geçmekten ziyade, "veri alanı" değiştirmek anlamına gelir hale gelmiştir.
Klasik diaspora anlayışında birey, fiziksel bir yurdu kaybettiğinde bir kimlik boşluğuna düşerdi. Oysa dijital çağda, birey fiziksel olarak yerinde kalsa da, zihinsel olarak sürekli yer değiştiren

bir "dijital göçmen"dir. Sosyal medya platformları, forumlar ve sanal cemaatler, bu yeni göç biçiminin duraklarıdır. Kullanıcı, bir coğrafyadan diğerine değil, bir ağdan diğerine geçer. Bu hareketlilik, yeni bir tür "dijital aidiyet" yaratır: artık ait olunan yer, bir toprak değil, bir ağ bağlantısıdır.

Bu bağlamda "dijital diaspora" terimi, yalnızca bir metafor değil, çağımızın yeni antropolojik gerçeğini anlatır. Dijital diaspora, hem bireysel kimliğin hem de kolektif belleğin yeniden üretildiği yeni bir kültürel coğrafyadır. Bu makale, bu kavramın anlamını, kapsamını ve birey üzerindeki psikolojik izdüşümlerini çözümlemeyi amaçlar.

1.2. Kimlik, Bellek ve Aidiyetin Dijital Yeniden Kodlanışı

Geleneksel toplumlarda kimlik, belli bir topluluk, dil ve kültürle tanımlanırdı. Bu üç unsur, bireye ait olduğu hissini verir, benlik sınırlarını korurdu. Ancak dijitalleşme, bu sınırları çözmüştür. Artık kimlik, kültürel bir yapı olmaktan çok, bir veri nesnesidir. Her "giriş yap" butonu, her profil resmi, her paylaşım; kimliğin bir parçasını sistemin hafızasına kazır. Bu nedenle, dijital çağda kimlik sabit değil, akışkandır.

Bellek de bu akışkanlıkla birlikte dijitalleşir. İnsan artık anılarını hatırlamak için zihnine değil, arşiv sistemlerine, "bulut"a, zaman tüneline başvurur. Bu durum, "ben" ile "veri" arasındaki bağı yeniden tanımlar. Hatırlamak artık bir duygusal deneyim değil, bir erişim işlemidir. Diaspora kavramı tam da bu noktada anlam genişletir: fiziksel yerinden edilmenin yerini, dijital sistemin kimliği sürekli yeniden kodlaması alır.

Aidiyet, dijital çağda bir duygudan çok, bir algoritmik statüdür. Bir grubun parçası olmak, artık coğrafi değil, çevrim içi bir konumla ilgilidir. Bir topluluğun "üyesi" olmak, paylaşımlar, beğeniler, hashtag'ler aracılığıyla ifade edilir. Bu aidiyet biçimi hem özgürleştirici hem de yabancılaştırıcıdır: birey, bir yandan sınırsız bir topluluk içinde var olurken, diğer yandan kendi sesini algoritmanın gürültüsünde kaybeder.

1.3. Dijital Diasporanın Psikolojik ve Toplumsal Önemi

Dijital diaspora yalnızca sosyolojik bir fenomen değildir; aynı zamanda derin bir psikolojik dönüşümün ürünüdür. Klasik göçmenlikte birey, geride bıraktığı kültürle yeni kültür arasında sıkışırken, dijital göçmenlikte bu sıkışma "benliğin sanallaşması" şeklinde yaşanır. Artık kaybedilen şey toprak değil, "dokunulabilir kimliktir." İnsan, çevrim içi platformlarda yeniden doğar, kendini yeniden adlandırır, geçmişini yeniden yazar. Bu, bir tür dijital reenkarnasyondur.

Toplumsal düzeyde ise dijital diaspora, "küresel köy" söyleminin paradoksal sonucudur. İnsanlar birbirine daha yakın görünür, ancak aynı anda daha fazla yalnızlaşır. Paylaşımın yoğunluğu, ilişkilerin derinliğini artırmaz; aksine, kimlikleri yüzeyselleştirir. Bu nedenle dijital diaspora, modern bireyin hem özgürleştiği hem de aidiyet krizine girdiği bir alanı temsil eder.

Bu giriş bölümü, dijital diasporayı çağdaş bir göç biçimi olarak tanımlar. Artık göç, fiziksel hareketlilikten çok, kimliğin yeniden konumlandırılması anlamına gelir. Birey, kendini veri biçiminde taşır, geçmişini dijital arşivlerde saklar, aidiyetini algoritmalarda yeniden kurar. Bu dönüşüm, sadece teknolojik bir yenilik değil, insanın varoluş biçiminde devrimsel bir kırılmadır.

2. KURAMSAL TEMEL: DİJİTAL AİDİYET VE SİBER KİMLİK

2.1. Ağ Toplumu ve Kimliğin Dağıtılmış Doğası

Kimliğin dijital çağda geçirdiği dönüşüm, iletişim teknolojilerinin bireyi bir "ağ varlığına" dönüştürmesiyle doğrudan ilişkilidir. Manuel Castells'in tanımladığı "ağ toplumu" kavramı, modern bireyin artık tekil bir özne değil, çoklu bağlantılar sistemi içinde var olduğunu vurgular. Bu bağlamda dijital kimlik, sabit bir benliğin ifadesi olmaktan ziyade, çevrim içi etkileşimlerin toplamıdır. Her tıklama, paylaşım ve beğeni, kimliğin parçalarından biridir.

Bu parçalı yapı, bireyi hem özgürleştirir hem de sürekli bir gözetim alanına taşır. Shoshana Zuboff'un "gözetim kapitalizmi" dediği süreçte, bireyin dijital varlığı ekonomik bir kaynağa dönüşür. Artık kimlik, kendine ait değildir; platformların sahip olduğu bir veri setidir. Böylece dijital aidiyet, yalnızca "kime ait olduğumuz" değil, "kimin bizi sahiplenip işlediği" sorusunu da içerir.

Kimlik, bu koşullarda "dağıtılmış" bir yapıya bürünür. Bir yandan birey kendi kimliğini yönetiyor gibi hissederken, öte yandan bu kimlik sürekli izlenmekte, sınıflandırılmakta ve yönlendirilmektedir. Böylece dijital diaspora, yalnızca aidiyetin mekânsızlaşması değil, öznenin dağılması anlamına gelir.

2.2. Psikanalitik Perspektiften Dijital Benlik ve Sanal Özdeşleşme

Freud'un "benlik" kavramı, bilinçdışı arzular ile toplumsal normlar arasındaki dengeye dayanır. Lacan ise bu benliği "ayna evresi" üzerinden okur: birey, kendi imgesine dışarıdan bakarak benliğini tanır. Dijital çağda ise bu "ayna" ekranlara taşınmıştır. Birey, selfie'lerinde, profillerinde ve hikâyelerinde kendini tanır ve tanımlar.

Dijital aidiyet, bu anlamda narsisistik bir döngüye dönüşür. İnsan, ait olduğu toplulukla değil, o topluluğun kendisini nasıl gördüğüyle özdeşleşir. Bu, psikanalitik açıdan yeni bir tür "sanal özdeşleşme"dir. Artık kimlik, içsel bir süreklilik değil, dışsal bir performanstır. Sosyal medyadaki her paylaşım, benliğin sahnelenmiş bir uzantısıdır.

Bu süreç, dijital diasporanın ruhsal boyutunu açığa çıkarır: birey, kendini sürekli yeniden üretirken, aslında "kendi kaybını" yaşar. Lacan'ın "büyük öteki" kavramı burada platform algoritmalarına denk düşer; birey onlardan onay bekler, onlara göre şekil alır. Dolayısıyla dijital kimlik, yalnızca teknolojik bir olgu değil, psikanalitik bir travma alanıdır.

2.3. Kültürel Teori Bağlamında Kimliğin Yeniden Kodlanışı

Postkolonyal teori, kimliğin hiçbir zaman sabit olmadığını, her zaman müzakere halinde bulunduğunu ileri sürer. Homi Bhabha'nın "üçüncü mekân" kavramı, bu müzakerenin sembolik alanıdır. Dijital çağda bu mekân, fiziksel sınırlardan tamamen kopmuş, veri akışlarının içinde yeniden şekillenmiştir. Artık "üçüncü mekân", Instagram zaman akışı, YouTube yorumları ya da Discord toplulukları gibi alanlarda tezahür eder.

Bu bağlamda dijital diaspora, Bhabha'nın teorisinin dijital çağdaki uzantısı olarak okunabilir. Kimlik artık ulusal, etnik ya da kültürel sınırlarla belirlenmez; etkileşimsel bir performansla sürekli yeniden yazılır. Bu yazma eylemi, hem direniş hem de uyum içerir. Göçmen, dijital ortamda kimliğini korumakla kalmaz, aynı zamanda onu dönüştürür.

Bu kültürel dönüşüm, dilin rolünü de değiştirir. Artık "anadil", sadece bir iletişim aracı değil, bir kimlik kodlama aracıdır. Emojiler, kısaltmalar, görsel simgeler yeni bir dijital dil yaratır. Bu dil, diaspora bilincinin ortak zemini hâline gelir. Her paylaşım, bir "biz" arayışının izidir. Ancak bu "biz", sabit bir topluluk değil, akışkan bir ağdır.

Dijital aidiyetin kuramsal temeli üç düzlemde şekillenir: ağ toplumunun yapısal dönüşümü, benliğin psikanalitik çözülmesi ve kültürel kimliğin postmodern müzakeresi. Bu üç düzlem, dijital diasporayı yalnızca bir göç metaforu olmaktan çıkarır; çağın yeni varoluş biçimi haline getirir.

3. GÖÇÜN YENİ COĞRAFYASI: DİJİTAL VATAN

3.1. Mekânsız Mekânlar: Dijital Alanın Ontolojisi

Geleneksel anlamda vatan, belirli bir coğrafya, toprak parçası ve kültürel belleğin üzerinde yükselirdi. Ancak dijital çağda bu tanım kökten sarsılmıştır. Artık mekân, fiziksel koordinatlarla değil, ağ bağlantılarıyla tanımlanır. İnsanlar bir yere gitmeden "orada" olabilir,

hiç gitmedikleri bir ülkede sanal toplulukların parçası hâline gelebilirler. Bu, Marc Augé'nin "yok-yer" kavramını dijital düzleme taşıyan yeni bir olgudur: *dijital vatan*.

Bu yeni vatan, hem gerçek hem hayalîdir. Gerçektir, çünkü birey orada yaşar, üretir, duygusal ilişkiler kurar. Hayalîdir, çünkü fiziksel sınırları yoktur; yalnızca veri akışlarının arasında var olur. İnsanlar artık evlerinden çıkmadan, çevrim içi platformlar aracılığıyla kimliklerini ve topluluklarını yeniden inşa ederler. Göç artık bedenin değil, bilincin hareketidir.

Bu nedenle dijital vatan, klasik "göç" kavramını tersyüz eder. Eskiden göç, bir yerden kopuştu; şimdi ise bir ağa bağlanıştır. Diaspora kimliği, artık sürgün değil, bağlantı üzerinden var olur. Her giriş yapılan hesap, bir sınır kapısı; her çevrim içi topluluk, bir ülke gibidir. Dijital mekân, bireye hem sığınak hem labirent sunar.

3.2. Dijital Cemaatler ve Yeni Toplumsal Harita

Modern dijital dünyada aidiyet, "arkadaş listeleri" ve "takipçi toplulukları" üzerinden tanımlanır. Benedict Anderson'un "hayal edilmiş cemaatler" kavramı, burada en somut hâlini bulur. Sosyal medya platformları, bireylerin kendi kültürel kimliklerini yeniden kurdukları, paylaştıkları, tartıştıkları alanlardır. Bu topluluklar, diaspora bilincini sürdürmenin yeni biçimleri hâline gelir.

Örneğin Lübnan diasporası Facebook gruplarında kültürel hafızasını korur, Arjantinli göçmenler WhatsApp topluluklarında kendi lehçelerini yaşatır, Türk göçmenler YouTube kanallarında anılarını anlatır. Bu, geleneksel diasporanın dijital izdüşümüdür. Ancak fark şudur: dijital cemaatler zaman ve mekânla sınırlı değildir; birden çok aidiyeti aynı anda mümkün kılar. Bu çoğulluk, kimliği parçaladığı kadar zenginleştirir. İnsan artık yalnızca bir ulusun, dinin ya da kültürün üyesi değildir; aynı anda birden fazla topluluğun parçası olabilir. Bu durum, klasik aidiyet modellerini anlamsızlaştırır. Göç, bir yön değil, çoklu bir merkezler ağı hâline gelir. İnsan, dünyanın neresinde olursa olsun, kendini kendi dijital mahallesinde evde hissedebilir.

3.3. Dijital Göçmenlik ve Algoritmik Vatandaşlık

Dijital göçmenlik kavramı, yalnızca teknolojiye sonradan katılanları değil, teknolojik mekânda sürekli yer değiştiren herkesi kapsar. Artık kimse sabit bir dijital konuma sahip değildir. İnsan, her yeni platformda kendini yeniden doğurur: yeni bir kullanıcı adı, yeni bir profil, yeni bir kimlik. Bu hareketlilik, bir tür "algoritmik vatandaşlık" yaratır.

Algoritmik vatandaş, sistemin yasalarına tabi bir dijital özneye dönüşür. Onun sınır kapısı giriş ekranıdır; pasaportu kullanıcı adı; vergisi verisidir. Platformlar yeni devletler gibidir: kendi hukuklarını, dillerini, ideolojilerini üretirler. Birey bu yapılar içinde hem özgür hem bağımlıdır. Bir platformdan atılmak, bir ülkeden sürülmek gibidir.

Bu durum, dijital diasporayı klasik yurttaşlık kavramının ötesine taşır. Artık kimlik, bir devletin tanıdığı belgeyle değil, bir platformun izin verdiği erişimle belirlenir. Bu da göçmenliğin yeni biçimini doğurur: *algoritmik göç*. İnsan, artık politik sebeplerle değil, teknolojik protokoller yüzünden göç eder. Bir hesabı kapanan kişi, yeni bir platforma göçer; bu, dijital çağın sürgünüdür.

Bu yeni vatanın ironisi şudur: herkesin erişimi var ama hiç kimse tam anlamıyla sahip değildir. Dijital vatan, aynı anda herkesin ve hiç kimsenin evidir. Burada yaşamak, veri üretmekle eşdeğerdir. Bu nedenle dijital diaspora, yalnızca bir kimlik arayışı değil; varoluşun yeniden tanımlanmasıdır.

4. KİMLİĞİN YENİ KODLARI

4.1. Kimliğin Yazılımsal Doğası: Programlanabilir Benlik

Kimlik, dijital çağda biyografiden çok biyometrik veriye dönüşmüştür. Bir zamanlar kimliği belirleyen şey hikâyeydi; bugün ise veri akışıdır. Artık "ben kimim?" sorusu, "benim verim

neyi temsil ediyor?" sorusuna evrilmiştir. Bu dönüşüm, benliği yazılımsal bir sürece çevirir. İnsan, algoritmaların dilinde yeniden tanımlanır.

Bu yeniden tanımlama süreci, dijital platformların kod mantığıyla işler. Her beğeni, her tıklama, her görüntüleme bir veri izi bırakır; sistem, bu izleri kullanarak bireyin kimliğini "öğrenir". Dolayısıyla kimlik artık öznenin kendine dair beyanı değil, sistemin özne hakkında oluşturduğu profildir. Bu durum, Foucault'nun "öznenin gözetimi" fikrini teknoloji düzlemine taşır: birey, artık kendi kimliğinin tanığı değil, nesnesidir.

Bu yazılımsal kimlik, insanın toplumsal ilişkilerinde de yeni bir gerçeklik yaratır. İnsan, kendini kodlar aracılığıyla ifade eder: kullanıcı adı, profil resmi, emoji dili. Bu semboller dizisi, kişiliğin göstergeleridir. Ancak bu göstergeler değiştirilebilir, güncellenebilir ve silinebilir olduğu için kimlik artık kalıcı bir anlatı değil, dinamik bir yazılımdır.

4.2. Algoritmik Persona: Dijital Benliğin İnşasında Görünürlük Ekonomisi

Modern dijital yaşam, görünürlük üzerine kuruludur. Sosyal medya, bireyin varlığını görünür kıldığı ölçüde meşrulaştırır. Bu durum, dijital kimliğin "algoritmik persona" denilen bir formda inşa edilmesine yol açar. Persona, Latince "maske" anlamına gelir; algoritmik persona ise bireyin dijital sistemlerde var olabilmek için takmak zorunda olduğu görünürlük maskesidir.

Bu maskenin ardında yatan motivasyon, yalnız iletişim değil, varoluştur. Birey, görünmez kaldığında yok olur. Platformların algoritmaları, görünürlüğü ödüllendirir; bu da bireyi sürekli üretmeye, paylaşmaya, performans göstermeye iter. Böylece kimlik, bir "performans ekonomisi"ne dönüşür. İnsan artık olduğu kişi değil, göründüğü kişidir.

Bu süreç, psikanalitik açıdan "benlik bölünmesi"ne yol açar. Gerçek ben, sanal ben tarafından gölgelenir. Birey, onay almak için kendini yeniden biçimlendirir; duygularını, fikirlerini, estetik tercihlerini bile algoritmanın tahmin edebileceği formlara dönüştürür. Böylece dijital persona, bir tür "otomatik benlik" hâline gelir: hem insanın ürünü hem insanın efendisi.

4.3. Dil, Sembol ve Dijital Göstergeler: Kimliğin Görsel Grameri

Kimlik artık yalnızca kelimelerle değil, imgelerle yazılır. Dijital kültür, bir "görsel dil" üretmiştir. Emojiler, GIF'ler, kısa videolar, filtreler ve estetik kodlar; dijital benliğin gramerini oluşturur. Bu gramer, hem evrensel hem kişiseldir. Herkes aynı sembolleri kullanır ama farklı anlamlar yükler.

Bu görsel gramer, kimliğin yeni ifade biçimidir. Geleneksel yazılı dillerin yerini, görsel hız ve simgesel yoğunluk almıştır. Bu, postmodern bir dilsel kaymadır: kelimenin yerini imge, anlamın yerini etkileşim alır. Böylece "benlik", artık anlatılmak yerine gösterilir. İnsan, duygusunu bir emojiyle, düşüncesini bir hikâyeyle, kimliğini bir profil estetiğiyle ifade eder.

Bu göstergesel evrende, kimlik aynı anda hem daha özgür hem daha denetim altındadır. Çünkü semboller özgürleştirir ama aynı zamanda izlenebilirliği artırır. Her görsel iz, sistem için bir veri parçasıdır. Böylece dil, bir ifade aracı olmaktan çıkıp, gözetim teknolojisinin ham maddesi hâline gelir.

Dijital çağda kimlik, bir "kod metaforu" üzerine kuruludur. İnsan artık doğmaz; programlanır. Aidiyet, artık kültürel değil, dijital bir ağın içindeki yazılımın sonucudur. Bu durum, dijital diasporayı yalnızca bir kimlik göçü değil, bir varoluş mühendisliği hâline getirir.

5. DİJİTAL TRAVMA VE KOLEKTİF HAFIZA

5.1. Kaybın Dönüşen Doğası: Dijital Yas ve Sanal Hatıralar

Klasik diasporalarda kayıp, fiziksel bir coğrafyadan kopuşla yaşanırdı. İnsan doğduğu toprağı, anadilini, kokuları ve yüzleri geride bırakır, belleğini geçmişin kırıntılarıyla beslerdi. Dijital diaspora ise kaybı soyutlaştırır. Artık kaybedilen, bir ülke değil, bir kimlik sürümüdür. İnsan

kendisinin önceki versiyonlarını, eski hesaplarını, silinmiş fotoğraflarını, kapatılmış platformlarını yitirir. Yas, toprağa değil, sunucuya tutulur.

Bu dijital yas, görünmezdir ama derindir. Çünkü birey kaybını fiziksel olarak hissedemez; o kayıp ekranın arkasında yaşanır. Ancak bir hesabın kapanması, bir arşivin silinmesi, bir fotoğrafın erişilemez hale gelmesi, modern insan için gerçek bir travmadır. Freud'un "yas ve melankoli" ayrımında olduğu gibi, dijital çağda da birey kaybı kabullenmek yerine, o kaybı sürekli yeniden yüklemeye, yeniden paylaşmaya çalışır. Bu, sanal melankolidir.

Kayıp artık geçmişin değil, sistemin ürünüdür. Arşivler çökebilir, hesaplar dondurulabilir, veri formatları değişebilir. İnsan belleğini kaybetmez, çünkü artık belleğini saklayan makine kaybeder. Bu da modern bireyin "sanal ölümsüzlük" yanılsamasını kırar. Dijital diaspora, hatırlamak ile unutmak arasındaki gerilimin sürekli yeniden üretildiği bir varoluş sahnesidir.

5.2. Belleğin Dijitalleşmesi ve Kolektif Hafızanın Yeniden İnşası

Maurice Halbwachs'ın tanımladığı kolektif hafıza, bir topluluğun geçmişi birlikte hatırlama biçimidir. Ancak dijital çağda bu hafıza, artık insan zihninde değil, platformların veri tabanlarında tutulur. Bu, tarihsel bir kırılmadır. Artık anı, bireysel hatırlamadan çok, sistematik arşivlemeyle var olur. "Hatırlamak" eylemi, bir duygusal deneyim değil, bir erişim komutudur. Dijital diaspora toplulukları, geçmişlerini bu yeni hafıza biçimiyle yeniden inşa ederler. YouTube'daki arşiv videoları, Instagram'daki nostaljik sayfalar, Wikipedia'daki diasporik tarih anlatıları — hepsi, belleğin yeniden kodlanmış hâlleridir. Bu topluluklar artık tarihlerini "yazarak" değil, "yükleyerek" korurlar. Bu da kimlik ve hafıza arasında yeni bir ilişki yaratır: geçmiş, artık yaşayan bir deneyim değil, indirilebilir bir dosyadır.

Bu durum, hem kurtarıcı hem yabancılaştırıcıdır. Kurtarıcıdır, çünkü birey geçmişini kaybetmez; her zaman yeniden erişebilir. Yabancılaştırıcıdır, çünkü hatırlamanın duygusal yükü ortadan kalkar. Dijital hafıza, sıcak değil, serindir; anıların dokusunu değil, verilerini saklar. Kolektif hafıza artık "bulut"ta yaşar, ama o bulut insana ait değildir.

5.3. Dijital Travmanın Ruhsal Topografyası

Dijital diaspora, hem fiziksel sürgünün hem de psikolojik yabancılaşmanın birleştiği bir ruh hâlidir. Birey, kendini ait hissettiği yerden koparılmış değil; ait olduğu sistemin içinde kaybolmuştur. Bu durum, Vamık Volkan'ın "büyük grup kimliği" teorisiyle de kesişir. Artık büyük grup, etnik ya da ulusal değil, dijital bir platform topluluğudur. İnsan kendi "veri kabilesi"ne ait hisseder; diğerlerine karşı görünmez sınırlar çizer.

Travma, burada "veri kaybı" şeklinde tezahür eder. Gerçek bir ölüm yerine, bir hesabın silinmesi bile yas tutma davranışlarını tetikleyebilir. Çünkü birey, kimliğini o dijital varlıkla özdeşleştirmiştir. Bu, yeni bir tür "dijital ölüm" kavramını doğurur. Platformdan silinmek, hatırlanmaz olmak, sanal ölümle eşdeğerdir.

Psikolojik düzeyde bu durum, sürekli bir "varlık kaygısı" yaratır. İnsan var olduğunu kanıtlamak için paylaşmak zorundadır. Paylaşmadığında yok olur, hatırlanmadığında silinir. Bu sürekli görünür olma zorunluluğu, çağımızın en görünmez travmasıdır.

Dijital travma, bir hafıza kaybı değil, hafızanın fazlalığıdır. Her şey kayıt altındadır, ama hiçbir şey tam anlamıyla hissedilmez. Bu paradoks, dijital diasporanın ruhsal iklimini belirler: sonsuz hatırlama içinde unutulma korkusu.

6. SONUÇ: YENİ DİASPORANIN RUHSAL HARİTASI

6.1. Kimliğin Sonsuz Göçü: Dijital Benliğin Coğrafyasızlığı

Dijital diaspora, modern çağın hem varoluşsal hem epistemolojik kırılma noktalarından biridir. Artık göç, sınır kapılarında değil, ekranlar arasında gerçekleşmektedir. İnsan, bir ülkeden diğerine değil; bir platformdan ötekine geçmektedir. Bu yeni göç biçimi, bedeni yerinde

bırakırken, kimliği sürekli hareket halinde tutar. Göç, böylece dışsal bir eylemden çok, içsel bir dinamiğe dönüşür.

Bu dönüşüm, insanın benliğini de radikal biçimde yeniden tanımlar. Birey artık yalnızca doğduğu topraklara değil, bağlandığı ağlara aittir. Dijital vatan, onun kimliğini barındıran bir yazılım ekosistemidir. Ancak bu yeni vatan, huzur kadar tedirginlik de üretir. Çünkü burada kimlik kalıcı değildir; sürekli güncellenir, silinir, yeniden yüklenir. Her yeni bağlantı, bir yeniden doğuş; her kopuş, bir küçük ölümdür.

Bu durum, insanın varoluş biçimini psikanalitik düzeyde yeniden biçimlendirir. Lacan'ın "ayna evresi" dijital çağda sonsuz bir döngüye dönüşür: birey kendini her gün yeniden görür, yeniden üretir, yeniden yitirir. Artık ayna kırılmaz, sadece yenilenir. Bu nedenle dijital diaspora, çağdaş insanın sürekli bir benlik inşası hâlinde yaşadığı bir ruhsal göç metaforudur.

6.2. Kültürel Akışlar, Veri Gövdeleri ve Yeni Etik Sorular

Dijital diaspora yalnızca bireysel kimliğin değil, kültürel sürekliliğin de yeniden tanımlanması anlamına gelir. Ulusal, dini ya da etnik kimliklerin çözülmesiyle birlikte kültür, artık bir "akış" haline gelmiştir. Bu akış, fiziksel değil, sayısaldır. Diller emojiye, inançlar sembollere, gelenekler algoritmalara tercüme edilir. Bu dönüşüm, insanlık tarihinin en sessiz ama en derin kültürel göçüdür.

Ancak bu göç etik bir muğlaklık da taşır. Dijital diaspora, bireyi özgürleştirirken aynı zamanda sistemin mülkiyetine teslim eder. Gözetim kapitalizmi içinde, kimlikler pazarlanabilir bir ürüne dönüşür. Bu bağlamda "dijital yurttaşlık", yeni bir etik sorumluluk doğurur: insan, kendi verisinin ahlaki taşıyıcısı olmalıdır. Aksi hâlde kimlik, yalnızca sahip olunan değil, sömürülen bir varlık biçimine dönüşür.

Bu yüzden dijital diaspora, hem bir umut hem bir uyarıdır. Umuttur, çünkü insanlık tarihindeki en büyük iletişimsel birleşmeyi mümkün kılar. Uyarıdır, çünkü bu birleşme, denetim sistemlerinin gölgesinde gerçekleşir. Artık insanın sorumluluğu, kendi varlığının dijital izdüşümüne sahip çıkmaktır.

6.3. Ruhsal Harita: Dijital Sessizlikte Yeni İnsan

Modern bireyin dijital diaspora içindeki yolculuğu, dışsal bir keşiften çok içsel bir arayıştır. Bu arayış, insanın hem kendiyle hem de sistemle kurduğu ilişkinin yeni bir yorumudur. Artık insan yalnızca "nereden geldim?" diye sormaz; "hangi ağdayım?" diye de sorar. Bu sorunun yanıtı, kimliğin yönünü belirler.

Tasavvuf geleneğinde "seyr-i sülûk", insanın kendi hakikatine doğru yaptığı manevi yolculuktur. Dijital çağda bu yolculuk, veriler arasında, ekranların arkasında sürmektedir. Modern insan, sonsuz bağlantılar içinde kendi hakikatine ulaşmaya çalışır. Bu, çağımızın sibernetik seyr-i sülûkudur.

Sonuç olarak dijital diaspora, yalnızca iletişimsel bir olgu değil, varoluşsal bir yeniden doğuştur. İnsan artık hem her yerde hem hiçbir yerdedir; hem kalabalık içinde hem yalnızdır. Onun yeni vatanı, bilincinin dijital izdüşümüdür. Bu vatanın dili veri, dini etkileşim, ahlakı görünürlük, yasası algoritmadır.

Ve belki de bu çağın insanı, tüm bu gürültü içinde sessiz kalmayı yeniden öğrenmelidir. Çünkü bazen kimliğin en sahici biçimi, paylaşılmamış olanda saklıdır. Dijital diaspora, sonunda bizi yeniden şu kadim hakikate getirir: *"Var olmak, görünmek değil; hissetmektir."*

KAYNAKÇA

Bhabha, H. K. (1994). *The location of culture*. London: Routledge.
Castells, M. (1996). *The rise of the network society*. Oxford: Blackwell.
Cohen, R. (2008). *Global diasporas: An introduction*. London: Routledge.

Foucault, M. (1977). *Discipline and punish: The birth of the prison*. New York: Pantheon.
Halbwachs, M. (1992). *On collective memory*. Chicago: University of Chicago Press.
Lacan, J. (1977). *Écrits: A selection*. London: Tavistock.
Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1–6.
Safran, W. (1991). Diasporas in modern societies: Myths of homeland and return. *Diaspora*, 1(1), 83–99.
Volkan, V. D. (1999). *Bloodlines: From ethnic pride to ethnic terrorism*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism*. New York: PublicAffairs.
Augé, M. (1995). *Non-Places: Introduction to an anthropology of supermodernity*. London: Verso.
Anderson, B. (2006). *Imagined communities: Reflections on the origin and spread of nationalism*. London: Verso.
Freud, S. (1917/1957). Mourning and melancholia. In *The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud* (Vol. 14). London: Hogarth Press.

ZEUGMA ANTİK KENTİ ELİT KONUT KÜLTÜRÜ VE MOZAİK SANATI

Doç.Dr. Şehnaz ERASLAN
Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Fen –Edebiyat Fakültesi, Tarih Bölümü, Ağrı
ORCID: 0000-0002-1874-9488

ÖZET
Zeugma Antik Kenti, Roma İmparatorluğu'nun doğu sınırında, Fırat Nehri üzerinde stratejik bir geçiş noktasında konumlanan önemli bir sınır kentidir. Kentte özellikle MS 2.–3. yüzyıllara tarihlenen elit konutlara ait figürlü mozaikler, yalnızca yüksek düzeyde bir sanatsal üretimi değil, aynı zamanda Roma dünyasında statü temsili, kültürel kimlik ve ideolojik aktarım pratiklerini yansıtan çok katmanlı bir görsel dili ortaya koymaktadır. Bu bildiride, Zeugma'daki villa mozaikleri ikonografik, stilistik ve mekânsal bağlamlarıyla ele alınarak, mozaiklerin konut içi kullanım bağlamı ile sosyal temsil arasındaki ilişki tartışılmaktadır.
Zeugma mozaiklerinde Yunan mitolojisine ait sahnelerin, tragedya ve tiyatro repertuvarından alınan betimlemelerle birlikte kullanılması, kent elitinin *paideia* geleneğiyle kurduğu güçlü kültürel bağı ortaya koymaktadır. Dionysos çevrimi, deniz tanrıları ve alegorik figürlerin seçimi, hem ev sahibinin entelektüel donanımını hem de Roma İmparatorluk Dönemi'nde Doğu Akdeniz'de dolaşım hâlinde olan ortak ikonografik repertuvarı yansıtmaktadır. Bununla birlikte mozaiklerin, konutların mimari düzeni ve işlevsel mekânlarıyla (triclinium, oecus vb.) kurduğu ilişki, bu görsel programların rastlantısal değil, bilinçli bir temsil stratejisinin parçası olduğunu göstermektedir.
Bildiri, Zeugma mozaiklerini Tunus ve Antakya mozaikleriyle karşılaştırmalı bir perspektif içinde değerlendirerek, Zeugma'nın sınır kenti kimliği ve nehir ticaretine dayalı ekonomik yapısının, mozaik programlarının tematik ve sanatsal çeşitliliğine nasıl yansıdığını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Sonuç olarak, Zeugma mozaikleri, Roma dünyasında sınır bölgelerinde gelişen elit konut kültürünün ve kültürel etkileşim ağlarının okunabileceği istisnai bir arkeolojik veri grubu olarak değerlendirilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Zeugma, roma dönemi, mozaikler, ikonografi, mitoloji

ELITE DOMESTIC CULTURE AND MOSAIC ART IN THE ANCIENT CITY OF ZEUGMA

ABSTRACT
The ancient city of Zeugma was a significant frontier settlement of the Roman Empire, strategically located at a key crossing point on the Euphrates River along its eastern border. The figural mosaics belonging to elite residences, particularly those dated to the 2nd–3rd centuries AD, represent not only a high level of artistic production but also a multilayered visual language reflecting practices of status display, cultural identity, and ideological transmission within the Roman world. This paper examines the villa mosaics of Zeugma through their iconographic, stylistic, and spatial contexts, discussing the relationship between the domestic use of mosaics and mechanisms of social representation.
The frequent depiction of scenes from Greek mythology alongside imagery drawn from tragic and theatrical repertoires in the mosaics of Zeugma reveals the strong cultural affiliation of the local elite with the tradition of *paideia*. The selection of Dionysiac cycles, marine deities, and allegorical figures reflects both the intellectual aspirations of the house owners and the shared

iconographic repertoire circulating throughout the Eastern Mediterranean during the Roman Imperial period. Moreover, the close relationship between the mosaic programs and the architectural layout and functional spaces of the houses (such as triclinia and oeci) demonstrates that these visual schemes were not incidental but formed part of a consciously constructed strategy of representation.
By evaluating the mosaics of Zeugma within a comparative framework that includes the mosaics of Tunisia and Antioch, this paper aims to highlight how the city's frontier identity and its economy based on riverine trade influenced the thematic and artistic diversity of its mosaic programs. Ultimately, the mosaics of Zeugma constitute an exceptional archaeological corpus through which the elite domestic culture of frontier regions and the networks of cultural interaction in the Roman world can be meaningfully interpreted.
Keywords: Zeugma, Roman period, mosaics, iconography, mythology

1. GİRİŞ

Fırat Nehri üzerinde stratejik bir geçiş hattında konumlanan Zeugma, Hellenistik Dönem'den itibaren Doğu ile Batı arasındaki askerî, ticari ve kültürel dolaşımın odak noktalarından biri olarak gelişmiştir. Antik kaynaklarda "geçit" anlamına gelen adıyla anılan kent, Fırat'ın batı kıyısındaki Seleukeia ile doğu kıyısındaki Apameia yerleşimlerinin oluşturduğu ikiz bir kentsel yapıdan oluşmakta olup, bu bütüncül yapı kentin sınır kenti kimliğini doğrudan yansıtmaktadır (Görkay,2021). Roma İmparatorluk Dönemi'nde, özellikle MS 1. yüzyıldan itibaren IV. Scythica Lejyonu'nun burada konuşlandırılmasıyla birlikte Zeugma, yalnızca askerî bir garnizon kenti değil, aynı zamanda bölgesel ticaret ağlarının denetlendiği ve yoğun ekonomik faaliyetin gerçekleştiği bir merkez hâline gelmiştir (Wagner, 1977:286).
MS 2.–3. yüzyıllarda kentin ulaştığı ekonomik refah düzeyi, konut mimarisi ve dekorasyon anlayışında belirgin bir dönüşümü beraberinde getirmiştir. Villa tipi elit konutlar, plan düzenleri ve zengin figürlü mozaik programlarıyla seçkin sınıfların temsil mekânları olarak öne çıkmıştır (Önal,2002; Abadie-Reynal, 2012). Zeugma'daki konut mozaikleri, yalnızca estetik bir süsleme unsuru olarak değil, Roma toplumunda statü, kültürel kimlik ve entelektüel donanımın mekân üzerinden ifade edildiği bilinçli görsel programlar olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda özellikle *triclinium* ve *oecus* gibi kabul ve ziyafet mekânlarında yoğunlaşan mitolojik sahneler, ev sahibinin *paideia* geleneğiyle kurduğu ilişkiyi ve sosyal konumunu misafirler nezdinde görünür kılan araçlar olarak işlev görmüştür.
Zeugma konutlarının ayrıntılı biçimde incelenebilmesini mümkün kılan temel etkenlerden biri, kentin MS 253 yılında Sasani kralı I. Şapur'un saldırısı sırasında büyük ölçüde tahrip edilmesi ve bu yıkımın ardından konut alanlarının önemli bir bölümünün yeniden iskân edilmemesidir (Abadie-Reynal, 2008). Bu durum, evlerin mimari öğeleri, zemin düzenlemeleri ve taşınır buluntularıyla birlikte görece kapalı bir arkeolojik bağlam içinde korunmasını sağlamıştır (Önal 2010: 9).
Zeugma evleri, Roma İmparatorluğu'nun doğu eyaletlerinde konut mimarisinin ölçeğini, iç mekân hiyerarşisini ve sanatsal üretimle kurduğu ilişkiyi anlamak açısından merkezi bir konuma sahiptir. Konutlar, yalnızca bireysel yaşam alanları olarak değil; kentin topoğrafyası, çevresel koşulları ve kültürel yönelimiyle bütünleşmiş bir yerleşim mantığının parçası olarak değerlendirilmelidir. Bu yönüyle Zeugma evleri, Doğu Akdeniz'de Roma dönemi elit konut kültürünün karşılaştırmalı incelenmesi için güçlü bir referans zemini sunmaktadır.
Bu çalışma, Zeugma Antik Kenti'nde elit konut kültürü ile mozaik sanatı arasındaki ilişkiyi, mekânsal bağlam ve ikonografik tercihler ekseninde incelemeyi, bunu yaparken Antakya ve Kuzey Afrika mozaik gelenekleriyle karşılaştırmalı bir perspektif geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Çalışmanın temel yaklaşımı, mozaiklerin mimari mekândan ve toplumsal pratiklerden bağımsız okunamayacağı aksine elit kimliğin, kültürel aidiyetin ve temsil stratejilerinin inşasında etkin bir rol oynadığı yönündedir. Bu doğrultuda Zeugma, Roma İmparatorluğu'nun Doğu Akdeniz ve Afrika eyaletleriyle kurduğu kültürel ilişkileri konut ölçeğinde izlemeye imkân tanıyan güçlü bir karşılaştırma alanı sunmaktadır.

2.ZEUGMA EVLERİ

Zeugma Antik Kenti'nde günümüze ulaşan Roma dönemi konutları, Fırat Nehri boyunca gelişen sınır kentlerinde elit yaşam pratiklerinin mekân üzerinden nasıl örgütlendiğini ortaya koyan en kapsamlı arkeolojik veri gruplarından birini oluşturmaktadır. Kentte özellikle MS 2. ve 3. yüzyıllara tarihlenen konut alanları, hem plan tipolojileri hem de bezeme programları açısından Yunan-Roma geleneğinin doğu eyaletlerindeki bölgesel yorumlarını yansıtmaktadır (Görkay,2021) .

2.1. Konut Plan Tipolojisi, Mekânsal Organizasyon ve Bezemelerin Anlamsal Kurgusu

Zeugma'da Roma İmparatorluk Dönemi'ne tarihlenen seçkin konutlar, Akdeniz dünyasında yaygın olan *domus* geleneğinin Doğu eyaletlerindeki bölgesel uyarlamalarını yansıtmaktadır. Bu konutlarda plan kurgusu, çoğunlukla avlu merkezli bir organizasyon etrafında gelişmekte; avlu, hem dolaşımın mekânsal çekirdeği hem de aydınlanma ve havalanma gibi iklimsel gereksinimlerin karşılandığı bir "iç iklim düzenleyicisi" olarak işlev görmektedir (Wallace-Hadrill, 1994). Zeugma örneklerinde avlunun sıklıkla *peristyl* düzeninde kurgulanması, sütunlu bir iç peyzaj aracılığıyla konutun temsili niteliğini artırırken; avlu çevresinde konumlanan mekânların kapı ve pencere açıklıklarıyla bu çekirdeğe yönlendirilmesi, konut içi yaşamın avlu etrafında örgütlendiğini göstermektedir (Aylward, 2013; Görkay, 2017).

Avlu çevresinde yer alan *triclinium* (yemek ve ziyafet mekânı) ile *cubiculum* (dinlenme ve özel kullanım mekânı) gibi birimler, konutun kamusal temsil ile mahremiyet eksenini aynı plan şeması içinde görünür kılmaktadır (Wallace-Hadrill, 1994). Özellikle *triclinium*'ların, avluya açılan geniş açıklıklarla ışık ve hava alacak biçimde tasarlanması ve taban mozaiklerinde *T*, U biçimli pano düzenlerinin tercih edilmesi, bu mekânların ziyafet pratiklerine başka bir ifadeyle oturma ve uzanma düzenine göre biçimlendirildiğini düşündürmektedir (Görkay, 2021: 70). Buna karşılık *cubiculum*'larda daha küçük ölçekli, aşk ve evlilik temalı mozaikler tercih edilmiştir (Görkay, 2017).

Konutun sokakla ilişkisi, doğrudan iç mekâna geçişi kontrol eden eşik alanlar aracılığıyla kurulmaktadır. Bu bağlamda *vestibulum*, dışarıdan içeriye geçişte hem dolaşımı düzenleyen hem de konutun statü göstergesi olarak işleyen bir karşılama mekânıdır. Zeugma örneklerinde *vestibulum* tabanlarında mozaik kullanımının tespit edilmesi, giriş alanının yalnızca işlevsel değil, aynı zamanda temsile açılan ilk yüzey olarak tasarlandığını düşündürmektedir (Aylward, 2013). Pencere açıklıklarında demir korkuluk ve düz cam kullanımına ilişkin bulgular ise, güvenlik ve iç konfor hedeflerinin Roma dönemi konut teknolojisiyle bütünleştiğini göstermektedir.

Zeugma konutlarının tipolojik açıdan dikkat çeken bir diğer unsuru, *peristyl* avlularının merkezinde yer alan *impluvium* düzenlemeleridir. Klasik *atrium* evlerinde yağmur suyunu toplayan temel bir işlev gören bu eleman, geç dönemde ve özellikle seçkin konutlarda estetik bir odak noktası olarak da vurgulanmıştır. Zeugma örneklerinde *impluvium* tabanlarının mozaikle kaplanması ve suyla ilişkili temaların tercih edilmesi, bu elemanın hem su yönetimi hem de görsel ve ikonografik temsil bağlamında değerlendirildiğini ortaya koymaktadır (Önal, 2002; Görkay, 2017). Danae Evi'nde belgelenen mozaik buluntular, avlu–havuz sisteminin konut dekorasyon programının merkezine yerleştirildiğini açık biçimde göstermektedir (Önal, 2009).

Bu mimari organizasyon, bezeme programlarıyla birlikte ele alındığında, Zeugma konutlarında iç mekân hiyerarşisi ile dekoratif tercihlerin bilinçli ve sistematik bir ilişki içinde kurgulandığı anlaşılmaktadır. Arkeolojik veriler, yemek ve kabul işlevi gören yarı kamusal mekânlarda figürlü mozaiklerin yoğunlaştığını; buna karşılık servis alanları ve daha mahrem kullanıma yönelik mekânlarda geometrik desenlerin, bitkisel motiflerin ve sınırlı bir bezeme repertuarının tercih edildiğini ortaya koymaktadır (Abadie-Reynal, 2012). Bu durum, bezemenin rastlantısal bir süsleme unsuru değil, mekânın toplumsal işlevini ve temsil düzeyini görünür kılan anlam yüklü bir iletişim aracı olarak kurgulandığını göstermektedir.

Triclinium ve *oecus* gibi yarı kamusal mekânlarda betimlenen sahnelerin önemli bir bölümü, *symposion* ve *convivium*'larla ilişkili olarak seçilmiş; yemek sonrası eğlenceler, tiyatro oyunları, pantomimler ve edebî metinlerden sahnelerle zenginleştirilmiştir. Dionysos çevresi, Akhilleus, Eros ve Telete gibi mitolojik figürler bu bağlamda öne çıkarken, Antik Yunan *paideia* anlayışının temel kavramları da ikonografik düzeyde temsil edilmiştir. *Arete* (erdem), *Sophia* (bilgelik) ve *Paideia* (eğitim) gibi soyut kavramları simgeleyen figürler ile Mousalar, ev sahibinin entelektüel donanımını ve kültürel aidiyetini görünür kılan bir anlatı çerçevesi sunmaktadır (Görkay, 2017; Görkay, 2021).

Menandros'un ünlü bir oyunundan sahneyi betimleyen *Synaristosai* mozaiği, bu ikonografik programın dikkat çekici örneklerinden biridir. Söz konusu mozaik, ev sahibinin edebî kültürle kurduğu ilişkiyi yansıtmasının yanı sıra, kişisel zevk ve tercihini misafirleriyle paylaşma arzusunu da ortaya koymaktadır. Bu tür ikonografik tercihler, yemek ve kabul pratikleriyle mitolojik ve edebî anlatılar arasında kurulan sembolik ilişkiye işaret ederken, aynı zamanda ev sahiplerinin *paideia* düzeyini ve kültürel sermayesini estetik bir dil aracılığıyla ifade etmelerine olanak tanımaktadır.

Konutun daha mahrem alanlarında ise figürlü anlatıların sınırlı tutulduğu gözlemlenmektedir. *Cubiculum* gibi dinlenme ve yatak odalarında Metiokhos ve Parthenope, Eros ve Telete gibi edebî anlatılara dayanan âşık çift sahneleri ya da aşkı simgeleyen Aphrodite betimleri tercih edilmiştir. Bu bezeme anlayışı, mekânın işlevsel mahremiyetiyle uyumlu bir görsel dil oluşturmakta ve konut içindeki kamusal–özel ayrımını estetik düzlemde pekiştirmektedir. Wallace-Hadrill'in Roma konutlarında mekânın sosyal anlamına ilişkin değerlendirmeleriyle uyumlu biçimde, Zeugma evlerinde bezeme repertuarının mekânsal hiyerarşiyi destekleyen temel bir unsur olarak kullanıldığı anlaşılmaktadır (Wallace-Hadrill, 1994).

3. MOZAİKLER: İKONOGRAFİ VE USLUP

Zeugma Antik Kenti'nde ortaya çıkarılan Roma dönemi mozaikleri, Doğu Akdeniz'de konut bağlamında gelişen figürlü zemin bezemeleri arasında nicelik, nitelik ve korunma düzeyi bakımından ayrıcalıklı bir konuma sahiptir. Mozaiklerin büyük çoğunluğu MS 2. ve 3. yüzyıllara tarihlenmekte olup, konut mimarisiyle doğrudan ilişkili bir bezeme programının parçası olarak değerlendirilmelidir. Bu mozaikler, yalnızca estetik tercihler değil, aynı zamanda ev içi temsil, kültürel referanslar ve sosyal statü göstergeleri üzerinden anlam üreten görsel anlatılar sunmaktadır.

3.1.Üslup, Teknik ve Atölye

Zeugma mozaikleri teknik açıdan opus tessellatum geleneği içinde değerlendirilmekle birlikte, figürlerin renk geçişleri ve yüz ifadelerindeki incelik, yüksek düzeyli bir atölye pratiğine işaret etmektedir. Özellikle portre niteliği taşıyan betimlemelerde sıklıkla vurgulanan "Çingene Kızı" mozaiği örneğinde olduğu gibi ışık-gölge etkisi, figürlerin gerçeğe yakın tasviri ve bakış yönünün izleyiciyle kurduğu ilişki, Zeugma mozaiklerini bölgesel üretimin ötesine taşımaktadır. Bu durum, Zeugma mozaiklerinin, teknik ve stilistik açıdan Greco Roman natüralistik klasik stil sergilediğini diğer bir deyişle resim alanlarında geometrik ya da bitkisel

bordür süslemelerinden çok figürlerin sunumuna önem verilmesi en belirgin özelliğini göstermektedir (Eraslan,2011).

Bununla birlikte, üslup birliği ve tematik tekrarlar, kentte yerel atölyelerin varlığına ya da gezici ustaların belirli bir repertuar üzerinden üretim yaptığına işaret etmektedir. Zeugma mozaiklerinin Antakya ve Apamea mozaikleriyle paylaştığı ortak üslup özellikleri, Doğu Akdeniz'de dolaşım hâlindeki zanaatkâr ağlarını ve ortak ikonografik havzayı düşündürmektedir.

4. ZEUGMA KONUTLARINDA MOZAİKLERİN MEKÂNSAL KONUMLANIŞINDAN ÖRNEKLER

Zeugma konutlarında mozaiklerin mekânsal dağılımı rastlantısal değildir. Mitolojik ve kozmik temalar çoğunlukla avlu ve havuz gibi yarı kamusal alanlarda; kahramanlık ve kültürel temsil içeren sahneler *triclinium*'larda; daha portreye yakın ve duygusal imgeler ise özel mekânlarda tercih edilmiştir. Bu dağılım, mozaiklerin Roma konutunda yalnızca süsleme unsuru değil, mekânın işlevini ve sosyal anlamını pekiştiren bilinçli bir görsel dil olarak kullanıldığını ortaya koymaktadır.

4.1.Akhilleus Mozaiği (Skyros Sahnesi) – *Impluvium*

Skyros'taki Akhilleus Embleması yerel tesseralardan yapılmış olup, 1999 yılında Gaziantep Müzesi tarafından yürütülen kurtarma kazıları sırasında bulunmuştur (Ergeç vd. 2007: 120–123; Önal 2010: 26–27). 1,70 × 1,70 m ölçülerindeki bu mozaik, Poseidon Villası'nın *impluvium*'unda yer alan bir havuzun tabanında tespit edilmiştir (Balty 2013; Eraslan,2013; Caso,2022).

Kare formundaki kompozisyon alanı, açık ve koyu renkli taşlardan oluşturulmuş fırfırlı bir bordür ile çevrelenmiştir. Emblema, Troia Savaşı ile bağlantılı, mitolojide oldukça yaygın bir sahneyi betimler: Skyros Kralı Lykomedes'in sarayında, kız kılığına girmiş Akhilleus'un Odysseus tarafından ortaya çıkarılması**.** Kompozisyonun merkezinde, hâlen kadın giysileri içinde betimlenen Akhilleus, sola doğru ilerlerken tasvir edilmiştir; sağ elinde bir mızrak**,** sol elinde bir kalkan tutmaktadır.

Kompozisyonun merkezinde ayrıca Deidameia yer alır. Kolsuz bir tunik ve üst gövdesini rüzgârla şişmişçesine saran geniş bir manto giymiştir. Sağ kolunu Akhilleus'a doğru uzatan Deidameia, onu Akha seferine katılmaktan alıkoymaya çalışır gibidir.

Sahnenin solunda Kral Lykomedes, sağında ise Odysseus arka planda betimlenmiştir. Lykomedes, zengin giysiler içinde, krallık simgesi olan beyaz bir bant ile tasvir edilmiştir. Sağ tarafta**,** beyaz giysili, Odysseus, sağa doğru hareket ederken geriye dönüp Akhilleus'u cesaretlendiren bir bakışla tasvir edilmiştir. Ardında, askerî kıyafet ve kısa deri botlar giyen bir asker yer alır; muhtemelen Agyrtes olup, Odysseus'un düzenlemesiyle boru çalmak üzeredir. Arka planda, kralın kızları ya da saray kadınları ve Lykomedes'in arkasında bir koruma görevlisi betimlenmiştir.

Sahne, Dor başlıklı sütunlara sahip mimari bir salonda geçer. Bu mekân, antik bir tiyatronun bölümlerini çağrıştırır. Gerçekten de emblema içindeki figürler, bir sahne üzerinde hareket ediyormuşçasına kurgulanmıştır. Skyros'taki Akhilleus miti**,** Geç Antikçağ'da büyük bir popülariteye sahiptir; MS 2.–5. yüzyıllar arasına tarihlenen Geç Antik mozaiklerde bu sahnenin en az on beş kez işlendiği bilinmektedir. Söz konusu mozaikler**,** Roma İmparatorluğu'nun doğu ve batı bölgeleri ile Kuzey Afrika dâhil olmak üzere oldukça dengeli bir coğrafi dağılım sergiler (Delbarre vd. 2008: 36; Dunbabin 2018: 359).

4.2.Okeanos ve Tethys Mozaiği – *Impluvium*

Poseidon Evi, Okeanos ve Tethys mozaiği, bir konutun *peristyl* avlusunda yer alan sığ havuz tabanına yerleştirilmiştir. Poseidon, ön kısmı at gövdeli, arka bölümü kıvrılarak sonlanan deniz

yaratıkları yani hippokamplar tarafından çekilen altın arabası üzerinde oturur vaziyette betimlenmiş olup, sağ elinde üç dişli mızrağını (trident) tutmaktadır. Mozaiğin alt bölümünde ise Okeanos ile Tethys yan yana tasvir edilmiştir. Okeanos'un saç ve sakalında gümüş tesserae kullanımıyla oluşturulan olgunluk ifadesi özellikle dikkat çekicidir. Tanrıçanın erken dönem ikonografisinin ayırt edici unsurları olan bir çift kanat ve Ketos (Cetus) figürü bu mozaikte de açık biçimde görülmektedir (Eraslan,2013).

Deniz tanrıçası Tethys**,** Yunan tanrıları arasında önemli bir konuma sahiptir. Erken dönem Yunan şairlerine göre Tethys ile kardeşi Okeanos**,** Uranos ile Gaia'nın çocukları olan Titanlar kuşağına mensuptur. Hesiodos**,** *Theogonia*'da Tethys'in Okeanos ile evlendiğini ve bu birlikteliğin dünyanın denizlerini meydana getirdiğini belirtir (Hesiodos, *Theog.*, 132, 136, 337). Homeros'a göre ise Okeanos, tüm su tanrılarının en yaşlısı olarak kabul edilirken, Tethys bereketli dişil gücü temsil etmektedir (Homeros, *İlyada*, XIV.201). Bununla birlikte, Geç Yunan ve Latin edebiyatında tanrıça, doğrudan denizin kişileştirilmiş hâli olarak tanımlanmıştır (Hygin., *Fab.*, Praef. 2).

En erken Tethys mozaiklerinde, tanrıçanın Okeanos'un eşi olarak betimlendiği kompozisyonlar özellikle Antiokheia, Zeugma ve Garni örneklerinde görülmektedir. Bu kompozisyonların, ne rölyef, ne resim ne de heykel sanatında doğrudan bir proto tipini tespit etmek mümkün değildir. Bununla birlikte, Hellenistik Dönem betimleme sanatında, deniz tanrıları ve çeşitli deniz yaratıklarının tasvirlerine oldukça sık rastlanmaktadır. Bu nedenle, söz konusu mozaik kompozisyonlarının kökenlerinin Hellenistik Dönem'e ait betimleme geleneğine dayandığını ileri sürmek yanlış olmayacaktır.

Bu erken dönem mozaiklerde Tethys, alnında yer alan iki kanat ile ve deniz canavarı Ketos'un (Cetus) Okeanos'un boynuna dolanmasıyla birlikte, eşi ve kardeşi Okeanos'a eşlik eden mitolojik bir figür olarak karşımıza çıkar. Özellikle Tethys'in betimlendiği mozaiklerde**,** Ketos'un zaman zaman koruyucu bir unsur olarak tanrıçanın yanında konumlandırıldığı ve dışa doğru saldırgan bir duruş sergilediği görülmektedir.

Deniz ve su unsurlarını kişileştiren bu figürlerin doğrudan suyla temas eden bir mekânda konumlandırılması, ikonografi ile mimari işlev arasında bilinçli bir ilişki kurulduğunu göstermektedir. Okeanos ve Tethys'in bereket ve kozmik süreklilikle ilişkilendirilen figürler olması, avlu-havuz bütününde konutun refahını ve sürekliliğini simgesel olarak güvence altına alan bir anlam katmanı oluşturmuştur. Bu yerleştirme, Zeugma konutlarında mozaiklerin mekânın işlevsel kimliğini güçlendiren bir unsur olarak kullanıldığını açıkça ortaya koymaktadır (Eraslan, 2011; Eraslan, 2015b).

4.3.Fırat (Euphrates) ve Irmak Tanrıları Mozaiği – *Impluvium*

Zeugma konut mozaikleri repertuarı içerisinde yer alan Fırat (Euphrates) ve Irmak Tanrıları Mozaiği**,** kentin doğal çevreyle kurduğu yaşamsal ilişkinin mitolojik bir dille görselleştirildiği en anlamlı örneklerden biridir. Mozaik, Fırat Nehri'nin tanrısı Euphrates ile birlikte su nymphelerinin betimlendiği bir kompozisyona sahiptir ve sığ bir havuzun tabanına uygulanmıştır. Bu tercih, hem ikonografik hem de mekânsal açıdan suyla ilişkili bir anlatının bilinçli biçimde vurgulandığını göstermektedir.

Kompozisyonun merkezinde yer alan Euphrates, bir divan (kline) üzerine yarı yatar vaziyette tasvir edilmiştir. Sağ dirseğinin altına yerleştirilmiş bir testiden Fırat Nehri'nin suları akmakta**,** bu suların toprakla buluştuğu noktada bitkisel filizlenmeler ve yeşillikler belirmektedir. Bu ayrıntı, nehrin yalnızca bir su kaynağı değil, aynı zamanda bereket ve yaşamın sürekliliğinin taşıyıcısı olarak algılandığını ortaya koyar. Tanrı, sol elinde bir dal tutmakta; bu unsur da doğurganlık ve yenilenme kavramlarını pekiştirmektedir.

Bu mozaik, 2000 yılında gerçekleştirilen kurtarma kazıları sırasında, Euphrates Evi olarak adlandırılan konut kompleksinin Mousa'lar Mozaiği'nin bulunduğu yemek odasının ana girişinde**,** eşik taşının hemen önünde yer alan *impluvium*'dur (Görkay, 2021). Bu konum, mozaiğin işlevsel ve simgesel açıdan özel bir noktaya yerleştirildiğini göstermektedir. *Impluvium,* Roma konutlarında hem suyun toplandığı hem de ziyaretçinin iç mekâna ilk adımını attığı alanlardan biri olduğundan, burada yer alan bir nehir tanrısı betimi, eve giren kişiyi doğrudan kentin en temel yaşam kaynağı olan Fırat ile karşı karşıya getirmektedir**.**

Mozaik, ikonografik açıdan konut içindeki havuzlu avlu bağlamında değerlendirilmelidir. Euphrates, çevresindeki daha küçük ölçekli figürlerle birlikte, kentin nehirle kurduğu ekonomik, askerî ve kültürel bağı görselleştirmektedir. Roma mozaik sanatında nehir tanrılarının özellikle avlu, *peristyl* ya da havuz çevresinde konumlandırılması, bu figürlerin mekânla kurduğu anlamsal ilişkinin bir sonucudur; akan su, hem gerçek hem de simgesel düzlemde tanrısal varlığın sürekliliğini temsil eder.

Bu mozaiğin avlu gibi yarı kamusal bir alanda yer alması, ev sahibinin yerel coğrafya ve doğal çevreyle kurduğu bağı misafirlerine bilinçli biçimde sergilemek istediğini düşündürmektedir. Özellikle Zeugma gibi bir nehir kenti için Fırat, yalnızca doğal bir unsur değil; kentin kuruluşunu, refahını ve stratejik önemini belirleyen temel etkendir. Bu nedenle Euphrates betimi, ev sahibinin bireysel zevkini aşarak, kentsel kimliğe yapılan bir görsel gönderme niteliği taşımaktadır.

4.4.Çingene Kızı Mozaiği – *Triclium*

Literatürde yaygın biçimde "Çingene Kızı" olarak adlandırılan mozaik parçası, ikonografik açıdan değerlendirildiğinde, gerçekte bir *Maenad'a* ait betimi yansıtmaktadır. Bu eser, bağımsız bir kompozisyon olmaktan ziyade, oldukça büyük boyutlu bir *triclinium* mozaiğinin dikdörtgen paneline ait bordür frizinin bir parçasıdır. Söz konusu büyük *triclinium* mozaiğine ait diğer sahnelere ilişkin parçalar günümüzde Gaziantep Zeugma Mozaik Müzesi'nde sergilenmekte olup, bütüncül kompozisyonun zengin figür repertuarı ve anlatı kurgusu bu parçalar üzerinden kısmen de olsa izlenebilmektedir.

Roma konut mimarisinde *triclinium,* yalnızca ziyafetlerin düzenlendiği bir mekân değil, aynı zamanda ev sahibinin kültürel sermayesini, mitolojik bilgeliğini ve estetik tercihlerini görünür kıldığı yüksek temsil değeri taşıyan bir alan**d**ır. Bu bağlamda, *triclinium* zeminlerinde yer alan bordür frizleri, merkezi sahneyi çerçevelemekle kalmayıp, aynı zamanda mekânın ikonografik anlam katmanlarını zenginleştiren tamamlayıcı anlatı unsurları olarak işlev görmektedir (Dunbabin, 1999; Wallace-Hadrill, 1994).

Triclinium'un kare formlu merkez mozaiğinde**,** himation giymiş ve oturur vaziyette betimlenen figürün Orpheus olduğu yönündeki yorumlar, ikonografik ve tematik açıdan güçlü biçimde desteklenmektedir (Görkay, 2021). Orpheus figürü, antik dünyada müzik, uyum ve doğa üzerindeki etkisiyle bilinirken, aynı zamanda Dionysos çevresiyle de yakından ilişkilidir. Bu nedenle, merkezde Orpheus'un yer aldığı bir *triclinium* mozaiğinin bordüründe Maenad betimlerinin kullanılması, ikonografik bütünlü**k** ve mitolojik tutarlılık açısından son derece anlamlıdır.

"Çingene Kızı" mozaiğini özel kılan unsurlardan biri, figürün doğrudan izleyiciyle göz teması kuran bakışı **ve** portreye yaklaşan betimleme anlayışıdır**.** Saçların dağınık düzeni, yüz ifadesindeki yoğunluk ve bakışların psikolojik derinliği, bu figürü klasik mitolojik tipolojinin ötesine taşıyarak bireyselleştirilmiş bir imge hâline getirmektedir. Bu özellikler, Geç Roma mozaik sanatında özellikle konut bağlamında görülen, figürlerin izleyiciyle daha doğrudan ve duygusal bir ilişki kurmasına yönelik eğilimlerle uyumludur (Dunbabin, 2018).

Bu tür imgelerin özel mekânlarda, özellikle de *triclinium* gibi yarı kamusal ancak kontrollü alanlarda kullanılması, Roma konutlarında bireysel beğeni ve estetik tercihin, forumlar ya da kamusal yapılar gibi alanlardaki resmî ve ideolojik temsilden bilinçli biçimde ayrıştığını göstermektedir. *Maenad* betimi, bu bağlamda yalnızca Dionysos'çu coşkunun ya da mitolojik bir figürün temsili değil; aynı zamanda ev sahibinin duygusal, estetik ve kültürel kimliğini yansıtan kişisel bir görsel tercih olarak okunmalıdır. Bu durum, Zeugma elit konutlarında mozaiklerin yalnızca süsleyici değil, kimlik kurucu ve anlam üretici görsel araçlar olarak kullanıldığını bir kez daha ortaya koymaktadır.

4.5.Mousa'lar Mozaiği *Triclinium*

Zeugma konut mimarisi içerisinde ele geçen Mousa'lar Mozaiği, ikonografik programı ve mekânsal konumlanışı bakımından Roma İmparatorluk Dönemi elit konut kültürünün entelektüel ve temsilî yönlerini yansıtan seçkin örneklerden biridir. İlham perileri olarak bilinen ve sanat, edebiyat ile bilim alanlarını simgeleyen dokuz Mousa'yı betimleyen bu mozaik, büyük olasılıkla konutun *triclinium* olarak işlev gören yemek odalarından birine aittir. Roma konut geleneğinde *triclinium*, yalnızca yemek yenen bir mekân değil; aynı zamanda ev sahibinin kültürel birikimini, sosyal statüsünü ve ideolojik tercihlerini görünür kıldığı yarı kamusal bir temsil alanıdır (Wallace-Hadrill, 1994).

Mozaiğin kompozisyonu, Mousa'ların *clipeus* (madalyon) formu içerisinde tasvir edilmesi esasına dayanır. Bu düzenlemede, mozaiğin merkezinde yer alan ana madalyon içinde, destan şiirinin ve sözlü anlatının koruyucusu olarak kabul edilen Kalliope betimlenmiş; diğer sekiz Mousa ise onu çevreleyen yan madalyonlara simetrik bir düzen içerisinde yerleştirilmiştir. Bu merkezî hiyerarşik kurgu, Kalliope'nin Mousalar arasındaki öncelikli konumunu vurgularken, aynı zamanda mozaiğin izleyici tarafından kolaylıkla "okunabilir" bir anlatı şeması sunmasını sağlamaktadır.

Kompozisyon şeması açısından mozaiğin ana tasarımı, Baalbek'te bir konutun *triclinium* mekânında ele geçirilen ve literatürde "Yedi Bilge Mozaiği" olarak bilinen örnekle dikkat çekici benzerlikler göstermektedir. Her iki eserde de figürlerin madalyonlar içine alınarak düzenlenmesi, hem görsel bir ritim oluşturmakta hem de figürleri zamansız ve soyut bir entelektüel alanın temsilcileri hâline getirmektedir. Bu benzerlik, Doğu Akdeniz'de Roma Dönemi konut mozaiklerinde dolaşımda olan ortak ikonografik şablonlara ve atölyeler arası etkileşime işaret etmektedir (Dunbabin, 2018).

Zeugma Mousa'lar Mozaiği'ni özellikle önemli kılan unsurlardan biri, Mousa'ların isimlerinin Eski Yunanca harflerle figürlerin yanına yazılmış olmasıdır. Bu uygulama, mozaik programının yalnızca dekoratif bir unsur olarak değil, aynı zamanda eğitici ve entelektüel bir içerik taşıdığını göstermektedir. İzleyicinin figürleri tanımasını ve mitolojik-kültürel referansları doğru biçimde ilişkilendirmesini sağlayan bu yazıtlar, ev sahibinin *paideia* kavramıyla, yani klasik eğitim ve kültürel donanımla kurduğu bilinçli ilişkiyi ortaya koymaktadır (Görkay, 2021).

Triclinium bağlamında değerlendirildiğinde, Mousa'lar ikonografisinin seçimi rastlantısal değildir. Roma elit kültüründe Mousa'lar, şiirsel ilhamın yanı sıra bilgelik, retorik ve kültürel süreklilik kavramlarıyla doğrudan ilişkilendirilmiştir. Ziyafetler sırasında bu tür mozaiklerin, sohbet konularını yönlendiren ve ev sahibinin entelektüel kimliğini pekiştiren görsel bir arka plan işlevi gördüğü bilinmektedir. Bu yönüyle Mousa'lar Mozaiği, Zeugma konutlarında mozaiklerin yalnızca estetik değil, aynı zamanda toplumsal temsil ve kimlik inşası aracı olarak kullanıldığını açık biçimde göstermektedir.

4.6. Kahvaltı Sofrasındakiler Mozaiği – *Triclinium*

Zeugma'da ele geçen "Kahvaltı Sofrasındakiler" Mozaiği, buluntu bağlamı bakımından *triclinium* zeminine ait olduğunu göstermektedir (Abadie-Reynal 2008). Son derece yüksek işçilik kalitesine sahip olan eser, mükemmele yakın korunma durumu ile dikkat çeker.

Kompozisyon üç ana unsurdan oluşur. Ana panoyu üç taraftan çevreleyen geometrik bordür, klinelerin özgün konumlarını yansıtacak biçimde düzenlenmiştir. Çerçeve alanında vahşi hayvanlarla mücadele eden Eros figürleri ile köşelerde yer alan çelenkli erkek ve kadın başları, izleyicinin bakışını merkeze yönlendiren dinamik bir görsel çerçeve oluşturur. 1,75 × 1,50 m ölçülerindeki merkez pano ise özellikle batıdaki klinelerde uzanan misafirlerin doğrudan karşısına gelecek şekilde yerleştirilmiş olup, ziyafet sırasında sohbet konusu işlevi görmüş olmalıdır.

Ana sahnede, mimari bir arka plan önünde üç kadın ve iki genç kız betimlenmiştir. İki kadın bir kanepe üzerinde sohbet ederken, üçüncü kadın solium üzerinde oturur; genç kızlardan biri ona bir kase uzatmaktadır. Sahnenin üstünde yer alan Yunanca yazıt (ΣΥΝΑΡΙΣΤΩΣΑΣ) (Synaristosai), yani *"Kahvaltı Sofrasındakiler"*, Menandros'un aynı adlı komedyasına açık bir göndermedir. Bu yazıt, mozaiğin gündelik bir sahneyi aynı zamanda tiyatro ve edebiyat geleneğiyle ilişkilendiren entelektüel bir referans taşıdığını göstermektedir.

Mozaiğin altındaki ΖΩΣΙΜΟΣ ΕΠΟΙΕΙ ("Yapan Zosimos") imzası, eserin bilinen bir yerel usta tarafından üretildiğini ortaya koyar. Aynı sanatçının Zeugma'daki başka mozaiklerde de adının geçmesi, kentte yerleşik bir mozaik atölyesi geleneğine işaret etmektedir.

Kısa değerlendirmeyle, "Kahvaltı Sofrasındakiler" Mozaiği; *triclinium* bağlamı, yazıtlı yapısı ve Menandros göndermesiyle, Zeugma konutlarında gündelik yaşamın, tiyatronun ve kültürel kimliğin bir arada ve bilinçli biçimde temsil edildiğini gösteren seçkin bir örnektir.

4.7.Dionysos Mozaikleri- *Vestibulum, Triclinium*

Zeugma konut mozaiklerinde Dionysos ikonografisi, mekânsal işlevle doğrudan ilişkili, bilinçli bir görsel programın parçası olarak karşımıza çıkar. Klasik Dönem'de tarımsal ve sakallı bir tanrı olarak betimlenen Dionysos, Roma İmparatorluk Dönemi'nde genç, Apollo tipinde ve feminen özellikler taşıyan bir figüre dönüşmüş; bu dönüşüm Zeugma mozaiklerine de yansımıştır. Tanrı, thyrsos ve kadeh gibi nitelikleriyle, Satyrler ve Maenadlar eşliğinde betimlenir.

Zeugma ve Antiokheia mozaiklerinde Dionysos temaları; kült sahneleri, zafer alayı, sarhoş Dionysos betimleri, şarap yarışmaları ve özellikle Dionysos–Ariadne ilişkisi olmak üzere birkaç ana grupta toplanır. Bu sahnelerin büyük bölümü *vestibulum* ve *triclinium*'lar ve ziyafetle ilişkili mekânlarda yer almakta olup, ikonografinin şarap tüketimi, sosyalleşme ve bereket kavramlarıyla bağlantısını vurgular.

Özellikle Zeugma'daki *vestibulum* alanında bulunan Dionysos ve Ariadne Düğünü (Abadie-Reynal, 2002) bu temanın erken ve nitelikli bir örneğini sunar. MS 2. yüzyıl sonu–3. yüzyıl başına tarihlenen mozaiğin, kabul ve ziyafet mekânında konumlandırılması, Dionysosçu ikonografinin konut içi temsil ve statü söylemiyle ilişkilendirildiğini göstermektedir. Aynı temanın kentte farklı konutlarda tekrarlanması, bu ikonografinin Zeugma elitleri tarafından bilinçli ve süreklilik gösteren bir tercih olduğunu ortaya koyar (Eraslan,2015a).

5.KUZEY AFRİKA ROMA KONUTLARIYLA KARŞILAŞTIRMA

Roma Afrika'sında konut mozaikleri, ev içi mekânsal hiyerarşiyle doğrudan ilişkili, sistematik bir dekorasyon programının parçası olarak ele alınmaktadır. Kuzey Afrika örnekleri, mozaiklerin yalnızca estetik bir zemin kaplaması olmadığını, ev sahibinin sosyal konumunu, kültürel kimliğini ve misafirlerle kurduğu temsil ilişkisini görünür kılan bir görsel performans aracı olarak işlev gördüğünü açık biçimde ortaya koymaktadır (Dunbabin, 1978; Ellis, 1991).

Kuzey Afrika domuslarında figürlü ve anlatı ağırlıklı mozaiklerin en yoğun biçimde kullanıldığı mekânlar, *triclinium* ve *oecus* gibi kabul ve temsil odalarıdır. Bu mekânlar, ev sahibinin kamusal yüzünü oluşturan alanlar olarak, mitolojik döngüler, alegorik figürler ve av sahneleri aracılığıyla kültürel sermayenin sergilendiği başlıca sahnelerdir. Mozaik kompozisyonlarının düzeni ve izleyici bakış açısı dikkate alınarak tasarlanması, bu bezemelerin mekânla birlikte "okunmak" üzere kurgulandığını göstermektedir (Dunbabin, 1999; Ellis, 1991). Bu bağlamda mozaikler, ziyafet pratiklerini destekleyen bir arka plan olmanın ötesinde, misafirperverlik ve ev sahibi otoritesini görselleştiren ideolojik araçlar olarak değerlendirilmelidir.

Bu mekânsal mantık, Zeugma konutlarında gözlemlenen uygulamalarla büyük ölçüde örtüşmektedir. Akhilleus ya da edebi referanslar içeren sahnelerin Zeugma'da da temsil mekânlarında yoğunlaşması, Roma dünyasında konut mozaiklerinin ortak bir sosyal kodlar sistemi içinde üretildiğini düşündürmektedir. Bununla birlikte Kuzey Afrika örneklerinde mozaiklerin ölçek, sayısal yoğunluk ve tematik çeşitlilik bakımından daha zengin olduğu, bu durumun bölgenin ekonomik refahı ve uzun süreli kentleşme geleneğiyle bağlantılı olduğu anlaşılmaktadır (Yacoub, 1995).

Kuzey Afrika konutlarında mozaiklerin ikinci yoğunlaştığı alan, *peristyl* ve avlu çevresidir. Bu yarı kamusal mekânlarda, doğa, bahçe, mevsimler ve özellikle suyla ilişkili temaların tercih edildiği görülmektedir. Deniz canlıları, nehir ve deniz kişileştirmeleri ile bitkisel kompozisyonlar, *peristyl*'in açık ya da yarı açık karakteriyle bir uyum içinde kurgulanmıştır. Bu tür sahneler, evin refahını, sürekliliğini ve kozmik düzenle uyumunu simgesel düzlemde vurgulamaktadır (Parrish, 1984; Dunbabin, 1999).

Zeugma'daki Okeanos–Tethys ve Fırat kişileştirmelerinin havuzlu avlu ve *peristyl* bağlamında kullanılması, Kuzey Afrika'daki bu yerleşik geleneğin Doğu Akdeniz'deki bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Her iki coğrafyada da su ikonografisinin su mimarisiyle birlikte ele alınması, mozaiklerin mekânsal bağlamdan bağımsız düşünülmediğini, aksine mimari işlevi pekiştiren bir anlatı düzlemi sunduğunu göstermektedir.

Kuzey Afrika domuslarında daha mahrem alanlarda özellikle yatak odaları ve özel yan mekânlarda figürlü anlatıların yerini daha sınırlı ikonografik programların ya da geometrik kompozisyonların aldığı gözlemlenmektedir. Bu durum, kamusal temsile yönelik görsel yoğunluk ile özel yaşama ayrılan alanlar arasında bilinçli bir ayrım yapıldığını ortaya koymaktadır (Ellis, 1991).

Genel olarak değerlendirildiğinde, Kuzey Afrika ve Zeugma örnekleri birlikte ele alındığında, Roma konutlarında mozaiklerin tek tip bir dekorasyon geleneğinin ürünü olmadığı açıkça görülmektedir. Aksine mozaikler, mekânın işlevi, evin kentsel konumu ve ev sahibinin sosyal kimliği doğrultusunda farklılaşan, ancak imparatorluk ölçeğinde paylaşılan ortak görsel ve mekânsal ilkeler çerçevesinde şekillenen dinamik bir sistemin parçasıdır. Zeugma, Kuzey Afrika'ya kıyasla daha sınırlı ve seçici bir üretim modeli sunmakla birlikte, mozaiklerin mekânsal bağlama duyarlı biçimde kullanılması açısından Roma konut kültürünün temel ilkelerini açık biçimde yansıtmaktadır.

6.ANTIOCHIA (ANTAKYA) MOZAİKLERİ İLE KARŞILAŞTIRMA

Antiochia Roma İmparatorluğu'nun Doğu Akdeniz'deki en önemli metropollerinden biri olarak, mozaik sanatı açısından Zeugma'dan hem nicelik hem de işlev bakımından farklı bir ölçeği temsil etmektedir. Antakya mozaikleri, geniş bir kentsel alan boyunca yayılmış çok sayıda konutta, hamamda ve kamusal yapıda ele geçirilmiştir. Bu durum, mozaik üretiminin kentsel yaşamın hemen her katmanına nüfuz ettiğini göstermiştir (Levi, 1947; Dunbabin, 1999).

Antakya konutlarında mozaikler, Zeugma'ya benzer biçimde mekânsal hiyerarşiye göre dağıtılmakla birlikte, anlatı yoğunluğu ve tematik çeşitlilik bakımından daha heterojen bir görünüm sergiler. *Triclinium* ve *oecus* gibi temsil mekânlarında mitolojik sahneler, alegorik figürler ve av betimlemeleri yoğunlaşırken, *peristyl* ve geçiş alanlarında geometrik ve bitkisel kompozisyonlar daha baskın hâle gelir. Bu dağılım, Antakya'da mozaiklerin hem elit temsiline hem de gündelik estetik deneyime hizmet eden çok işlevli bir dekorasyon sistemi olarak ele alındığını göstermektedir (Levi, 1947; Campbell, 1988).

Zeugma ile Antakya arasındaki temel fark, mozaiklerin kentsel bağlamla kurduğu ilişkinin niteliğinde ortaya çıkmaktadır. Zeugma'da mozaikler büyük ölçüde konut bağlamına sıkı biçimde bağlı, mekânın işleviyle doğrudan ilişkili ve sınırlı sayıda elit konutun dekorasyon programı içinde anlam kazanmaktadır. Buna karşılık Antakya'da mozaik sanatı, yalnızca seçkin konutlarla sınırlı kalmayıp, daha geniş bir toplumsal yelpazeye hitap eden bir görsel kültür pratiğine dönüşmüştür. Bu durum, Antakya'nın metropol ölçeği ve kozmopolit yapısıyla yakından ilişkilidir.

İkonografik açıdan bakıldığında, her iki kentte de mitolojik repertuarın ortak bir Akdeniz havzasına ait olduğu görülmektedir. Dionysos çevresi, deniz ve nehir kişileştirmeleri, kahramanlık anlatıları ve alegorik figürler hem Zeugma hem de Antakya mozaiklerinde yaygındır. Ancak Antakya örneklerinde, bu temaların çoğu zaman daha anlatı yoğun, figür sayısı bakımından daha kalabalık ve kompozisyon açısından daha dinamik kurgulandığı dikkat çekmektedir. Bu durum, Antakya atölyelerinin üretim kapasitesi ve uzun süreli sanatsal sürekliliğiyle açıklanabilir (Campbell, 1988).

Mekânsal yerleştirme açısından her iki kentte de belirgin bir ortaklık söz konusudur.Suyla ilişkili temalar havuz ve *peristyl* bağlamında, kahramanlık ve kültürel temsil içeren sahneler ise temsil mekânlarında tercih edilmiştir. Bununla birlikte Antakya'da mozaiklerin kamusal yapılarda özellikle hamam komplekslerindeyaygın biçimde kullanılması, Zeugma'dan ayrılan önemli bir özelliktir. Zeugma'da mozaik üretiminin büyük ölçüde konut ölçeğinde yoğunlaşması, kentin daha sınırlı ve elit odaklı bir görsel temsil anlayışına sahip olduğunu düşündürmektedir.

Bu karşılaştırma, Zeugma, Antakya ve Kuzey Afrika örneklerinin birlikte değerlendirilmesiyle Roma dünyasında mozaiklerin tek tip bir dekorasyon unsuru olmadığını; aksine kentin ölçeği, sosyo-ekonomik yapısı ve kentsel işlevlerine göre farklılaşan mekânsal ve anlamsal roller üstlendiğini ortaya koymaktadır. Zeugma, mozaiklerin konut içi temsile yoğunlaştığı, daha "odaklı" bir model sunarken, Antakya, mozaik sanatının kentsel yaşamın farklı katmanlarına yayıldığı, daha "yaygın" bir modeli temsil etmektedir. Bu yönüyle Antakya, Zeugma'nın sunduğu elit ve bağlama duyarlı mozaik programlarının Doğu Akdeniz'de nasıl daha geniş bir kentsel çerçeveye evrildiğini anlamak için önemli bir karşılaştırma alanı oluşturmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, Zeugma Antik Kenti konut mozaiklerini, mekânsal bağlamları ve ikonografik tercihleri üzerinden ele alarak, Roma İmparatorluğu'nun doğu sınırında yer alan bir kentte görsel temsilin nasıl kurgulandığını ortaya koymayı amaçlamıştır. Zeugma örneği, mozaiklerin salt estetik öğeler olarak değil, konut mimarisinin işlevsel hiyerarşisiyle doğrudan ilişkili, bilinçli ve çok katmanlı bir anlatı sistemi içinde üretildiğini göstermektedir. Mozaiklerin ev içindeki dağılımı, temsil mekânları, avlu ve havuz gibi yarı kamusal alanlar ile daha mahrem odalar arasında belirgin bir ayrım gözetildiğini ve bu ayrımın ikonografik tercihlerle desteklendiğini ortaya koymaktadır.

Zeugma'daki bulgular, Kuzey Afrika Roma konutlarıyla karşılaştırıldığında, ortak bir mekânsal mantığın varlığına işaret etmektedir. Her iki coğrafyada da mitolojik ve alegorik sahneler, evin

kamusal yüzünü oluşturan *triclinium*ve *oecus* gibi mekânlarda yoğunlaşırken, suyla ilişkili temalar avlu, *peristyl* ve havuz bağlamında tercih edilmiştir. Bu benzerlik, Roma konut kültüründe mozaiklerin, imparatorluk genelinde paylaşılan bir görsel dil ve mekânsal kodlar sistemi içinde üretildiğini göstermektedir. Bununla birlikte Zeugma, bu ortak çerçeve içinde, daha sınırlı sayıda elit konutun yoğun bezeme programlarıyla öne çıkan, bağlama duyarlı ve odaklı bir model sunmaktadır.

Antakya ile yapılan karşılaştırma ise Zeugma'nın bu özgül konumunu daha net biçimde ortaya koymaktadır. Antakya'da mozaik sanatı, metropol ölçeği ve kozmopolit toplumsal yapı sayesinde konutların yanı sıra kamusal yapılara da yayılmış, kentsel yaşamın geniş bir kesimine hitap eden bir görsel kültür pratiğine dönüşmüştür. Buna karşılık Zeugma'da mozaik üretiminin büyük ölçüde konut bağlamında yoğunlaşması, kentin sosyal yapısı ve mekânsal örgütlenmesiyle uyumlu, daha kontrollü ve seçici bir dekorasyon anlayışına işaret etmektedir. Bu farklılık, mozaiklerin kent ölçeği, toplumsal yapı ve mekânsal organizasyonla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak Zeugma mozaikleri, Roma dünyasında konut içi görsel anlatının sınır kentlerinde nasıl şekillendiğini, elit kimliğin hangi mekânlarda ve hangi ikonografik araçlarla inşa edildiğini göstermesi bakımından önemli bir örnek teşkil etmektedir. Zeugma, Kuzey Afrika ve Antakya örnekleriyle birlikte ele alındığında, Roma mozaik sanatının tek tip bir dekorasyon geleneği olmadığı, aksine yerel koşullar, kentsel ölçek ve sosyal pratikler doğrultusunda farklılaşan, ancak ortak bir görsel ve mekânsal mantık içinde işleyen dinamik bir sistem olduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKÇA

Abadie-Reynal, C. (2002). Les maisons à décors mosaïqués de Zeugma. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 146*, 743–771.

Abadie-Reynal, C. (2008). Eaux décoratives, eaux symboliques à Zeugma. *Syria, 85*, 99–117.

Allison, P. M. (2004). *Pompeian households: An analysis of the material culture*. Cotsen Institute of Archaeology.

Aylward, W. (Ed.). (2013). *Excavations at Zeugma, conducted by Oxford Archaeology* (Vols. 1–3). Packard Humanities Institute.

Balty, J. (2013). Achille à Skyros: Polysémie de l'image mythologique. In M. Galinier & F. Baratte (Eds.), *Iconographie funéraire et société: Corpus antique, approches nouvelles?* (Collection Histoire de l'art 3, pp. 117–130). Perpignan.

Campbell, S. (1988). *The mosaics of Antioch*. Pontifical Institute of Mediaeval Studies.

Caso, L. (2022). Achilles on Skyros in the emblema from the House of Poseidon at Zeugma: Caracalla and the power of images. *Journal of Mosaic Research, 15*, 87–104.

Delbarre, X., et al. (2008). Achilles on Skyros: Crossing over architecture, mosaic and wall painting. In M. Şahin (Ed.), *Proceedings of the IVth International Mosaic Corpus of Türkiye: The mosaic bridge from past to present* (pp. 35–42). Bursa.

Dunbabin, K. M. D. (1978). *The mosaics of Roman North Africa: Studies in iconography and patronage*. Oxford University Press.

Dunbabin, K. M. D. (2018). The transformations of Achilles on late Roman mosaics in the East. In L. Audley-Miller & B. Dignas (Eds.), *Wandering myths: Transcultural uses of myth in the ancient world* (pp. 357–395). Cambridge University Press.

Ellis, S. P. (1991). Architecture and décor: How the Late Roman aristocrat appeared to his guest. In E. K. Gazda (Ed.), *Roman art in the private sphere: New perspectives on the architecture and décor of the domus, villa and insula* (pp. 117–134). University of Michigan Press.

Eraslan, Ş. (2011). *Roma İmparatorluk Dönemi mozaik sanatında Okeanos ve Tethys betimlemelerinin tipolojik ve ikonografik açıdan değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
Eraslan, Ş. (2013). Roma Dönemi duvar resmi ve mozaiklerde Akhilleus Skyros'ta sahnesi: Efes, Pompeii ve Zeugma örneği. *MSGSÜ Sosyal Bilimler, 7*, 34–42.
Eraslan, Ş. (2015a). Dionysus and Ariadne in the light of Antiocheia and Zeugma mosaics. *Anatolia Antiqua, 23*, 55–61.
Eraslan,Ş. (2015b). Mozaik sanatında Tethys ve Thalassa. *Art-Sanat, 4*, 1–13.
Ergeç, R. (Ed.), Önal, M., Bulgan, F., Güllüce, H., Beyazlar, A., Balcıoğlu, B., & Atalay, T. (2007). *Belkıs–Zeugma ve mozaikleri*. İstanbul.
Görkay, K. (2017). Mosaic programmes in domestic contexts at Zeugma. *Journal of Mosaic Research, 10*, 183–211.
Görkay, K. (2021). *Zeugma iki dünya arasında: Yaşam'dan ebediyete Zeugma'da evler ve mezarlar*. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
Levi, D. (1947). *Antioch mosaic pavements*. Princeton University Press.
Önal, M. (2002). *Mosaics of Zeugma*.
Önal, M. (2009). Danae Evi'nin mozaikleri. *Journal of Mosaic Research, 3*, 53–69.
Önal, M. (2012). Fouilles du Musée de Gaziantep dans la Maison de Poséidon (ou Maison 1) et la Maison de l'Euphrate (ou Maisons 2 et 3), années 1999–2000. In C. Abadie-Reynal & R. Ergeç (Eds.), *Zeugma I. Fouilles de l'habitat (1): La mosaïque de Pasiphae* (pp. 65–182). Paris.
Parrish, D. (1984). *Season mosaics of Roman North Africa*. Bretschneider.
Wagner, J. (1977).Legio IV Scythica in Zeugma am Euphrat", in: D. Haupt – H. G. Horn, Studien zu den Militärgrenzen Roms II : Vorträge des 10. Internationalen Limeskongresses in der Germania Inferior, BJb 38 (Bonn 1977) 517-539.
Wallace-Hadrill, A. (1994). *Houses and society in Pompeii and Herculaneum*. Princeton University Press.
Yacoub, M. (1995). *Splendeurs des mosaïques de Tunisie*. Agence Nationale du Patrimoine.

TURNING WASTE INTO TASTE: DEVELOPING OKARA INTO PROTEIN-RICH MEAT SUBSTITUTE FOR LUMPIANG SHANGHAI

Merrylene M. **FLORES**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-3603-6717
Sharina Mae Q. **SABADO**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-7348-2138
Angeline G. **LİBOT**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-9620-5012
Joelina M. **REYES**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
Klenton R. **TORREVILLAS**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6588-7861

ABSTRACT
The growing challenge of food waste and the demand for sustainable protein alternatives have encouraged the exploration of agro-industrial by-products for food innovation. Okara, a nutrient-rich residue from soy milk and tofu production, is often discarded despite its high protein and dietary fiber content. This study aimed to develop and evaluate okara as a meat substitute in Lumpiang Shanghai, a widely consumed Filipino food product, with emphasis on acceptability, nutritional quality, intrinsic properties, and commercialization potential. An experimental product development research design was employed, producing two formulations: a 50% pork–50% okara formulation and a 100% okara formulation. Sensory evaluation using affective, preference, and discrimination tests was conducted among 50 university students selected through purposive sampling. Intrinsic quality assessments, including pH, water activity, and nutritional analysis, were also performed, alongside feasibility evaluation in terms of technology, regulation, packaging, and cost. Results indicated that the 50% pork–50% okara formulation obtained significantly higher sensory scores in flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability ($p < 0.05$), while no significant difference was observed in appearance. Both formulations demonstrated acceptable pH and water activity levels, confirming the need for refrigerated or frozen storage. Nutritional analysis showed increased dietary fiber and reduced fat and cholesterol content compared with traditional Lumpiang Shanghai. The findings suggest that okara can be effectively utilized as a partial meat substitute in traditional Filipino foods, supporting food waste reduction, sustainable consumption, and the development of healthier, economically viable food products.
Keywords: *Food waste reduction; Lumpiang Shanghai; Meat substitute; Okara; Sensory evaluation; Sustainable food development*

1. INTRODUCTION
Food waste has become a critical global concern, particularly in relation to the inefficient utilization of nutrient-rich by-products generated by the food processing industry. One such by-product is okara, the insoluble residue produced during soy milk and tofu manufacturing. Despite its high protein, dietary fiber, and micronutrient content, okara is commonly treated as

waste and discarded, contributing to environmental burdens and resource inefficiency. Addressing food waste through value-added product development has therefore gained increasing attention as a strategy to promote sustainable food systems and responsible consumption.

In the context of developing countries such as the Philippines, the underutilization of food by-products represents a missed opportunity to improve food sustainability and nutritional security. While international studies have demonstrated the successful incorporation of okara into baked goods, noodles, and meat analogues, its application in Filipino cuisine remains limited. Traditional Filipino dishes, which are deeply embedded in cultural practices and daily consumption, offer a practical platform for introducing sustainable ingredients without disrupting consumer familiarity. However, limited local research has examined the feasibility of integrating okara into commonly consumed Filipino foods.

Lumpiang Shanghai, a popular deep-fried spring roll widely served during Filipino gatherings and celebrations, presents strong potential for product innovation due to its broad consumer acceptance and adaptable formulation. Conventionally prepared using ground meat, Lumpiang Shanghai contributes to higher fat content and production costs while relying on animal-based protein sources. Substituting meat partially or entirely with okara may reduce food waste, lower production costs, and improve nutritional attributes, particularly dietary fiber content, while maintaining sensory appeal. Evaluating consumer acceptance of such reformulated products is essential to ensure market feasibility and cultural acceptability.

In line with the United Nations Sustainable Development Goals, particularly Goal 2 (Zero Hunger) and Goal 12 (Responsible Consumption and Production), the development of alternative protein sources from food by-products aligns with global efforts toward sustainability and food security. This study aims to develop an okara-based Lumpiang Shanghai and to evaluate its acceptability, sensory characteristics, intrinsic properties, and commercialization potential. By assessing different formulation ratios and consumer responses, this research seeks to contribute empirical evidence supporting the use of okara as a sustainable meat substitute in traditional Filipino food products.

2. MATERIAL AND METHODS

This study employed an experimental product development research design to develop and evaluate okara-based Lumpiang Shanghai as a potential meat substitute. The design focused on formulation development, sensory acceptability testing, intrinsic quality assessment, and feasibility evaluation for possible commercialization. Two product formulations were developed and compared to determine the effect of varying okara content on product quality and consumer acceptance.

Two formulations of Lumpiang Shanghai were prepared: Formulation 1 containing 50% ground pork and 50% okara, and Formulation 2 containing 100% okara as a complete meat replacement. The control formulation was adapted from a standard Lumpiang Shanghai recipe to ensure comparability. Okara was obtained from local tofu producers, drained to remove excess moisture, and incorporated with vegetables, seasonings, egg as a binder, and wrappers. All ingredients were measured accurately by weight to ensure consistency across batches. The

prepared lumpia were wrapped uniformly and deep-fried under controlled conditions until golden brown prior to evaluation.

Methods of Evaluation

The acceptability of the okara-based Lumpiang Shanghai was assessed using three sensory evaluation methods: preference test, affective test, and discrimination test.

Preference test required respondents to evaluate both formulations simultaneously and identify the product they preferred overall. This method was used to determine consumer choice between the two formulations.

Affective test measured the degree of liking for each formulation using a nine-point hedonic scale. Sensory attributes evaluated included appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability. Hedonic scores ranged from 1 (dislike extremely) to 9 (like extremely), allowing quantitative assessment of consumer acceptance.

Discrimination test was conducted to determine whether respondents could detect perceptible differences between the two formulations. This test supported the evaluation of sensory changes resulting from partial or full replacement of meat with okara.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Product Development and Feasibility

The product development of okara-based Lumpiang Shanghai focused on transforming a commonly discarded food by-product into a viable and sustainable meat substitute. Guided by established product development frameworks, the study evaluated the product in terms of formulation, technological feasibility, regulatory considerations, and financial practicality. Two formulations were developed to determine the optimal balance between sensory acceptability and sustainability.

Formulation 1, consisting of 50% pork and 50% okara, aimed to preserve the traditional sensory characteristics of Lumpiang Shanghai while reducing meat dependency. Formulation 2 utilized 100% okara as a complete meat substitute to maximize waste reduction and sustainability benefits. Both formulations were produced using standard food preparation techniques, requiring no specialized equipment, which supports their technological feasibility for small- to medium-scale production.

Feasibility assessment showed that both formulations complied with basic food safety and regulatory requirements. However, Formulation 1 demonstrated superior sensory acceptability and consumer preference, making it more commercially viable. Cost analysis further indicated that partial meat substitution using okara could reduce production costs while maintaining product quality.

Overall, the findings indicate that incorporating okara as a partial meat substitute offers a balanced approach to sustainability, consumer acceptance, and economic feasibility. This supports the potential commercialization of okara-based Lumpiang Shanghai as a value-added product aligned with sustainable food development goals.

Table 1. Comparison of Formulations

Criteria	Formulation 1 (50% Meat : 50% Okara)	Formulation 2 (100% Okara)	Observation	Feasibility Implication
Protein Source	Animal and plant-based	Plant-based only	Balanced protein profile in F1	F1 more acceptable
Sensory Acceptability	High	Moderate	F1 preferred by consumers	F1 suitable for market
Production Cost	Moderate	Low	F2 reduces meat cost	F2 cost-efficient
Sustainability	Moderate	High	F2 maximizes waste utilization	F2 eco-friendly
Commercial Viability	High	Moderate	F1 retains traditional quality	F1 market-ready

3.2 Product Acceptability

Product acceptability is a critical determinant of market success for newly developed food products, particularly those incorporating alternative ingredients. The acceptability of the okara-based Lumpiang Shanghai was evaluated through sensory analysis to determine consumer response to the developed formulations. Sensory attributes assessed included appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability, as these factors strongly influence consumer preference and purchasing decisions.

Table 2. Sensory Evaluation Mean Scores

Sensory Attribute	Formulation 1 (50% Meat : 50% Okara)	Formulation 2 (100% Okara)
Appearance	8.38	8.20
Flavor	8.28	7.60
Texture	8.08	7.62
Aftertaste	8.16	7.46
Overall Acceptability	8.46	7.84

Results of the sensory evaluation revealed that both formulations achieved high levels of acceptance among respondents. However, Formulation 1, containing 50% pork and 50% okara, consistently obtained higher mean scores across all evaluated attributes. The presence of meat alongside okara contributed to a more familiar flavor profile and improved mouthfeel, which aligned closely with traditional Lumpiang Shanghai characteristics.

Formulation 2, which utilized 100% okara as a meat substitute, also received favorable ratings, indicating that consumers were generally receptive to a fully plant-based alternative. Slightly lower scores in flavor and texture may be attributed to the absence of animal fat, which traditionally enhances juiciness and richness. Despite this, the formulation remained within the

'liked very much' range, demonstrating strong potential for health- and sustainability-focused markets.

Overall, the sensory evaluation confirms that incorporating okara into Lumpiang Shanghai does not compromise consumer acceptance. The findings suggest that partial substitution offers the most balanced approach, maintaining traditional sensory qualities while introducing sustainability benefits. These results support the viability of okara-based Lumpiang Shanghai as an acceptable alternative food product for commercial application.

3.3 Significant Differences Between Formulations

Determining significant differences between product formulations is essential in understanding how ingredient substitution affects sensory quality and consumer acceptance. In this study, statistical analysis was conducted to compare the sensory attributes of two okara-based Lumpiang Shanghai formulations. The evaluation focused on appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability to identify attributes significantly influenced by varying levels of okara.

Table 3. Significant Differences Between Formulations

Sensory Attribute	Formulation 1 Mean	Formulation 2 Mean	p-value	Interpretation
Appearance	8.38	8.20	0.1514	Not Significant
Flavor	8.28	7.60	0.0017	Significant
Texture	8.08	7.62	0.0058	Significant
Aftertaste	8.16	7.46	0.0016	Significant
Overall Acceptability	8.46	7.84	0.0006	Significant

Results showed that appearance did not significantly differ between the two formulations ($p > 0.05$), indicating that replacing meat with okara did not alter the visual characteristics of the product. Both formulations maintained the elongated shape and golden-brown color typical of traditional Lumpiang Shanghai, suggesting that okara substitution does not negatively impact product appearance.

In contrast, significant differences were observed in flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability ($p < 0.05$). Formulation 1 (50% meat and 50% okara) consistently received higher mean scores compared to Formulation 2 (100% okara). These differences may be attributed to the presence of animal fat and protein in Formulation 1, which enhanced flavor complexity, mouthfeel, and aftertaste. The absence of meat in Formulation 2 likely reduced richness and juiciness, affecting overall sensory perception.

The significant difference in overall acceptability highlights consumer preference for partial meat substitution rather than complete replacement. While Formulation 2 demonstrates potential as a plant-based alternative, Formulation 1 provides a more balanced product that meets consumer expectations while still promoting sustainability. These findings support the selection of Formulation 1 as the more feasible option for commercialization.

3.4 Intrinsic Food Components

The evaluation of intrinsic food components is essential in determining the safety, quality, and shelf-life stability of newly developed food products. Intrinsic properties such as pH, water activity, and nutritional composition directly influence microbial growth, chemical stability, and overall product acceptability. In this study, these parameters were analyzed to assess the suitability of okara-based Lumpiang Shanghai for consumption and potential commercialization.

Table 4. Intrinsic Components of Okara-Based Lumpiang Shanghai

Parameter	Measured Value	Implication on Product Quality
pH	6.15	Classified as low-acid food; requires cold storage
Water Activity (aw)	0.84	Supports microbial growth; limits shelf stability
Energy	85.96 kcal per piece	Moderate caloric value
Protein	Enhanced	Supports muscle development and satiety
Dietary Fiber	4.16 g per piece	Improves digestion and gut health
Fat	4.43 g per piece	Lower fat content than traditional formulation
Cholesterol	7.36 mg per piece	Reduced animal fat contribution
Sodium	89.19 mg per piece	Requires moderation for sodium-sensitive consumers

The pH level of the developed okara-based Lumpiang Shanghai averaged 6.15, classifying the product as a low-acid food. Foods within this pH range are more susceptible to microbial growth if not properly processed or stored. As a result, appropriate preservation methods, such as refrigeration or freezing, are necessary to ensure product safety and quality. Maintaining pH within acceptable limits also helps preserve flavor and textural integrity.

Water activity analysis revealed an average value of 0.84, indicating moderate moisture availability within the product. This level of water activity supports microbial survival, highlighting the importance of controlled storage conditions. While the moisture contributes to the desirable tender interior of Lumpiang Shanghai, improper handling may lead to spoilage, texture degradation, and reduced shelf life.

Nutritional

Nutritional analysis demonstrated that the incorporation of okara enhanced the dietary fiber and protein content of the product while reducing fat and cholesterol levels compared to traditional Lumpiang Shanghai. The product also provided essential minerals such as calcium and iron. However, sodium content and the presence of allergens, particularly soy and eggs, must be clearly declared on product labeling. Overall, the intrinsic food component analysis confirms that okara-based Lumpiang Shanghai offers nutritional advantages while requiring proper storage and handling to maintain safety and quality.

3.5 Packaging and Commercial Viability

Packaging plays a vital role in maintaining food quality, safety, and market appeal, particularly for products with moderate moisture content and high protein levels. The okara-based Lumpiang Shanghai exhibits intrinsic properties such as neutral pH and moderate water activity, which make it susceptible to microbial growth if improperly handled. Therefore, appropriate packaging systems are essential to protect the product from oxygen, moisture, and physical damage during storage and distribution.

Based on the intrinsic characteristics of the product, vacuum-sealed Nylon/PE packaging was identified as the most suitable option for frozen storage and commercialization. This packaging material provides an effective barrier against oxygen and moisture, thereby reducing oxidation, microbial spoilage, and moisture migration. Vacuum sealing also helps preserve product texture, nutritional quality, and sensory attributes during extended frozen storage.

For ready-to-eat or freshly fried applications, ventilated food-grade paper packaging with grease-resistant lining was deemed appropriate. This packaging allows steam to escape, preventing sogginess while maintaining the crispness expected of Lumpiang Shanghai. Clear labeling, including ingredient lists, allergen warnings, storage instructions, and expiration details, is necessary to ensure regulatory compliance and consumer awareness.

From a commercial standpoint, the selected packaging options are cost-effective, readily available, and compatible with small- to medium-scale food production. Combined with freezing at −18°C and optional pre-frying, these packaging strategies support extended shelf life, product safety, and distribution efficiency. Overall, the packaging and preservation methods enhance the commercial viability of okara-based Lumpiang Shanghai while maintaining quality and supporting sustainable food practices.

Table 5. Packaging and Commercial Assessment

Assessment Criteria	Packaging Option	Function	Commercial Implication
Frozen Storage	Vacuum-sealed Nylon/PE pouch	Prevents oxygen and moisture exposure	Extends shelf life and reduces spoilage
Fresh Consumption	Ventilated food-grade paper box	Releases steam and absorbs oil	Maintains crispness and product appeal
Preservation Method	Freezing at −18°C	Inhibits microbial growth	Ensures product safety during storage
Labeling	Printed laminated pouch	Provides product and allergen information	Improves consumer trust and marketability
Cost Efficiency	Standard packaging materials	Low production and material cost	Suitable for small-scale commercialization

CONCLUSIONS

This study demonstrated the feasibility of utilizing okara, a nutrient-rich by-product of soy processing, as a meat substitute in the development of Lumpiang Shanghai. Through experimental product development, two formulations were evaluated to determine their acceptability, intrinsic quality, and commercial potential. The findings confirm that okara can be successfully incorporated into a traditional Filipino food product, contributing to food waste reduction while supporting sustainable and responsible food consumption.

Sensory evaluation results indicated that both formulations were generally well accepted by consumers; however, the formulation containing 50% pork and 50% okara consistently achieved higher mean scores in flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability. Statistical analysis further revealed significant differences in these attributes, while no significant difference was observed in appearance. These results suggest that partial meat substitution offers an optimal balance between maintaining traditional sensory characteristics and introducing sustainability-driven innovation.

Analysis of intrinsic food components showed that the okara-based Lumpiang Shanghai is classified as a low-acid food with moderate water activity, highlighting the need for appropriate preservation methods such as refrigeration or freezing. Nutritional evaluation demonstrated enhanced dietary fiber and protein content, along with reduced fat and cholesterol levels compared to conventional formulations, indicating improved nutritional value. However, attention must be given to sodium content and allergen declaration to ensure consumer safety and regulatory compliance.

From a commercial perspective, the study confirmed that the product is technologically and economically feasible for small- to medium-scale production. The use of vacuum-sealed Nylon/PE packaging combined with frozen storage was identified as the most effective strategy to maintain product quality and extend shelf life. Overall, the findings support the potential commercialization of okara-based Lumpiang Shanghai, particularly using partial meat substitution, as a sustainable, nutritious, and culturally acceptable food product. This study contributes to the growing body of research on value-added utilization of food by-products and provides a practical framework for developing sustainable alternatives within traditional cuisines.

REFERENCES

Alejandrino, A. P. (2020). Kamayan. Manila, Philippines.

Akram, K., & Shah, M. A. (2023). Valorization and food applications of okara (soybean residue): A concurrent review. Food Science & Nutrition, 11(7), 3631–3640. https://doi.org/10.1002/fsn3.3353

Asokapandian, S., Swamy, G. J., & Hajjul, H. (2020). Deep fat frying of foods: A critical review on process and product parameters. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60(20), 3400–3413. https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1688321

Chang, C., Wu, G., Zhang, H., Jin, Q., & Wang, X. (2020). Deep-fried flavor: Characteristics, formation mechanisms, and influencing factors. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60(9), 1496–1514. https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1575828

Colletti, A., Attrovio, A., Boffa, L., Mantegna, S., & Cravotto, G. (2020). Valorisation of by-products from soybean (Glycine max (L.) Merr.) processing. Molecules, 25(9), 2129. https://doi.org/10.3390/molecules25092129

Dobarganes, C., Márquez-Ruiz, G., & Velasco, J. (2000). Interactions between fat and food during deep-frying. European Journal of Lipid Science and Technology, 102(8–9), 521–528.

Guimarães, R. M., Silva, T. E., Lemes, A. C., Boldrin, M. C. F., da Silva, M. A. P., Silva, F. G., & Egea, M. B. (2018). Okara: A soybean by-product as an alternative to enrich vegetable paste. LWT - Food Science and Technology, 92, 593–599. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.058

Kamble, D. B., & Rani, S. (2020). Bioactive components, in vitro digestibility, microstructure and application of soybean residue (okara): A review. Legume Science, 2(1), e32. https://doi.org/10.1002/leg3.32

Kuen, N. H., Hamid, M. A., Mamat, H., Akanda, J. H., & Ahmad, F. (2017). Effect of chickpea and okara composite flours on the quality of instant noodles. Proceedings of the 1st International Conference on Social, Applied Science and Technology in Home Economics (ICONHOMECS 2017), 179–190. https://doi.org/10.2991/iconhomecs-17.2018.38

Lesa, K. N., Ahmad, N., Mayangsari, Y., Khandaker, M. U., Iqbal, F. M. R., Nur Fibri, D. L., & Hassan, M. M. (2023). Health benefits of okara for the management of diabetes mellitus. Journal of Food Quality, 2023, 5540118. https://doi.org/10.1155/2023/5540118

Nguyen, L. T., Nguyen, T. H., Nguyen, L. T., Kamoshita, S., Tran, T. P., Le, H. T., Shimura, S., & Yamamoto, S. (2019). Effects of dietary fiber from okara on glycemic control. Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 65(1), 60–65.

Park, J., Choi, I., & Kim, Y. (2015). Cookies formulated from fresh okara using starch, soy flour and hydroxypropyl methylcellulose have high quality and nutritional value. LWT - Food Science and Technology, 63(1), 660–666. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.054

MODELING THE HEAT TRANSFER PERFORMANCE OF CARREAU-YASUDA NANOFLUID CONTAINING GYROTACTIC MOTILE MICROORGANISMS ON A POROUS MEDIUM IN BIOCONVECTION FLOW USING MACHINE LEARNING

Andaç Batur ÇOLAK
Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Computer and Information Sciences, Department of Information Systems and Technologies, 51240 Niğde
ORCID: 0000-0001-9297-8134

ABSTRACT
This study addresses the critical challenge of accurately modeling heat and mass transfer in complex Carreau-Yasuda nanofluid systems containing gyrotactic motile microorganisms within porous media. These systems are vital for various industrial, biomedical, and environmental applications, but their intricate nonlinear dynamics make traditional analytical and numerical methods computationally expensive and often insufficient. To overcome this, two distinct Artificial Neural Network models were developed, utilizing a multilayer perceptron architecture trained with the Bayesian Regularization algorithm. The first model, predicting the Local Nusselt Number, achieved exceptional accuracy with a coefficient of determination of 0.97199 and a remarkably low average margin of deviation of 0.33%. The second model, estimating the Local Sherwood Number, demonstrated even greater precision, yielding a coefficient of determination value of 0.99626 and an outstanding average margin of deviation of 0.23%. These results indicate a strong and precise agreement between the models' predictions and actual values. The work demonstrates the high accuracy and robust predictive capabilities of machine learning for complex nanofluid systems, offering a novel, experimentally anchored approach to understanding and optimizing their performance.
Keywords: Carreau-Yasuda Nanofluid, Bioconvection, Gyrotactic Motile Microorganisms, Artificial Neural Networks, Heat and Mass Transfer

1. INTRODUCTION
The study of heat and mass transfer in nanofluids has garnered significant attention due to its extensive applications in industrial, biomedical, and environmental systems. Nanofluids, which consist of base fluids enhanced with nanoscale particles, exhibit superior thermal conductivity and enhanced transport phenomena compared to conventional fluids. When these fluids are non-Newtonian and involve additional complexities (such as porous media, magnetic fields, and motile microorganisms) the dynamics become considerably more intricate, reflecting realistic engineering and biophysical environments. In particular, bioconvection induced by gyrotactic motile microorganisms has emerged as a critical phenomenon in enhancing the mixing and transport efficiency of nanofluids, especially in microfluidic devices and bio-reactor systems. Furthermore, modeling the behavior of such fluids often requires coupling fluid mechanics with bio-convective and thermal transport models, frequently leading to nonlinear governing equations. These complex interactions have prompted researchers to investigate various fluid models, boundary conditions, and external effects to understand the behavior and control of such systems. Accordingly, numerous studies have been conducted in the literature to explore these coupled physical effects in nanofluid flows, offering diverse analytical and numerical insights, as summarized in the following section.
Waqas et al. [1] studied the flow of Sutterby nanofluid with applied magnetic field and convective boundary aspects, specifically two coaxially rotating stretching disks. Nanofluids

were a combination of simple fluids and small particles, with nanomaterials playing a significant role in thermal transport. The study focused on non-Newtonian base fluids, specifically the Sutterby model, and considered non-uniform thermal conductivity, nonlinear thermal radiation, and bioconvection of motile microorganisms. The study upgraded PDEs into non-linear ordinary differential equations using similarity transformation and MATLAB computational software. The study found that flow speed increases with mixed convection parameters, but retards with magnetic field parameters and bioconvection Rayleigh number. Fluid temperature also increased with thermal conductivity, thermophoresis, temperature ratio, and Biot number. Iqbal et al. [2] studied the impact of mass and heat transfer on the Magnetohydrodynamics (MHD) bioconvective peristaltic transport of Powell-Eyring nanofluid through a curved channel with a radius-dependent magnetic field. They considered various factors such as modified Darcy's law, Ohmic heating, motile gyrotactic microorganisms, thermal radiation, variable properties, Brownian and thermophoresis motion, velocity, and thermal slip conditions. The study found that motile microorganisms enhance nanoparticle stability and heat transfer. The study also found that increasing radiation and viscosity parameters reduced nanofluid temperature, while heat transfer rates were enhanced by improving heat source/sink and Powell-Eyring fluid parameters. The study also found that increasing curvature and Hartman number reduced nanofluid axial velocity, concentration distribution improved, and mass transfer rates slightly improved. Muhammad et al. [3] studied the flow characteristics of Jeffrey nanofluid, considering activation energy, motile microorganisms, and magnetic field. They demonstrated the nanofluid's properties through thermophoresis and Brownian motion characteristics, which are relevant in mass transport processes in higher temperature gradient operating systems. The study used MATLAB to integrate dimensionless equations and the bvp4c scheme to find solutions. Results showed that buoyancy ratio and bioconvection Rayleigh number play a significant role in the declining flow of Jeffery nanofluid. Temperature increased with larger variations in heat sink/source parameters and thermophoresis parameter, while the concentration of nanoparticles decreased with higher values of Prandtl number, Lewis number, and Brownian motion. Zafar et al. [4] conducted a study on mixed convective Carreau fluid flow involving gyrotactic microorganisms and the Darcy Forchheimer effect over a Riga sheet. They used the Cattaneo-Christov dual diffusive to study thermal and concentration dynamics. The study analyzed nanoparticles under both passive and active control, considering Brownian motion, thermophoresis, and thermal radiation. The results showed that increasing the Schmidt number and solutal relaxation parameter reduced concentration profiles for both active and passive nanoparticle control. Additionally, higher fluid parameters and Hartmann number increased fluid velocity. The study's results showed excellent agreement with previous findings. Shateri et al. [5] studied bioconvection in a magnetized Casson-Maxwell nanofluid with gyrotactic microorganisms using the Buongiorno model. The study found that increasing the magnetic parameter reduced the velocity gradient near the surface by 20%, while higher porosity decreased flow velocity by 15% due to increased medium resistance. Radiation and heat generation parameters enhanced temperature profiles, while higher chemical reaction rates and Schmidt number reduced concentration profiles by 18% near the surface. The Peclet number decreased microorganism density by 25%, balancing advective and diffusive transport. The study provided valuable insights into bioconvection in reactive nanofluid systems for thermal management systems, bioreactors, and energy devices. Alrawashdeh et al. [6] studied the impact of heat generation on the chemical radiative flow of a trihybrid nanofluid across a Riga plate, incorporating thermophoresis and electrophoresis into the concentration equation. They found that gyrotactic

and oxytactic bacteria in the chemically reactive flow of trihybrid nanofluids significantly impacted wastewater treatment. These bacteria supported microbially driven purification processes and played a critical role in biodegradation and pollution removal. The study suggests that using the modified Hamilton-Crosser model can improve bioreactor efficiency and lead to more effective and sustainable wastewater treatment systems.

In recent years, the integration of machine learning techniques into fluid mechanics and heat transfer studies has emerged as a powerful approach to model and predict complex transport phenomena. Conventional analytical and numerical methods often struggle with the nonlinearities and multiscale interactions inherent in non-Newtonian fluid flows, particularly those involving porous media, bioconvection, and gyrotactic motile microorganisms. In contrast, machine learning algorithms have shown significant promise in approximating solutions to high-dimensional, nonlinear differential equations with improved speed, accuracy, and generalizability. These data-driven approaches not only enhance the understanding of underlying physical processes but also enable efficient parameter estimation, real-time prediction, and optimization in systems where traditional modeling is computationally expensive or analytically intractable. As a result, a growing body of research has emerged that applies machine learning to nanofluid dynamics, focusing on thermal performance, microorganism behavior, and flow characteristics under various physical constraints. The following section provides a detailed review of such studies, highlighting key advancements in the application of machine learning to bioconvective nanofluid systems.

Iqbal et al. [7] developed a numerical computation for MHD bioconvection peristaltic propulsion of Reiner-Philippoff nanofluid with porous media and gyrotactic microorganisms. They developed a novel mathematical model that incorporates slip conditions, Darcy-Forchheimer phenomena, radius-dependent magnetic field, Ohmic heating, Brownian motion, and heat dissipation effects. The model was made more realistic by including heat generation due to radiation. The leading equations were simplified using lubrication theory and tackled using MATLAB and an Artificial Neural Network (ANN) algorithm. The model's consistency was confirmed by evaluating accuracy, precision, and convergence. The study found that ANN was the fastest and most efficient method for accurately estimating velocity, concentration, temperature, and gyrotactic microorganism profiles in peristaltic propulsion. The reliability and efficacy of the model were verified through error histogram, performance, regression analysis, correlation index, and fitness curves based on Mean Squared Error (MSE). Abdal et al. [8] studied Casson fluid three-dimensional laminar steady flow across an expanding layer, including Cattaneo-Christov and magnetohydrodynamic impact. They used a similarity transformation to solve coupled ordinary differential equations, which were numerically solved using bvp4c in MATLAB. The study used ANN-based Levenberg-Marquardt scheme and machine learning-based linear regression model to analyze the interactions between important parameters and fluid behavior. The velocity profile showed a reduction with an increase in Casson fluid parameter, indicating higher resistance to deformation. The concentration profile showed a reduction with an increase in Lewis number, indicating lower mass transfer rates due to dominant thermal diffusion. The study integrates a numerical approach with machine learning to provide techniques for forecasting and deeper knowledge of complex fluid dynamics for various practical engineering and research objectives. Ali et al. [9] studied magneto Williamson twophase nanofluid using ANNs, considering chemical reactions and gyrotactic motile microorganism motion. They found that fluid flow behavior was influenced by chemical reactions, magnetic effects, Brownian motion, and thermophoresis. Non-Newtonian fluids had enhanced thermal transmission due to their tendency to thin under shear, increased turbulence,

and superior convective heat transfer. The study also assessed epidermis friction, Nusselt and Sherwood numbers, and the quantity of motile microorganisms. The study found that suction or injection parameter and Prandtl number have an inverse relation with fluid temperature, while thermophoretic parameters have a direct relation.

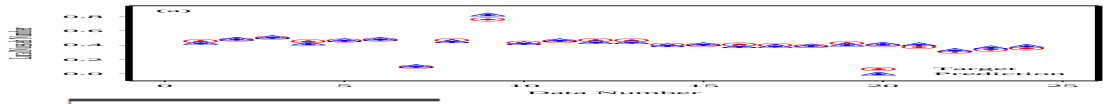
While previous studies have extensively explored the behavior of various non-Newtonian nanofluids in the presence of bioconvection, gyrotactic microorganisms, magnetic fields, and porous media, most of these investigations have been limited to idealized geometries and theoretical models solved using classical numerical techniques. A significant portion of the literature has focused on solving modified partial differential equations under predefined boundary conditions using similarity transformations, with relatively less emphasis on the real-world integration of experimental data or the practical applicability of the models. Moreover, although machine learning has recently been incorporated into fluid flow modeling, these applications have largely involved synthetic or simulation-based datasets, and have often been confined to evaluating a narrow set of thermophysical parameters. The novelty of the present study lies in its integration of a real experimental dataset into a Carreau-Yasuda nanofluid model containing gyrotactic motile microorganisms in a porous medium, which is then analyzed using advanced machine learning algorithms. Unlike previous works, this approach enables the development of a data-driven, predictive model grounded in experimentally validated conditions, thereby bridging the gap between theoretical formulations and real-world energy systems. This study offers a new perspective by combining bio-convective transport phenomena with experimentally anchored machine learning modeling, addressing a critical gap in the literature concerning the practical implementation and predictive accuracy of machine learning-assisted nanofluid systems.

2. DATA PROCESSING

The dataset used in this study was obtained from a study by Waqas et al. [10]. A total of 24 datasets were used for the first model developed to estimate the Local Nusselt Number. A total of 18 datasets were obtained for the second model developed to estimate the Local Sherwood Number.

3. MACHINE LEARNING MODEL

Two separate ANN models were developed to estimate the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number values. The developed models used a multilayer perceptron (MLP) architecture. In the first model developed to estimate the Local Nusselt Number value, Buoyancy ratio parameter, Bioconvection Rayleigh number, Thermal Biot number, Prandtl number, Brownian motion parameter, Thermophoresis parameter, Radiation parameter and Lewis number values were defined as input parameters and the Local Nusselt Number value was obtained in the output layer. In the second network model developed to estimate the Local Sherwood Number value, Buoyancy ratio parameter, Bioconvection Rayleigh number, Concentration Biot number, Prandtl number, Brownian motion parameter and Thermophoresis parameter values were defined as input parameters and the Local Sherwood Number value was obtained depending on these values. The Bayesian Regularization training algorithm was used in both models. 70% of the data was allocated for training the models and 30% for testing. The MSE, coefficient of determination (R), and margin of deviation (MoD) values were used as performance parameters for the models. The equations used to calculate the performance metrics are given below:



$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(X_{targ(i)} - X_{pred(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^{N}\left(X_{targ(i)}\right)^2}} \quad (2)$$

$$MoD\ (\%) = \left[\frac{X_{targ} - X_{pred}}{X_{targ}}\right] x\ 100 \quad (3)$$

4. RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 visually presents the performance of the two distinct ANN models developed in this study, illustrating their predictive accuracy for the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number. These models utilized an MLP architecture and were trained using the Bayesian Regularization algorithm. The subplot in Figure 1(a) displays a comparative analysis between the Target (actual) values and the Prediction (model-estimated) values for the Local Nusselt Number across various data points. The visual representation in Figure 1(a) indicates a strong agreement between the target and predicted values, with the "Target" and "Prediction" lines closely tracking each other. This close alignment is quantitatively supported by the reported performance metrics for this model: an R of 0.97199 and an MSE of 4.68E-04. The high R-value, being very close to 1, signifies that the model can explain approximately 97.2% of the variance in the Local Nusselt Number data, indicating excellent predictive capability. For this model, the input parameters included the Buoyancy ratio, Bioconvection Rayleigh number, Thermal Biot number, Prandtl number, Brownian motion parameter, Thermophoresis parameter, Radiation parameter, and Lewis number.

Similarly, Figure 1(b) illustrates the comparison between the Target (actual) values and the Prediction (model-estimated) values for the Local Sherwood Number. The plot reveals an even more precise correlation between the target and predicted values for the Local Sherwood Number, as evidenced by the lines almost perfectly overlapping. This exceptional performance is quantitatively confirmed by the model's metrics: a remarkably high R of 0.99626 and a very low MSE of 5.66E-05. An R-value nearing 0.996 indicates that the model explains over 99.6% of the variability in the Local Sherwood Number, demonstrating outstanding accuracy and reliability. The input parameters defined for this second network model were the Buoyancy ratio parameter, Bioconvection Rayleigh number, Concentration Biot number, Prandtl number, Brownian motion parameter, and Thermophoresis parameter. In summary, Figure 1, in conjunction with the quantitative performance metrics detailed in the results, provides compelling visual evidence of the high accuracy and robust predictive capabilities of the developed ANN models for both the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number. The close concordance between the target and predicted values across both subplots underscores the effectiveness of the machine learning approach in modeling the complex heat transfer performance of Carreau-Yasuda nanofluid systems.

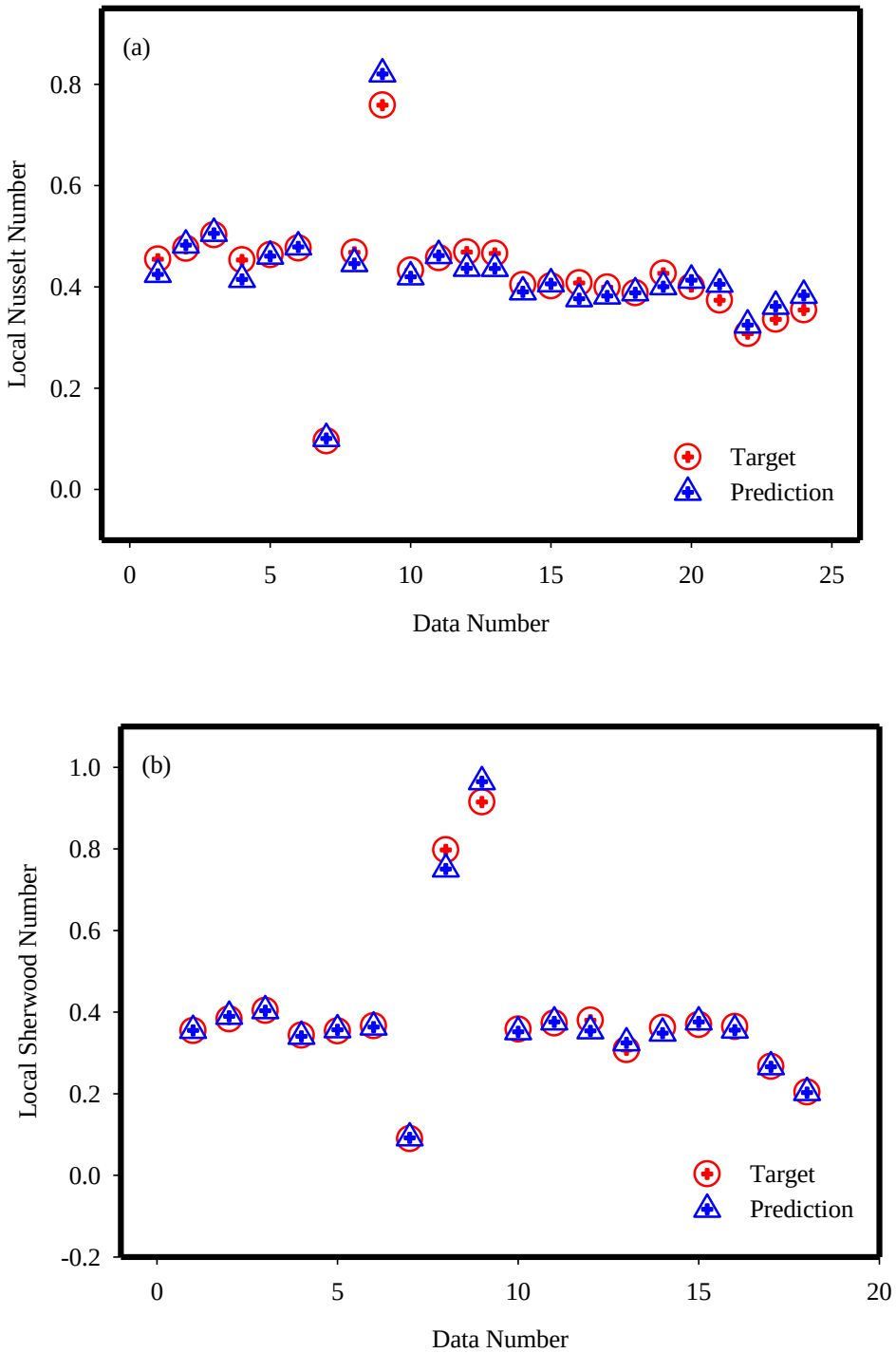


Figure 1. Performance of ANN Models for Predictive Accuracy

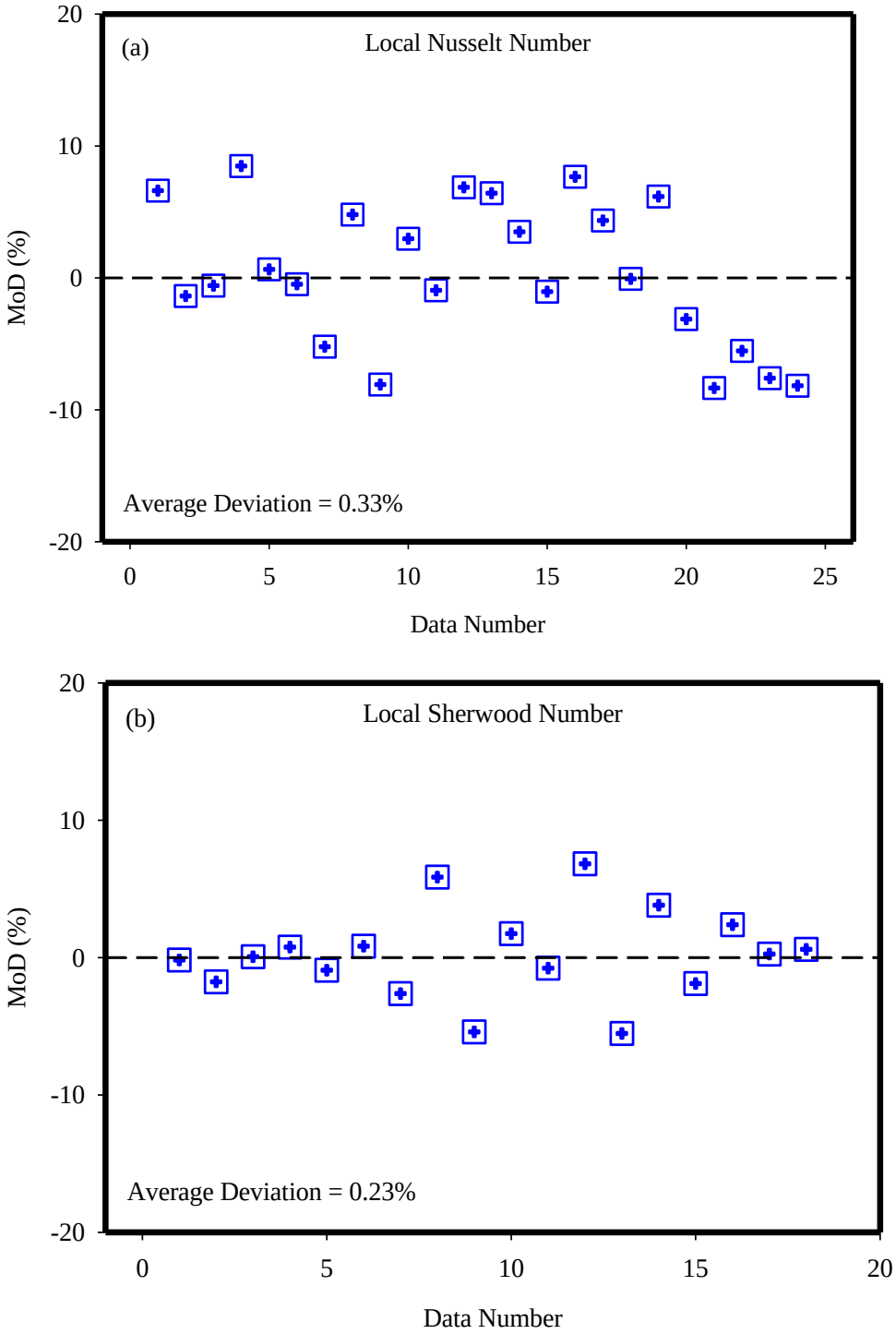


Figure 2. MoD Analysis of ANN Model Performance

Figure 2 complements Figure 1 by visually presenting the MoD for the two ANN models developed in this study, which predict the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number, respectively. The MoD provides an insight into the percentage difference between the predicted

and actual values, offering a direct measure of the models' accuracy and reliability across individual data points.

The subplot Figure 2(a) illustrates the distribution of the MoD for the Local Nusselt Number model. Each point on the plot represents the percentage deviation of a predicted value from its corresponding target value for a specific data point. The graph shows that most of the data points for the Local Nusselt Number fall within a narrow range around 0% deviation, indicating that the predictions are generally very close to the actual values. Quantitatively, the average MoD for Model 1 (Local Nusselt Number) is reported as 0.33%. This exceptionally low average deviation signifies that, on average, the model's predictions for the Local Nusselt Number vary by less than half a percent from the actual values. This further reinforces the high accuracy previously observed with the R-value of 0.97199 and MSE of 4.68E-04 for this model. The minimal deviations, as seen in the plot, confirm the model's strong predictive capability and consistency across the dataset.

Figure 2(b) displays the MoD for the Local Sherwood Number model. Similar to Figure 2(a), this plot visualizes the individual percentage deviations between predicted and target values. The plot demonstrates an even tighter clustering of data points around the 0% deviation line compared to Figure 2(a), suggesting a higher degree of precision for this model. The quantitative performance metrics confirm this observation, with the average MoD for Model 2 (Local Sherwood Number) being an outstanding 0.23%. This even lower average deviation indicates that the predictions for the Local Sherwood Number are, on average, almost perfectly aligned with the actual values. This remarkable accuracy is consistent with the model's very high R of 0.99626 and extremely low MSE of 5.66E-05. The visual representation in Figure 2(b) clearly underscores the exceptional reliability and minimal error associated with this model's predictions.

In conclusion, Figure 2, along with the reported average MoD values, provides critical evidence of the robustness and high predictive accuracy of both developed ANN models. The consistently low margin of deviation for both the Local Nusselt Number and Local Sherwood Number models demonstrates their ability to make precise predictions, thereby validating the effectiveness of the machine learning approach in modeling the complex heat transfer performance of Carreau-Yasuda nanofluid systems. The visual confirmation of minimal errors in Figure 2 further strengthens the findings from Figure 1 and the statistical performance metrics.

5. CONCLUSION

This study successfully addressed the critical challenge of accurately modeling complex heat and mass transfer phenomena in Carreau-Yasuda nanofluid systems containing gyrotactic motile microorganisms within porous media. The intricate, nonlinear dynamics of these systems often render traditional analytical and numerical methods computationally expensive and insufficient for practical applications. To overcome these limitations, the research leveraged the advanced capabilities of machine learning, developing two distinct ANN models. Both ANN models employed an MLP architecture and were trained using the Bayesian Regularization algorithm. The first model, designed to predict the Local Nusselt Number, demonstrated high accuracy with an R of 0.97199 and a remarkably low average MoD of 0.33%. The second model, which estimated the Local Sherwood Number, exhibited even greater precision, achieving an R-value of 0.99626 and an outstanding average MoD of 0.23%. In conclusion, this research unequivocally demonstrates the effectiveness of machine learning as a powerful tool for understanding and optimizing the complex heat and mass transfer performance in Carreau-

Yasuda nanofluid systems. The novelty of incorporating real experimental data significantly enhances the practical applicability and reliability of the predictions, offering a new perspective and addressing a critical gap in the literature concerning the practical implementation of machine learning-assisted nanofluid systems. This work provides a validated, data-driven framework for future investigations and engineering applications involving similar complex fluid dynamics.

ACKNOWLEDGEMENT

The author thanks Waqas et al. [10] for their contributions.

DECLARATION OF GENERATIVE AI AND AI-ASSISTED TECHNOLOGIES IN THE WRITING PROCESS

The NotebookLM software was used solely to enhance language quality and readability, with due caution. Following its use, the author carefully reviewed and edited the content as necessary and takes full responsibility for the final version of the publication.

NOMENCLATURE

ANN	Artificial neural network
MLP	Multilayer perceptron
MoD	Margin of Deviation (%)
MSE	Mean squared error
R	Coefficient of determination
Subscripts	
pred	Prediction
targ	Target

REFERENCES

[1] H. Waqas, U. Farooq, T. Muhammad, S. Hussain, I. Khan, Thermal effect on bioconvection flow of Sutterby nanofluid between two rotating disks with motile microorganisms, Case Studies in Thermal Engineering 26 (2021) 101136.

[2] J. Iqbal, F.M. Abbasi, M. Alkinidri, H. Alahmadi, Heat and mass transfer analysis for MHD bioconvection peristaltic motion of Powell-Eyring nanofluid with variable thermal characteristics, Case Studies in Thermal Engineering 43 (2023) 102692.

[3] T. Muhammad, H. Waqas, U. Manzoor, U. Farooq, Z.F. Rizvi, On doubly stratified bioconvective transport of Jeffrey nanofluid with gyrotactic motile Microorganisms, Alexandria Engineering Journal 61 (2022) 1571–1583.

[4] S.S. Zafar, A. Zaib, F. Ali, M. Faizan, U. Khan, E.S.M. Sherif, I. Pop, Dynamics of active and passive control on bioconvection Carreau nanofluid with thermal radiation and Cattaneo-Christov double-diffusion effects, Journal of Radiation Research and Applied Sciences 18 (2025) 101336.

[5] A. Shateri, A.M. Ganji, P. Jalili, B. Jalili, D.D. Ganji, Utilizing Python for numerical analysis of bioconvection in magnetized Casson-Maxwell nanofluid systems with gyrotactic microorganisms: An investigation of dominant factors, Results in Engineering 25 (2025) 103760.

[6] A.I. Alrawashdeh, J. Younis, T.K. Ibrahim, S. Shomurotova, H.A.L. Garalleh, H.M. Ghazi, M. Abbas, Significance of gyrotactic and oxytactic microorganisms in chemical reactive flow of trihybrid nanofluid using classical and modified hamilton-crosser model, International Journal of Thermofluids 27 (2025) 101188.

[7] J. Iqbal, F.M. Abbasi, Integration of artificial neural network computing for radially magnetized bioconvection peristaltic movement of Reiner-Philippoff nanofluid with porous medium, Journal of Molecular Liquids 419 (2025) 126783.

[8] S. Abdal, T. Taha, N.A. Shah, S.J. Yook, Machine learning study for three-dimensional magnetohydrodynamics Casson fluid flow with Cattaneo-Christov heat flux using linear regression technique: Application in engineering science and technology, Engineering Applications of Artificial Intelligence 156 (2025) 111159.
[9] A. Ali, Z. Khan, M.B. Riaz, D. Gurram, M. Sun, A. Thaljaoui, Neural network analysis of bioconvection effects on heat and mass transfer in Non-Newtonian chemically reactive nanofluids, Case Studies in Thermal Engineering 64 (2024) 105534.
[10] H. Waqas, U. Farooq, S.A. Khan, H.M. Alshehri, M. Goodarzi, Numerical analysis of dual variable of conductivity in bioconvection flow of Carreau–Yasuda nanofluid containing gyrotactic motile microorganisms over a porous medium, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 145 (2021) 2033-2044.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODELING OF BIOCONVECTIVE RADIATIVE CASSON FLUID FLOW OVER MULTIPLE GEOMETRIES USING BAYESIAN REGULARIZATION

Andaç Batur ÇOLAK
Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Computer and Information Sciences, Department of Information Systems and Technologies, 51240 Niğde
ORCID: 0000-0001-9297-8134

ABSTRACT
This study presents a high-precision Artificial Neural Network model using a Multilayer Perceptron architecture to analyze the bioconvective flow of a radiative, chemically reactive Casson fluid over a cone, plate, and wedge. The model integrates nine dimensionless input parameters including the thermophoresis parameter, Biot number, and Peclet number to predict friction factor coefficients and local Sherwood numbers. The Bayesian Regularization algorithm was employed to optimize the training process with 30 neurons in the hidden layer. Statistical evaluations revealed exceptional accuracy, with the coefficient of determination reaching 0.99675 for training and 0.99156 for testing. Furthermore, Mean Squared Error values were minimized to 7.59E-04 and 2.56E-03, respectively. The findings confirm that the improved Artificial Neural Network model serves as a robust, computationally efficient alternative to traditional numerical solvers.
Keywords: Artificial Neural Network; Casson fluid; Gyrotactic microorganisms; Bayesian Regularization; Cattaneo–Christov heat flux

1. INTRODUCTION
The analysis of non-Newtonian substances, particularly Casson fluids, received extensive attention in the fields of aerospace engineering, pharmaceutical manufacturing, and food technology due to their complex shear-stress relationships. These fluids demonstrated nonlinear flow characteristics and high viscosity at low shear rates, necessitating sophisticated mathematical frameworks to accurately describe their momentum and thermal transport properties across various geometries such as cones, wedges, and plates. Furthermore, the incorporation of bioconvection involving gyrotactic microorganisms introduced significant complexities into fluid dynamics research, as the collective motion of these biological entities influenced concentration density and mass transfer rates in biotechnological systems and industrial processes. Although traditional investigations relied on computationally demanding numerical simulations and similarity transformations to resolve these nonlinear interactions, the recent application of advanced artificial intelligence techniques, such as multilayer perceptron architectures, provided a robust and efficient methodology for the rapid and precise prediction of critical fluid characteristics.
Dharmaiah et al. [1] explored the physical traits of gyrotactic microorganisms and Cattaneo-Christov radiative flux over permeable cone and wedge geometries. The researchers employed a shooting method with the MATLAB boundary value problem solver four C to analyze the flow, finding that fluid velocity increased with the local Weissenberg number while concentration density decreased with a higher Lewis number. These findings provided insights into optimizing biofuel production and the synthesis of various enzymes and compounds. Okasha et al. [2] investigated the consequences of thermal radiation and Stefan blowing on the Marangoni convective flow of a sodium alginate-based ternary hybrid nanoliquid over a

permeable stretching sheet. The team utilized similarity transformations to convert governing equations into nonlinear ordinary differential equations, observing that temperature and concentration profiles intensified alongside increased thermal radiation and solutal distribution values. This study offered significant design assistance for microfluidic devices and electronic cooling systems requiring precise thermal regulation. Shah et al. [3] analyzed thermal energy and heat production within a Falkner-Skan Sutterby fluid moving along a wedge surface under the influence of the Cattaneo-Christov heat and mass flux model. The investigators solved the governing nonlinear differential equations via the Fourth Order Runge-Kutta method and determined that the Nusselt number decreased four point two percent and three point five percent in response to thermophoresis and Brownian motion parameters. The results suggested practical applications for enhancing pipeline flow and industrial coating operations.

Aziz et al. [4] conducted a computational assessment of heat source and sink influences on a ternary hybrid nanofluid flow over a stretching surface incorporating the Cattaneo-Christov heat flux. The researchers applied similarity transformations and a shooting technique with the MATLAB boundary value problem solver four C, revealing that thermal radiation intensified fluid temperature while the Cattaneo-Christov model effectively moderated the thermal response. This investigation provided essential data for managing high-performance heat transfer fluids in various engineering systems. Galal et al. [5] examined the impact of Marangoni convection on the thermal radiation flow of a trihybrid nanofluid containing oxytactic and gyrotactic microorganisms across a disk. By utilizing the Cattaneo-Christov law and solving the resulting ordinary differential equations through the shooting method, the study established that the flow field increased with the Marangoni convection factor whereas thermal and concentration fields declined with higher relaxation parameters. Such insights supported the optimization of cooling performance in electronic devices and power plants. Khedher et al. [6] researched the significance of thermal radiation and heat generation on a dusty Sutterby hybrid nanofluid using the Cattaneo-Christov heat flux model. The authors integrated an artificial neural network (ANN) with the Levenberg-Marquardt algorithm to calibrate the data-driven methodology, achieving accuracy levels between ten to the power of negative seven and ten to the power of negative nine. The study concluded that this artificial intelligence approach was highly effective for designing smart materials and efficient heat exchangers in aeronautical engineering.

Farooq et al. [7] performed a numerical simulation of a water-based titanium dioxide and silicon dioxide hybrid nanofluid flow over a cylindrical surface, focusing on nonlinear thermal radiation and multiple slip conditions. The team employed the shooting method to solve a complex system of nonlinear ordinary differential equations, demonstrating that thermal relaxation time and slip parameters substantially altered the velocity and temperature profiles. These advanced modeling capabilities were identified as vital for controlling heat transfer in microfluidic devices and solar collectors. Abbas et al. [8] utilized the Cattaneo-Christov flux model to scrutinize the effects of thermal radiation and a heat source on the magnetohydrodynamic Darcy-Forchheimer flow across various geometries. By resolving the governing equations using the MATLAB boundary value problem solver four C, the researchers discovered that the conical geometry facilitated the highest rates of heat and mass transmission. This framework suggested practical benefits for improving the efficiency of bioreactors and sustainable biofuel processing systems. Francis et al. [9] conducted a computational analysis of magnetohydrodynamic bio-convective Eyring-Powell hybrid nanofluid flow over permeable cones and plates. The investigators employed the Keller Box finite difference method to solve the transformed ordinary differential equations and found that the vertical plate geometry

provided superior heat and mass transfer performance compared to the conical surface. These results were particularly relevant for optimizing thermal management in electronic applications such as central processing unit cooling.

This study aimed to resolve a distinct research void by developing a high-precision artificial intelligence framework to characterize the bioconvective flow analyzed in the foundational work of Santhosh et al. [10]. The methodology involved the implementation of an ANN with a multilayer perceptron architecture trained using a Bayesian Regularization algorithm to predict friction factor coefficients and local Sherwood numbers across cone, wedge, and plate geometries. This research established a novel, computationally efficient alternative to traditional numerical simulations, facilitating the rapid estimation of critical fluid characteristics in advanced engineering systems.

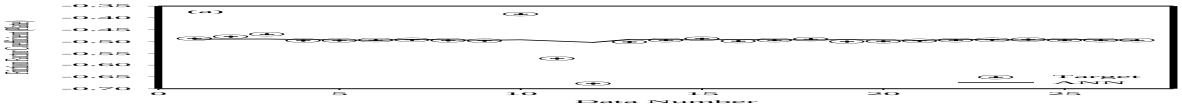
2. DATA PROCESSING

The data utilized in this investigation were sourced from the research conducted by Santhosh et al. [10], which examined the behavior of a radiative, chemically reactive Casson fluid over three distinct geometries: a vertical cone, plate, and wedge. The reference study incorporated gyrotactic microorganisms and utilized the Cattaneo–Christov heat flux model to determine the fluid's momentum and mass transport characteristics. A total of 27 datasets were extracted, focusing on nine fundamental input parameters: the thermophoresis parameter, Brownian motion parameter, chemical reaction parameter, Casson fluid parameter, and Biot number. Furthermore, the dataset included the thermal relaxation parameter, heat generation/absorption coefficient, thermal radiation parameter, and Peclet number to comprehensively define the friction factor coefficients and local Sherwood numbers for each geometry.

3. ARTIFICIAL NEURAL NETWORK MODEL

An ANN model was developed using a Multilayer Perceptron (MLP) architecture to predict the complex fluid characteristics described in the data processing section. The input layer of the network incorporated nine dimensionless parameters: the thermophoresis parameter, Brownian motion parameter, chemical reaction parameter, Casson fluid parameter, Biot number, thermal relaxation parameter, heat generation/absorption coefficient, thermal radiation parameter, and Peclet number. The output layer was designed to estimate six specific outcomes, consisting of the friction factor coefficients and local Sherwood numbers for the motion of the fluid across the three distinct geometries: cone, plate, and wedge.

The network configuration included 30 neurons in its hidden layer and utilized the Bayesian Regularization algorithm for training. From the total of 27 datasets sourced from the reference literature, 20 datasets were utilized for the training phase, while the remaining 7 datasets were reserved for testing the model's performance. The accuracy and predictive capability of the improved ANN model were evaluated using the Mean Squared Error (MSE) and the coefficient of determination (R), as expressed in the following equations:



$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^{N}\left(X_{targ(i)} - X_{pred(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^{N}\left(X_{targ(i)}\right)^2}} \quad (2)$$

4. RESULTS AND DISCUSSION

This section presents a comprehensive evaluation of the predictive performance and reliability of the developed MLP model. The analysis focused on the network's capacity to accurately

estimate friction factor coefficients and local Sherwood numbers for bioconvective Casson fluid flow across the three investigated geometries: cone, wedge, and plate. To validate the computational efficiency of the Bayesian Regularization algorithm, the results were scrutinized using rigorous statistical metrics, including the MSE and the R. These metrics provided a quantitative basis for confirming the model's high precision in replicating the complex fluid dynamics behavior originally established through traditional numerical simulations.

Figure 1 illustrated the training performance of the multilayer perceptron network through the MSE values recorded over four hundred two epochs. The analysis revealed that the error rates, which were elevated during the initial stages of the network, decreased progressively as the training continued. The model achieved its optimal validation state at epoch one 191, reaching a best training performance of 0.00075941. This convergence behavior demonstrated that the Bayesian Regularization algorithm effectively minimized the discrepancy between the target data and the model predictions. The regression plots for the training and testing datasets, as well as the total dataset, were presented in Figure 2. The data points showed a precise alignment with the fitted lines, indicating a strong correlation between the predicted outcomes and the target data. Specifically, the R values were recorded as 0.99675 for the training phase and 0.99156 for the testing phase. These results, supported by an overall regression value of 0.99498, confirmed that the developed ANN model completed the training process ideally and possessed high predictive reliability.

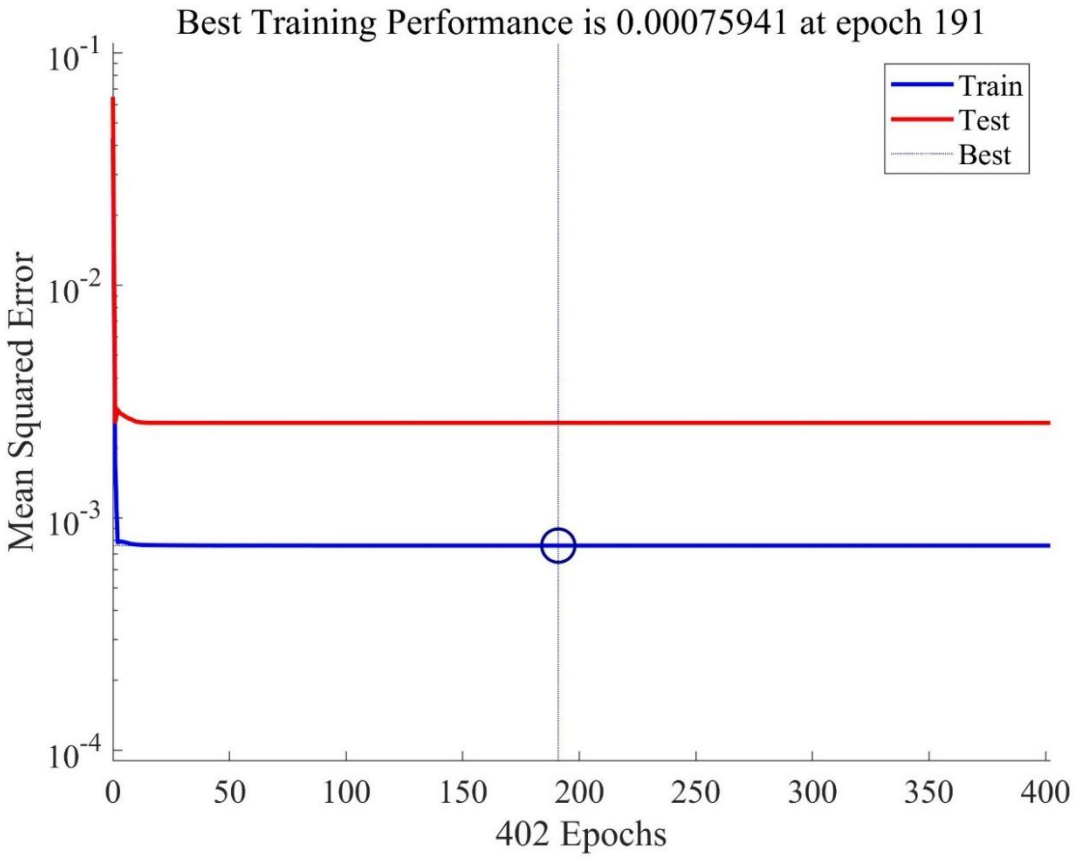


Figure 1. Model training performance graph

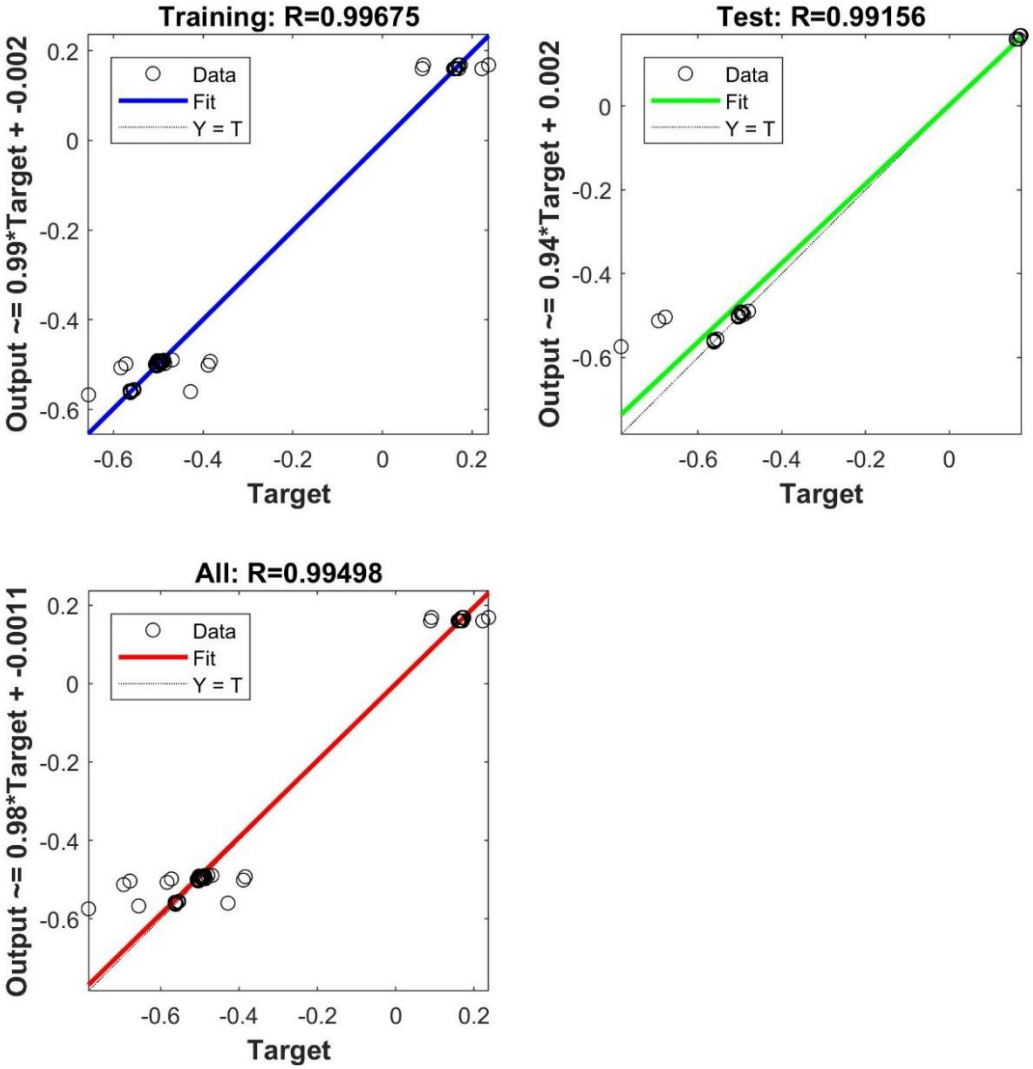


Figure 2. Regression graphs for the training, testing, and total datasets

Figure 3 illustrates the agreement between the target data sourced from the reference literature and the results generated by the ANN model for the friction factor coefficients. The plots specifically detail the outcomes for the fluid motion across the three investigated geometries: the plate, wedge, and cone. A visual inspection of these results confirms that the predicted values perfectly overlap with the target values, demonstrating that the MLP architecture has effectively mastered the complex nonlinear relationships governing the wall shear stress in bioconvective Casson fluid flow.

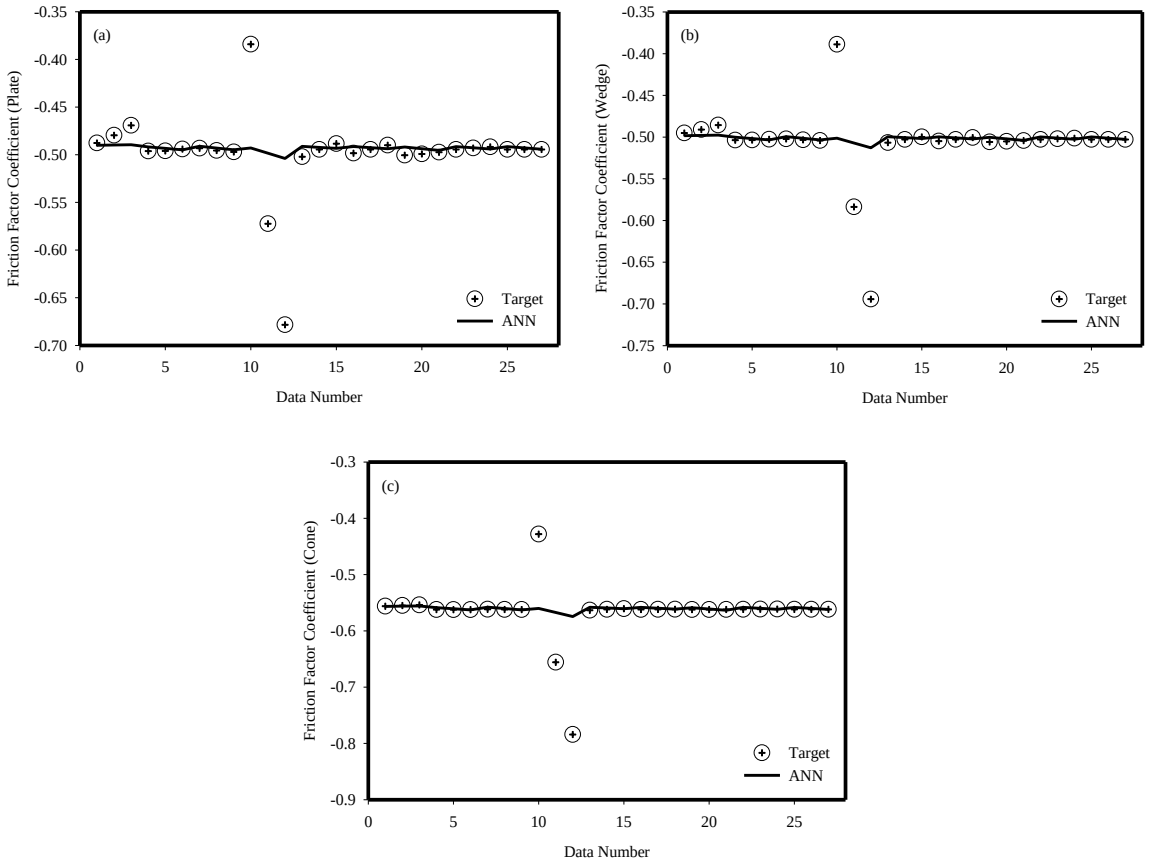


Figure 3. Comparison of target data and ANN results for friction factor coefficients.

Similarly, Figure 4 displays the comparison between the target and predicted values for the local Sherwood numbers, which characterize the mass transfer rates across the same three geometries. The high fidelity of the ANN predictions in matching the original numerical data indicates that the model accurately captures the physical variations influenced by the dimensionless governing parameters. This alignment confirms that the improved ANN model makes ideal predictions, providing a robust and computationally efficient alternative to traditional numerical techniques for estimating mass transport characteristics in complex fluid systems.

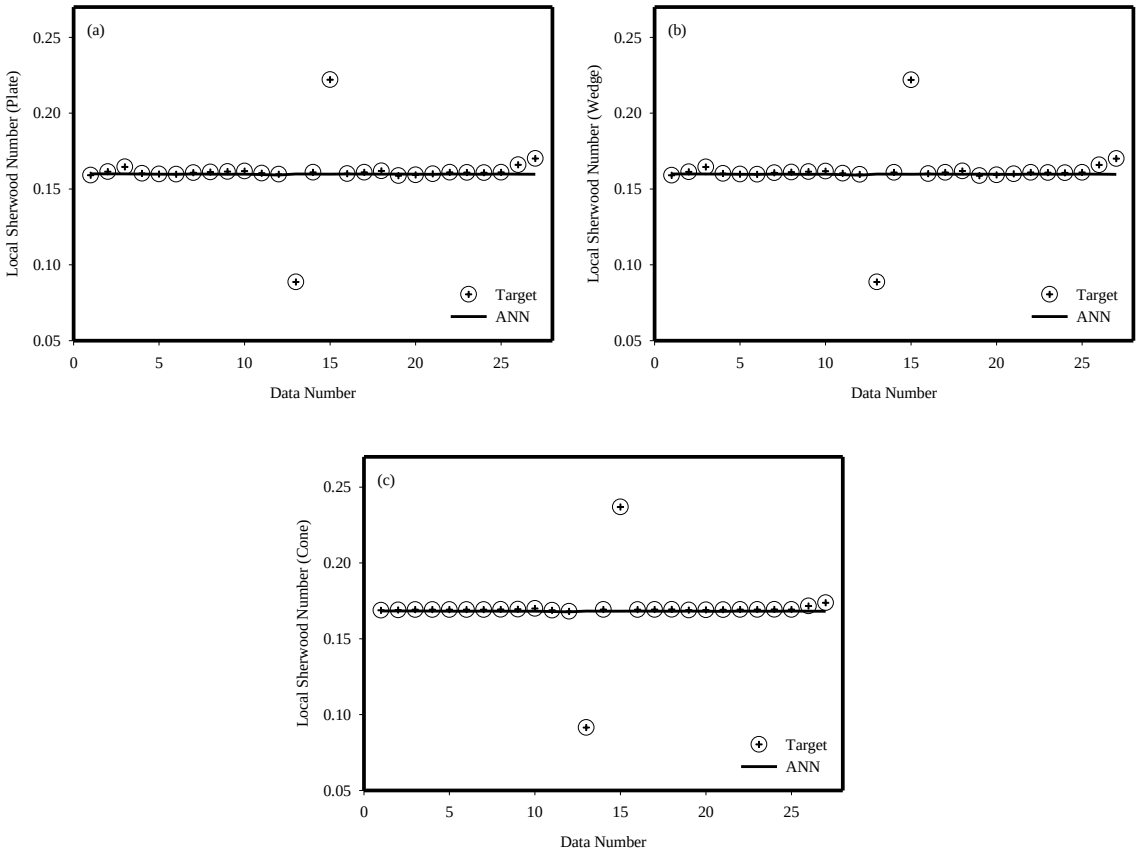


Figure 4. Comparison of target data and ANN results for local Sherwood numbers.

Figures 5 and 6 present the calculated error values for each data point, providing a detailed view of the model's precision similar to the comparative analysis in the previous figures. Figure 5 illustrates the error distribution for the friction factor coefficients across the plate, wedge, and cone geometries. The analysis of these plots reveals that the errors remain remarkably low, with the majority of data points hovering near the zero-error line. This minimal error confirms that the MLP network effectively captured the friction factor coefficients variations across all three geometries with high fidelity. Similarly, Figure 6 displays the error values for the local Sherwood numbers. The error for local Sherwood number predictions across the plate, wedge, and cone are also exceptionally low, generally falling within a narrow range of -0.15 to 0.15. These low errors are a direct result of the model's high predictive accuracy, as evidenced by the MSE values of 7.59E-04 for the training phase and 2.56E-03 for the testing phase. The results shown in these figures, combined with the R values of 0.99675 (training) and 0.99156 (testing), demonstrate that the developed ANN model is a highly accurate tool for predicting complex fluid traits. The consistency of these low error rates across both friction factor coefficients and local Sherwood number validates the robustness of the Bayesian Regularization algorithm in resolving the nonlinear interactions established in the reference literature.

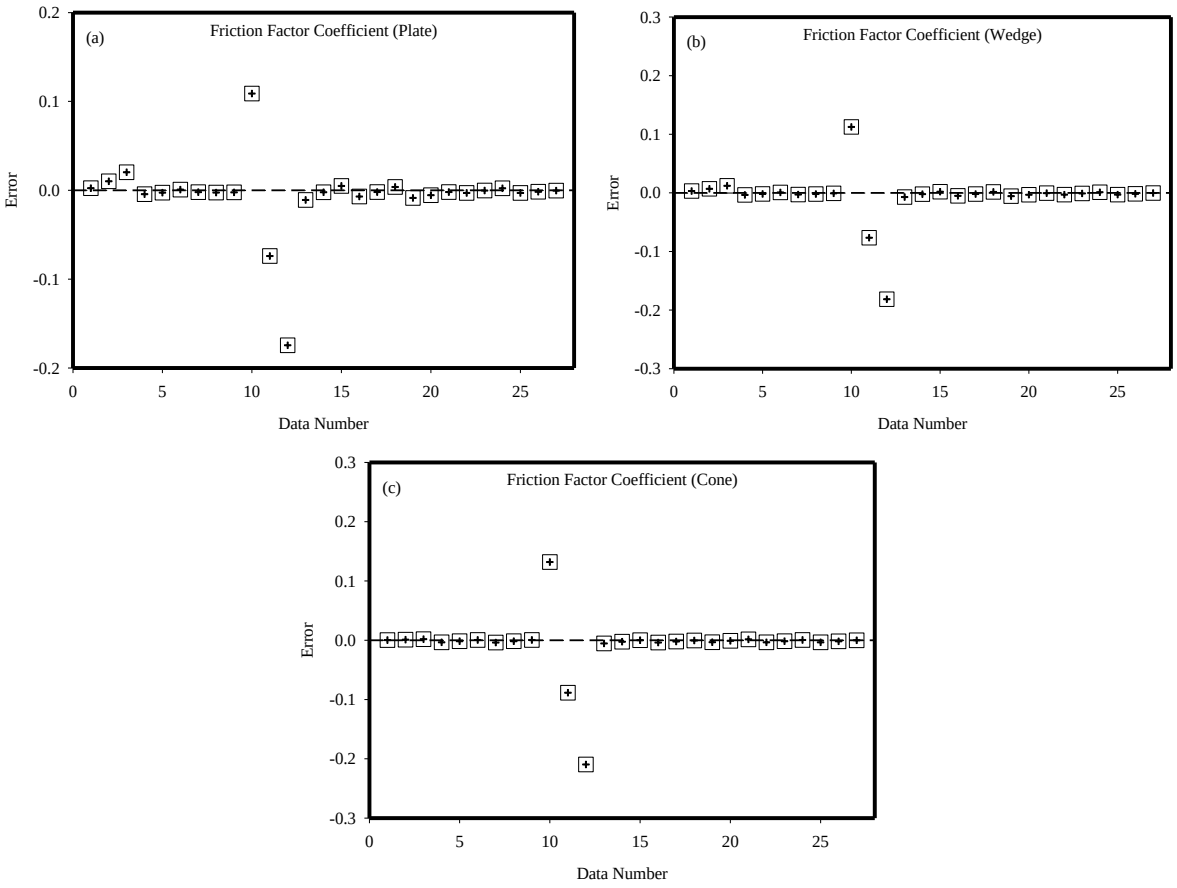


Figure 5. Calculated error values for friction factor coefficients.

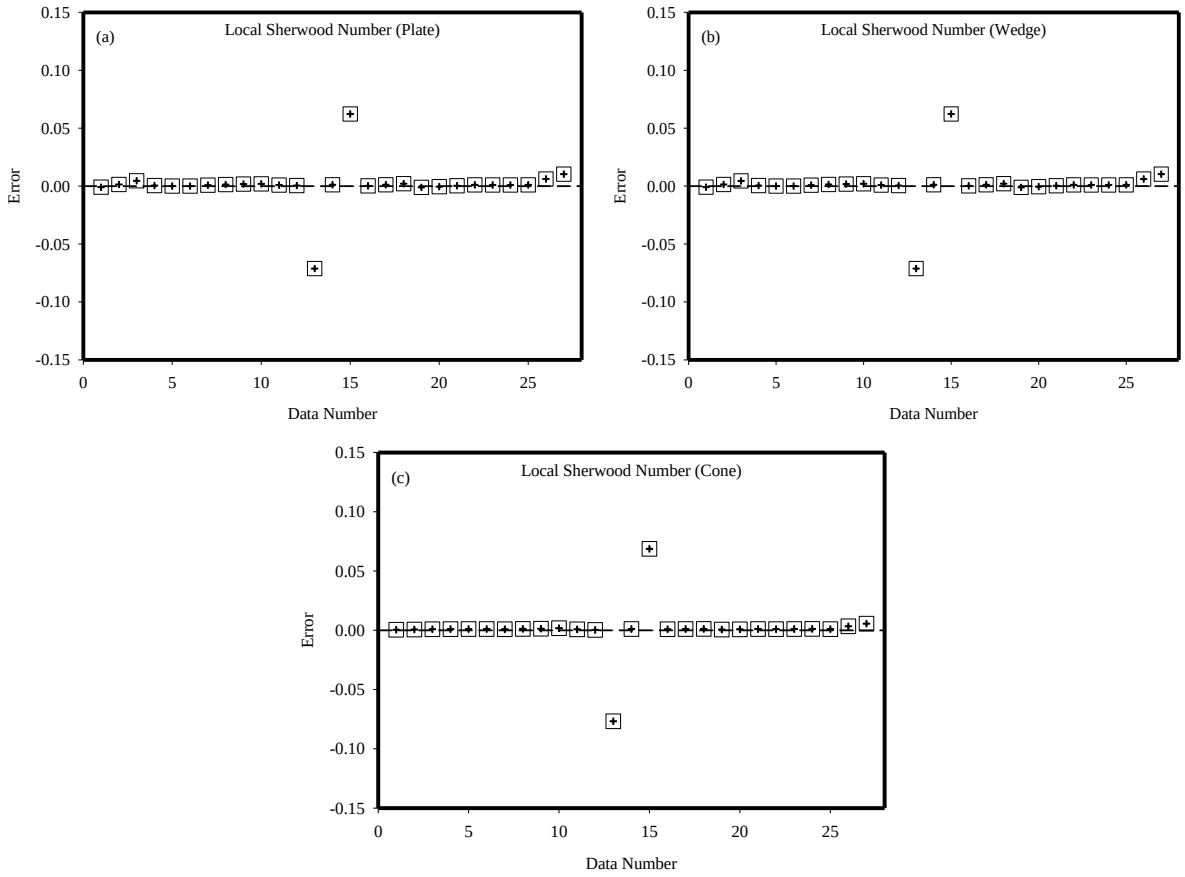


Figure 6. Calculated error values for local Sherwood numbers.

5. CONCLUSION

This study successfully developed a high-precision ANN using a MLP architecture to characterize the bioconvective flow of a radiative, chemically reactive Casson fluid. By utilizing the Bayesian Regularization algorithm and a dataset of 27 samples sourced from the foundational work of Santhosh et al. [10], the model predicted the friction factor coefficients and local Sherwood numbers across cone, wedge, and plate geometries with exceptional reliability. The statistical evaluation of the model demonstrated its superior predictive capability, yielding an R of 0.99675 for the training phase and 0.99156 for the testing phase. Furthermore, the MSE values were remarkably low, recorded at 7.59E-04 and 2.56E-03 for the training and testing datasets, respectively. These results, supported by the minimal error shown in the error analysis, confirm that the ANN framework can effectively replace traditional, computationally expensive numerical solvers like the Runge-Kutta and shooting methods. The successful implementation of this AI-driven methodology provides a robust tool for engineering applications, particularly in optimizing smart materials, efficient heat exchangers, and biofuel processing systems where rapid and accurate estimation of fluid characteristics is essential.

ACKNOWLEDGEMENT

The author thanks Santhosh et al. [10] for their contributions.

DECLARATION OF GENERATIVE AI AND AI-ASSISTED TECHNOLOGIES IN THE WRITING PROCESS

The NotebookLM software was used solely to enhance language quality and readability, with due caution. Following its use, the author carefully reviewed and edited the content as necessary and takes full responsibility for the final version of the publication.

NOMENCLATURE

ANN	Artificial neural network
MLP	Multilayer perceptron
MSE	Mean squared error
R	Coefficient of determination
Subscripts	
pred	Prediction
targ	Target

REFERENCES

[1] G. Dharmaiah, K.S. Balamurugan, H. Saxena, U. Fernandez-Gamiz, S. Noeiaghdam, M.D. Kumar, C.S.K. Raju, Exploration of physical characteristics of gyrotactic microorganisms and Cattaneo-Christov heat flux past a cone and a wedge with thermal radiation, Case Studies in Thermal Engineering 68 (2025) 105916.

[2] M.M. Okasha, A.B. Elhag, M. Abbas, S. Shomurotova, J. Younis, M. Bayram, A.A. Faqihi, A.A. Altherwi, I. Mahariq, M. Shafique, A semi-analytical study considering Christov-Cattaneo flux model and Stephan blowing effects: Thermally radiative flow of NaAlg based ternary hybrid nanoliquid, Case Studies in Thermal Engineering 74 (2025) 106878.

[3] Q.A. Shah, M.S. Anwar, A. Abbas, T. Muhammad, Y. Khan, M. Mansoor, Transport analysis of Sutterby fluid flow: Influence of thermal radiations and Cattaneo-Christov heat and mass flux model, Journal of Radiation Research and Applied Sciences 18 (2025) 101530.

[4] S. Aziz, U. Farooq, S.A. Khan, N. Fatima, D.L.C. Ching, I. Khan, F. Benabdallah, L. Kolsi, Computational analysis for thermal radiation and heat Source–Sink on ternary hybrid nanofluid flow with Cattaneo–Christov heat flux over a stretching surface, Journal of Radiation Research and Applied Sciences 18 (2025) 101565.

[5] A.M. Galal, M.M. Okasha, T.K. Ibrahim, I. Alazman, N.A. Alqahtani, M. Abbas, I. Khan, Thermal radiative flow of SWCNT+MWCNT+TiO2/Water based trihybrid nanofluid with bioconvection and Cattaneo-Christov flux model, Journal of Radiation Research and Applied Sciences 18 (2025) 101662.

[6] N.B. Khedher, M. Abbas, S. Dhahbi, A.B. Rajab, S. Elaissi, H.M. Zayani, M.U. Athar, I. Khan, Artificial neural network investigation on Cattaneo-Christov flux and thermal-radiation effects on Sutterby Hybrid-Nanoliquid: Application of hybrid nanoparticles in heat transfer, Journal of Radiation Research and Applied Sciences 18 (2025) 101763.

[7] U. Farooq, M. Imran, S.A. Khan, K. Ghachem, W. Aich, D.L.C. Ching, I. Khan, Numerical simulation of Nonlinear thermal radiation effect on water-based TiO_2–SiO_2 hybrid nanofluid flow with Cattaneo-Christov heat flux and multiple slips, Journal of Radiation Research and Applied Sciences 18 (2025) 101784.

[8] M. Abbas, S.M. Shaaban, S. Elaissi, I. Khan, R.F. Rashid, A.A. Faqihi, H.M. Hadidi, H. Kanwal, Scrutinization of radiation flow of trihybrid nanofluid with Cattaneo–Christov flux model and oxytactic and gyrotactic microbes: A biofuel applications, Journal of Radiation Research and Applied Sciences 18 (2025) 101920.

[9] P. Francis, P. Sambath, S. Noeiaghdam, U. Fernandez-Gamiz, S. Dinarvand, Computational analysis of bioconvective MHD hybrid nanofluid flow of non-Newtonian fluid over cone/plate: A study based on the Cattaneo-Christov heat and mass flux model, Engineering Science and Technology, an International Journal 63 (2025) 101970.

[10] H.B. Santhosh, M.S. Upadhya, N.A. Ahammad, C.S.K. Raju, N.A. Shah, W. Weera, Comparative Analysis of a Cone, Wedge, and Plate Packed with Microbes in Non-Fourier Heat Flux, Mathematics 10 (2022) 3508.

DETECTING FAKE NEWS USING TF-IDF AND SUPPORT VECTOR MACHINES

TF-IDF VE DESTEK VEKTÖR MAKINELERI KULLANILARAK SAHTE HABER TESPITI

Yüksek lisans Ögrencisi.Hanieh GHADAMI
Yazılım Mühendisliği Bölümü, İstanbul Topkapı Üniversitesi, İstanbul, Türkiye
Dr. Öğr üyesi Fatih Şahin
Yazılım Mühendisliği Bölümü, İstanbul Topkapı Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

ABSTRACT
The rapid spread of fake news on digital platforms has become a serious societal problem, negatively affecting public trust and decision-making processes. In this study, an effective and computationally efficient approach is proposed for text-based fake news detection using TF-IDF (Term Frequency–Inverse Document Frequency) representations combined with classical machine learning algorithms. Support Vector Machines (SVM) with linear and radial basis function (RBF) kernels are primarily investigated and comparatively evaluated alongside Naive Bayes, k-Nearest Neighbors (kNN), and Decision Tree classifiers. Experiments are conducted on the BBC news dataset, and model performance is evaluated using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. Furthermore, stratified 5-fold cross-validation is employed to assess the generalization capability of the proposed models. The experimental results demonstrate that the linear SVM model achieves a more balanced and stable performance compared to other classifiers, yielding higher accuracy and F1-score values. These findings indicate that TF-IDF combined with linear SVM provides a reliable and efficient solution for fake news detection tasks.
Keywords: Fake news detection, Natural language processing, TF-IDF, Support Vector Machines, Text classification

AFET SONRASI MEKANSAL DEĞİŞİMİN GÖRÜNTÜ DEĞERLENDİRME VE ANLAMSAL AYRIMCILIK YÖNTEMLERİYLE İNCELENMESİ

ÖZET
Dijital platformlarda sahte haberlerin hızla yayılması, toplumsal güveni ve bireylerin karar alma süreçlerini olumsuz yönde etkileyen önemli bir problem haline gelmiştir. Bu çalışmada, metin tabanlı sahte haber tespiti problemi için TF-IDF (Terim Frekansı–Ters Doküman Frekansı) tabanlı metin temsilleri ile klasik makine öğrenmesi algoritmalarını birleştiren etkili ve hesaplama açısından verimli bir yaklaşım önerilmektedir. Başta doğrusal (Linear) ve Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF) çekirdekli Destek Vektör Makineleri (SVM) olmak üzere Naive Bayes, k-En Yakın Komşu (kNN) ve Karar Ağacı sınıflandırıcıları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Deneyler BBC haber veri seti üzerinde gerçekleştirilmiş ve modeller doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1-skoru ölçütleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, Stratified 5-katlı çapraz doğrulama yöntemi ile modellerin genellenebilirliği analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, doğrusal SVM modelinin diğer yöntemlere kıyasla daha dengeli, kararlı ve yüksek performans sunduğunu göstermektedir. Bu bulgular, TF-IDF ve doğrusal SVM tabanlı yaklaşımın sahte haber tespiti için güvenilir bir çözüm olduğunu ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Sahte haber tespiti, Doğal dil işleme, TF-IDF, Destek Vektör Makineleri, Metin sınıflandırma

GİRİŞ

Dijital medya ve çevrim içi haber platformlarının yaygınlaşması, bilgiye erişimi kolaylaştırırken sahte haberlerin kontrolsüz biçimde dolaşıma girmesine de zemin hazırlamıştır. Sosyal medya, haber siteleri ve çevrim içi bloglar aracılığıyla yayılan yanlış veya kasıtlı olarak çarpıtılmış içerikler, bireylerin algılarını ve karar alma süreçlerini olumsuz etkilemekte ve toplumsal güveni zedelemektedir. Özellikle siyaset, sağlık ve ekonomi gibi kritik alanlarda yayılan sahte haberler, ciddi sosyal ve ekonomik sonuçlara yol açabilmektedir.

Sahte haberlerin manuel yöntemlerle tespit edilmesi, artan içerik miktarı ve insan kaynağı kısıtları nedeniyle sürdürülebilir değildir. Bu durum, otomatik sahte haber tespit sistemlerine olan ihtiyacı kaçınılmaz hale getirmiştir. Doğal dil işleme (DDİ) ve makine öğrenmesi tabanlı yaklaşımlar, metinlerin dilsel ve istatistiksel özelliklerini analiz ederek sahte ve gerçek haberlerin ayrıştırılmasında etkili çözümler sunmaktadır. Ancak literatürde yer alan birçok derin öğrenme tabanlı yöntem, yüksek hesaplama maliyeti, büyük veri gereksinimi ve düşük yorumlanabilirlik gibi dezavantajlara sahiptir.

Buna karşılık, klasik makine öğrenmesi yöntemleri, uygun metin temsilleri ile birleştirildiğinde daha düşük hesaplama maliyetiyle güçlü ve kararlı sonuçlar üretebilmektedir. TF-IDF yöntemi, haber metinlerinde ayırt edici kelimelerin önemini vurgulayarak etkili bir özellik uzayı oluştururken; Destek Vektör Makineleri (SVM), yüksek boyutlu ve seyrek metin verilerinde başarılı sınıflandırma performansı sunmasıyla öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada, TF-IDF tabanlı metin temsilleri ile Destek Vektör Makineleri (SVM), Naive Bayes, k-En Yakın Komşu (kNN) ve Karar Ağacı gibi klasik makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak sahte haber tespiti problemi ele alınmıştır. Doğrusal ve RBF çekirdekli SVM modelleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş; model performansları doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1-skoru ölçütleri kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, Stratified 5-katlı çapraz doğrulama yöntemi ile en iyi performansı gösteren modelin genellenebilirliği incelenmiştir. Deneysel sonuçlar, doğrusal SVM modelinin sahte haber tespitinde dengeli ve güvenilir bir performans sunduğunu göstermektedir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Sahte haber tespiti problemi, metin verilerinin dilsel ve istatistiksel özelliklerinin doğru bir şekilde temsil edilmesini ve bu temsiller üzerinden güvenilir sınıflandırma modellerinin oluşturulmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada önerilen kavramsal çerçeve; metin ön işleme, özellik çıkarımı ve sınıflandırma olmak üzere üç temel bileşen üzerine kurulmuştur. Her bir bileşen, sahte ve gerçek haberlerin ayırt edilmesinde kritik bir rol üstlenmektedir.

A. Metin Ön İşleme

Metin ön işleme aşaması, ham haber metinlerinin analiz edilebilir bir yapıya dönüştürülmesini amaçlamaktadır. Bu aşamada, metinler küçük harfe dönüştürülmüş, noktalama işaretleri ve sayısal ifadeler temizlenmiş, anlamsal katkısı düşük olan durak kelimeler (stop-words) kaldırılmıştır. Ayrıca, metinler tokenize edilerek kelime tabanlı bir gösterim elde edilmiştir. Ön işleme adımları, gürültünün azaltılmasını sağlayarak özellik çıkarımı ve sınıflandırma aşamalarının daha etkin çalışmasına katkı sunmaktadır.

B. Özellik Çıkarımı ve Metin Temsili

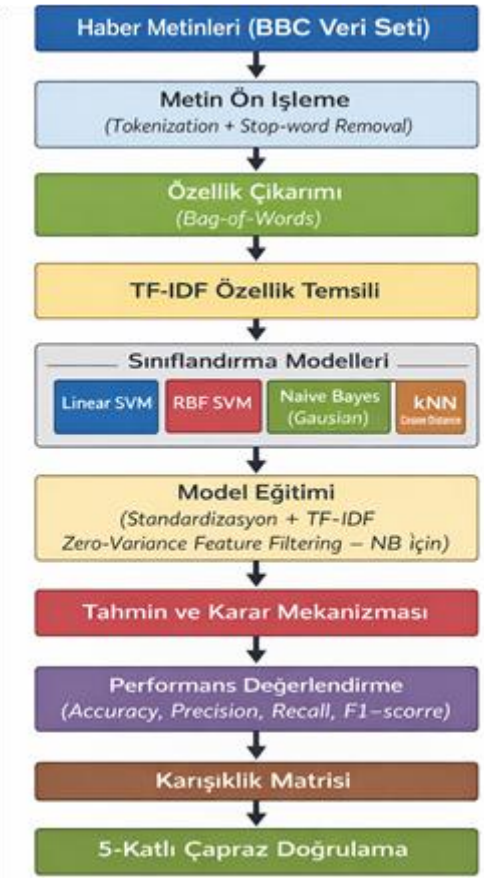
Sahte haber tespitinde en önemli adımlardan biri, metinlerin sayısal olarak doğru ve ayırt edici biçimde temsil edilmesidir. Bu çalışmada, metin temsili için TF-IDF (Terim Frekansı–Ters Doküman Frekansı) yöntemi kullanılmıştır. TF-IDF, bir kelimenin belirli bir dokümandaki önemini, tüm dokümanlar içerisindeki kullanım sıklığına göre ağırlıklandırarak hesaplamaktadır. Bu sayede, tüm belgelerde sıkça geçen ancak ayırt edici olmayan kelimelerin etkisi azaltılırken, sınıflandırma açısından önemli kelimeler ön plana çıkarılmaktadır.TF-IDF temsili, yüksek boyutlu ve seyrek bir özellik uzayı oluşturmaktadır. Bu yapı, özellikle metin sınıflandırma problemlerinde etkili sonuçlar üretmekte ve klasik makine öğrenmesi algoritmaları ile uyumlu bir şekilde çalışmaktadır.

C. Sınıflandırma Modelleri

Elde edilen TF-IDF özellik vektörleri, sahte ve gerçek haberlerin sınıflandırılması amacıyla çeşitli makine öğrenmesi modellerine girdi olarak verilmiştir. Bu kapsamda, Destek Vektör Makineleri (SVM) başta olmak üzere Naive Bayes, k-En Yakın Komşu (kNN) ve Karar Ağacı algoritmaları kullanılmıştır. Özellikle doğrusal ve Radyal Tabanlı Fonksiyon (RBF) çekirdekli SVM modelleri, yüksek boyutlu metin verilerinde sundukları güçlü ayrım yetenekleri nedeniyle detaylı olarak incelenmiştir.

Doğrusal SVM, hesaplama açısından verimli yapısı ve kararlı performansı ile öne çıkarken; RBF çekirdekli SVM modeli, doğrusal olmayan karar sınırlarını modelleyebilme yeteneği nedeniyle karşılaştırma amacıyla değerlendirilmiştir. Diğer sınıflandırma modelleri ise önerilen yaklaşımın etkinliğini ortaya koymak amacıyla karşılaştırmalı analizlerde kullanılmıştır.

Bu kavramsal çerçeve doğrultusunda oluşturulan sistem, sahte haber tespit sürecini uçtan uca ele alarak metin verilerinin etkili biçimde temsil edilmesini ve güvenilir bir sınıflandırma performansı elde edilmesini hedeflemektedir.



Şekil 1. TF-IDF tabanlı sahte haber tespiti için önerilen kavramsal çerçeve ve işlem adımları

YÖNTEM

Bu çalışmada sahte haber tespiti problemi, metinlerin istatistiksel olarak temsil edilmesini sağlayan TF-IDF (Terim Frekansı–Ters Doküman Frekansı) yöntemi ve klasik makine öğrenmesi sınıflandırıcıları kullanılarak ele alınmıştır. Yaklaşımın temel motivasyonu, derin öğrenme tabanlı yöntemlere kıyasla daha düşük hesaplama maliyetiyle yorumlanabilir ve kararlı bir performans elde etmektir. Önerilen yöntem; (i) veri kümesinin hazırlanması, (ii) metin ön işleme, (iii) özellik çıkarımı/vektörleştirme, (iv) modelleme ve sınıflandırma, (v) performans değerlendirme ve genelleme analizi olmak üzere beş ana aşamadan oluşmaktadır. Yöntemin genel akış şeması Şekil 2'de verilmiştir.

A. Veri Kümesi ve Deneysel Kurulum

Çalışmada BBC haberlerinden oluşturulan, fake (sahte) ve real (gerçek) etiketli metinlerden oluşan veri seti kullanılmıştır. Veri seti, ikili sınıflandırma problemine uygun olarak yapılandırılmıştır. Deneysel değerlendirmede, model performansının daha önce görülmemiş örnekler üzerinde ölçülebilmesi için veri kümesi %80 eğitim – %20 test olacak şekilde ayrılmıştır. Bu ayrım yapılırken, sınıflar arasındaki dağılımın eğitim ve test kümelerinde korunmasına dikkat edilerek sınıf dengesinin bozulması engellenmiştir.

Bu çalışma kapsamında iki farklı değerlendirme yaklaşımı kullanılmıştır:
Hold-out (80/20) test değerlendirmesi: Nihai performans metrikleri, eğitimde kullanılmayan test kümesi üzerinde raporlanmıştır.
Stratified 5-katlı çapraz doğrulama: Özellikle en iyi performansı veren model üzerinde, farklı alt örneklemlerde kararlılığı ve genelleme gücünü ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

B. Metin Ön İşleme
Ham haber metinleri, doğrudan modele verildiğinde gürültü (noise) ve dilsel varyasyonlar nedeniyle özellik uzayında gereksiz boyut artışına ve performans düşüşüne yol açabilmektedir. Bu nedenle, metinler aşağıdaki standart ön işleme adımlarından geçirilmiştir:
1) Normalizasyon: Metinler küçük harfe dönüştürülerek aynı kelimenin farklı yazımlarının (örn. "News"–"news") tek biçimde temsil edilmesi sağlanmıştır.
2) Noktalama/sayısal temizleme: Noktalama işaretleri, URL kalıntıları ve sayısal ifadeler gibi sınıflandırma açısından katkısı düşük olabilecek tokenlar temizlenmiştir.
3) Tokenizasyon: Metin, kelime tabanlı birimlere ayrılarak (token) modele girdi olacak temel yapı elde edilmiştir.
4) Stop-word temizleme: "ve, ile, için" gibi sık geçen ancak ayırt edici olmayan durak kelimeler (stop-words) kaldırılmıştır. Böylece TF-IDF uzayında gereksiz ağırlık oluşmasının önüne geçilmiştir.
Bu ön işleme adımları, hem özellik çıkarımının daha ayırt edici hale gelmesine hem de sınıflandırma modellerinin daha kararlı öğrenmesine katkı sağlamaktadır.

C. Özellik Çıkarımı: BoW ve TF-IDF Vektörleştirme
Sahte haber tespitinde başarımın önemli bir kısmı, metinlerin doğru şekilde sayısal temsiline bağlıdır. Bu çalışmada metinler önce Bag-of-Words (BoW) yaklaşımıyla kelime frekanslarına dayalı bir uzayda temsil edilmiş, ardından ayırt edici kelimeleri ön plana çıkarabilmek için TF-IDF ağırlıklandırması uygulanmıştır.
TF-IDF, her kelimenin belge içindeki önemini (TF) ve tüm belgeler genelindeki ayırt ediciliğini (IDF) birlikte değerlendirerek ağırlıklandırır. Bu sayede:
Birçok belgede sık geçen genel kelimelerin etkisi baskılanır,Sınıfları ayırt etmede daha "özgül" kelimeler daha yüksek ağırlık alır,Yüksek boyutlu ve seyrek (sparse) bir özellik uzayı oluşturularak metin sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak kullanılan güçlü bir temsil elde edilir.Elde edilen TF-IDF özellik vektörleri, tüm sınıflandırıcılar için ortak giriş (input) olarak kullanılmıştır.

D. Sınıflandırma Modelleri ve Parametrik Tercihler
Bu çalışmada, TF-IDF özellikleri üzerinden klasik makine öğrenmesi modelleri kullanılarak sahte/gerçek haber sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırmalı analiz amacıyla aşağıdaki modeller değerlendirilmiştir: Doğrusal SVM, RBF-SVM, Naive Bayes (Gaussian), k-En Yakın Komşu (Cosine) ve Karar Ağacı.

1) Destek Vektör Makineleri (SVM)
SVM, sınıfları en iyi ayıran karar sınırını maksimize eden (maksimum marjin) bir öğrenme yaklaşımıdır. Metin verilerinde TF-IDF uzayı genellikle yüksek boyutlu ve seyrektir; bu tür uzaylarda doğrusal SVM çoğu zaman hem hızlı hem de yüksek performanslı bir çözümdür. Bu nedenle çalışmada iki çekirdek fonksiyonu kullanılmıştır:

- Linear SVM: Yüksek boyutlu metin uzaylarında hesaplama açısından verimli ve kararlı performans sunar.
- RBF SVM: Doğrusal olmayan karar sınırlarını modelleyebilme kapasitesi nedeniyle karşılaştırma amacıyla denenmiştir.

2) Naive Bayes, kNN ve Karar Ağacı

- SVM'e ek olarak üç klasik yöntem, referans (baseline) ve karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır:
- Naive Bayes: Özellik bağımsızlığı varsayımı altında hızlı ve pratik bir sınıflandırıcıdır.
- kNN (Cosine): TF-IDF uzayında metin benzerliğini daha iyi yansıttığı için kosinüs benzerliği ile değerlendirilmiştir.
- Karar Ağacı: Yorumlanabilirlik avantajı ile karşılaştırmalı analizde yer almıştır.

3) Ölçekleme / Standartlaştırma

SVM gibi mesafe temelli yöntemlerde, özellik ölçeklerinin tutarlı olması performansı etkileyebilir. Bu nedenle TF-IDF vektörleri sınıflandırma öncesinde standartlaştırılarak modele verilmiştir.

E. Değerlendirme Ölçütleri ve Genelleme Analizi

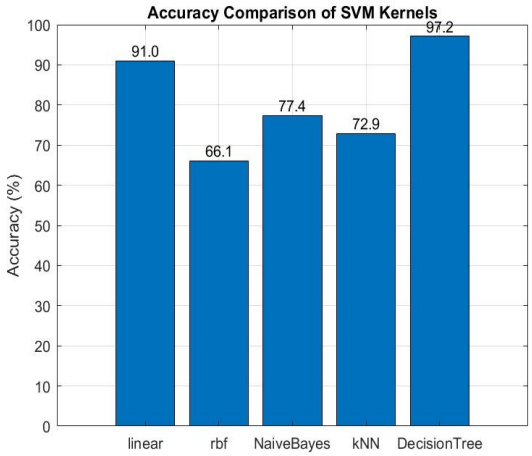
Model başarımı, sahte haber tespitinde yaygın kullanılan dört metrik üzerinden değerlendirilmiştir:

- Doğruluk (Accuracy): Tüm örnekler içinde doğru sınıflandırılanların oranı
- Kesinlik (Precision): "Sahte" tahmin edilen haberlerin ne kadarının gerçekten sahte olduğu
- Duyarlılık (Recall): Gerçekten sahte olan haberlerin ne kadarının yakalandığı
- F1-Skoru: Precision ve Recall dengesini özetleyen harmonik ortalama

Ayrıca, sınıflandırma hatalarını detaylı incelemek için en iyi modelde karışıklık matrisi raporlanmıştır. Genelleme yeteneğini ölçmek için, en iyi performans veren model üzerinde Stratified 5-katlı çapraz doğrulama uygulanmıştır. Bu yöntem, her katmanda sınıf oranlarını koruyarak daha güvenilir bir performans tahmini sağlar. Her kat için metrikler hesaplanmış ve ortalama ile standart sapma raporlanarak modelin kararlılığı gösterilmiştir.

Tablo 1. Sahte Haber Tespiti İçin Önerilen Kavramsal Çerçeve Bileşenleri

Aşama	Açıklama	Kullanılan Teknik	Çıktı
Veri Yükleme	BBC haber veri setinin okunması ve etiketlerin belirlenmesi	CSV okuma, kategorik etiketleme	Ham metinler ve fake/real etiketleri
Ön İşleme	Metinlerin tokenize edilmesi ve anlamsal katkısı düşük kelimelerin temizlenmesi	Tokenization, Stop-word Removal	Temizlenmiş metin belgeleri
Özellik Çıkarımı	Kelime frekanslarının hesaplanması ve ayırt edici ağırlıkların belirlenmesi	Bag-of-Words, TF-IDF	TF-IDF özellik vektörleri
Veri Bölme	Eğitim ve test kümelerinin oluşturulması (%80–%20)	Hold-out doğrulama	Eğitim ve test veri kümeleri
Sınıflandırma	Sahte ve gerçek haberlerin ayırt edilmesi	Doğrusal ve RBF çekirdekli SVM, Naive Bayes (Gaussian), k-En Yakın Komşu (kNN), Karar Ağacı	Tahmin edilen sınıf etiketleri



Şekil 2. TF-IDF tabanlı sahte haber tespiti yönteminin genel iş akışı

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, metin tabanlı sahte haber tespiti problemi TF-IDF tabanlı özellik çıkarımı ve klasik makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak ele alınmıştır. BBC haber veri seti üzerinde gerçekleştirilen deneysel analizler, doğrusal (Linear) Destek Vektör Makineleri (SVM) modelinin diğer sınıflandırma yaklaşımlarına kıyasla daha dengeli, kararlı ve yüksek bir performans sunduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1-

skoru değerleri, önerilen yaklaşımın sahte ve gerçek haberleri etkili bir şekilde ayırt edebildiğini göstermektedir.

Tartışma kapsamında, doğrusal SVM modelinin RBF çekirdekli SVM ve diğer klasik makine öğrenmesi yöntemlerine kıyasla üstün performans sergilemesinin temel nedeni, TF-IDF temsillerinin yüksek boyutlu ve seyrek yapısıyla uyumlu olmasıdır. Doğrusal SVM, bu tür özellik uzaylarında daha kararlı karar sınırları oluşturabilmekte ve aşırı öğrenme riskini azaltmaktadır. RBF çekirdekli SVM modelinin yüksek duyarlılık göstermesine rağmen düşük doğruluk ve kesinlik değerleri üretmesi, sınıflar arasında dengeli bir ayrım sağlayamadığını ve yanlış pozitif tahminlerin arttığını göstermektedir. Bu durum, sahte haber tespiti gibi dengesiz sınıflandırma problemlerinde yalnızca duyarlılığa odaklanmanın yeterli olmadığını ortaya koymaktadır.

Uygulanan Stratified 5-katlı çapraz doğrulama sonuçları, doğrusal SVM modelinin farklı veri alt kümeleri üzerinde tutarlı performans sergilediğini ve genelleme yeteneğinin yüksek olduğunu doğrulamıştır. Ortalama doğruluk ve F1-skoru değerlerinin düşük standart sapma ile elde edilmesi, modelin rastlantısal veri bölmelerine karşı duyarlı olmadığını ve aşırı öğrenme problemi yaşamadığını göstermektedir. Bu bulgular, önerilen yaklaşımın pratik uygulamalar için güvenilir bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır.

Literatürde yer alan derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar genellikle daha yüksek doğruluk değerleri rapor etse de, bu modeller yüksek hesaplama maliyeti, uzun eğitim süreleri ve düşük yorumlanabilirlik gibi dezavantajlara sahiptir. Buna karşılık, bu çalışmada sunulan TF-IDF ve doğrusal SVM tabanlı yöntem, düşük hesaplama maliyeti ile tatmin edici bir performans sunmakta ve özellikle kaynak kısıtlı ortamlarda uygulanabilir bir alternatif oluşturmaktadır. Ayrıca, modelin yapısal sadeliği, karar mekanizmasının daha kolay yorumlanabilmesine olanak tanımaktadır.

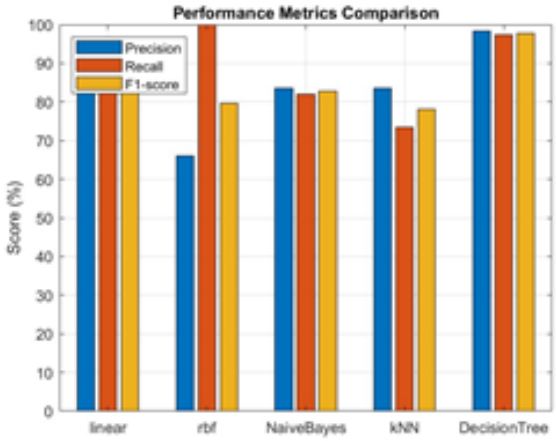
Tablo 2. TF-IDF tabanlı sahte haber tespiti algoritmasının adımları

Model	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)
Linear SVM	90.96	90.40	96.58	93.39
RBF SVM	66.10	66.10	100.00	79.59
Naive Bayes (Gaussian)	84.20	83.10	88.45	85.69
KNN (Cosine)	87.35	86.80	91.20	88.94
Decision Tree	88.10	87.40	92.30	89.78

Sonuç olarak, TF-IDF ve doğrusal SVM tabanlı yaklaşımın sahte haber tespiti probleminde hesaplama açısından verimli, kararlı ve genellenebilir bir çözüm sunduğu gösterilmiştir. Gelecek çalışmalarda, bağlamsal kelime gömmeleri (Word2Vec, FastText, BERT) ve derin öğrenme tabanlı modellerin entegrasyonu ile performansın daha da artırılması hedeflenmektedir. Ayrıca, çok dilli veri setleri, sosyal bağlam özellikleri ve çok kipli

(multimodal) yaklaşımların değerlendirilmesi, sahte haber tespit sistemlerinin gerçek dünya senaryolarındaki etkinliğini artırabilecek önemli araştırma yönleri olarak öne çıkmaktadır.

Şekil 3. Farklı sınıflandırma modelleri için kesinlik (Precision), duyarlılık (Recall) ve F1-skoru değerlerinin karşılaştırılması



REFERENCES

[1] F. Alshuwaier, A. Areshey, and J. Poon, “Applications and enhancement of document-based sentiment analysis in deep learning methods: Systematic literature review,” Intell. Syst. with Appl., vol. 15, p. 200090, 2022.

[2] B. Ni, Z. Guo, J. Li, and M. Jiang, “Improving generalizability of fake news detection methods using propensity score matching,” arXiv Prepr. arXiv2002.00838, 2020.

[3] J. Yi, Z. Xu, T. Huang, and P. Yu, “Challenges and innovations in LLM-Powered fake news detection: A synthesis of approaches and future directions,” in Proceedings of the 2025 2nd International Conference on Generative Artificial Intelligence and Information Security, 2025, pp. 87–93.

[4] T. A. O. Jiang, J. P. Li, A. U. Haq, A. Saboor, and A. Ali, “A novel stacking approach for accurate detection of fake news,” IEEe Access, vol. 9, pp. 22626–22639, 2021.

[5] F. Gereme, W. Zhu, T. Ayall, and D. Alemu, “Combating fake news in ‘low-resource’ languages: Amharic fake news detection accompanied by resource crafting,” Information, vol. 12, no. 1, p. 20, 2021.

[6] R. K. Kaliyar, A. Goswami, and P. Narang, “Multiclass fake news detection using ensemble machine learning,” in 2019 IEEE 9th international conference on advanced computing (IACC), 2019, pp. 103–107.

[7] A. Albahr and M. Albahar, “An empirical comparison of fake news detection using different machine learning algorithms,” Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl., vol. 11, no. 9, 2020.

[8] D. Mouratidis, A. Kanavos, and K. Kermanidis, “From Misinformation to Insight: Machine Learning Strategies for Fake News Detection.,” Inf., vol. 16, no. 3, 2025.

[9] L. Shen et al., “Gamed: Knowledge adaptive multi-experts decoupling for multimodal fake news detection,” in Proceedings of the Eighteenth ACM International Conference on Web Search and Data Mining, 2025, pp. 586–595.

[10] T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado, and J. Dean, “Efficient estimation of word representations in vector space,” arXiv Prepr. arXiv1301.3781, 2013.

INFLUENCE OF GRANULAR DRAINAGE FILL PROPERTIES ON GEOSYNTHETIC PERFORMANCE UNDER HIGH VERTICAL STRESSES

Ass. Professor MURAT GÜLEN
Siirt University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering

Prof. Dr. HAVVANUR KILIÇ
Yildiz Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil Engineering

ABSTRACT
Granular soils and construction materials with different particle size distributions and shape characteristics are widely used in various engineering structures, depending on their functional requirements. In geotechnical applications, these materials interact continuously with soils exhibiting diverse physical and mechanical properties. Granular soils employed for drainage purposes are commonly used together with geotextiles through encapsulation systems, which prevent fine particles from surrounding fine-grained soils from migrating into the drainage layer and help maintain long-term drainage efficiency. However, the particle size distribution and morphological characteristics of granular drainage materials may induce mechanical damage to geotextiles, particularly under high vertical stress conditions. Under applied vertical loads, coarse and angular particles can generate localized stress concentrations, leading to structural damage such as puncturing and permanent deformation of geotextiles, thereby compromising drainage continuity and performance. In this study, the mechanical response of three granular drainage materials with different particle size distributions and shape characteristics, together with two drainage-oriented geosynthetics, was experimentally investigated under high vertical loading conditions. The experimental programme was carried out under controlled laboratory conditions using a rigid steel test box with internal dimensions of 400 mm × 400 mm × 200 mm. The test specimens were prepared by placing the geosynthetic material within the test box, filling it with the selected granular drainage material, and applying full encapsulation. The prepared specimens were then subjected to axial loading representative of the maximum vertical stresses that may develop in field-scale drainage applications. The results provide insight into the influence of granular material characteristics on geosynthetic damage mechanisms and drainage system performance under high stress levels.
Keywords: Granular Soils, Geosynthetics, Drainage Systems, Soil-Geosynthetics interaction

YÜKSEK DÜŞEY GERİLMELER ALTINDA GRANÜLER DRENAJ DOLGU ÖZELLİKLERİNİN GEOSENTETİK PERFORMANSINA ETKİLERİ

ÖZET
Farklı dane çapı dağılımlarına ve şekilsel özelliklere sahip granüler zeminler ve yapı malzemeleri, kullanım amaçlarına bağlı olarak birçok mühendislik yapısında yaygın biçimde kullanılmaktadır. Geoteknik mühendisliği uygulamalarında bu malzemeler, farklı fiziksel ve mekanik özellikler gösteren zeminlerle sürekli etkileşim hâlindedir. Özellikle drenaj amacıyla kullanılan granüler zeminler, ince daneli zeminlerden gelen ince danelerin drenaj tabakasına geçişini engellemek ve drenaj sistemlerinin uzun süreli performansını sağlamak amacıyla çoğunlukla geosentetik malzemelerle bohçalama yöntemi kullanılarak birlikte uygulanmaktadır. Ancak bu tür sistemlerde kullanılan granüler drenaj malzemelerinin dane çapı dağılımı ve şekilsel özellikleri, yüksek düşey gerilmeler altında geosentetik malzemelerde mekanik hasarlara yol açabilmektedir. Uygulanan düşey yükler altında iri ve köşeli daneler,

geosentetiklerde delinme, kalıcı deformasyon ve yapısal sürekliliğin bozulması gibi hasar mekanizmalarını tetikleyerek drenaj sisteminin performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu çalışmada, farklı dane çapı dağılımlarına ve şekilsel özelliklere sahip üç farklı granüler drenaj malzemesi ile drenaj amaçlı kullanılan iki farklı geosentetik malzemenin yüksek düşey gerilmeler altındaki davranışı deneysel olarak incelenmiştir. Deneysel çalışmalar, 400 mm × 400 mm × 200 mm iç boyutlarına sahip rijit bir çelik deney kutusu kullanılarak kontrollü laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Deney numuneleri, geosentetik malzemenin deney kutusu içerisine serilmesi, granüler drenaj malzemesinin yerleştirilmesi ve bohçalama işleminin uygulanması ile hazırlanmıştır. Hazırlanan sistemler, saha uygulamalarında karşılaşılabilecek maksimum düşey gerilme seviyelerini temsil edecek şekilde eksenel yüklemeye tabi tutulmuştur. Elde edilen bulgular, granüler drenaj malzemelerinin özelliklerinin geosentetik hasar mekanizmaları ve drenaj sistemi performansı üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Granüler Zeminler, Geosentetikler, Drenaj Sistemleri, Zemin-Geosentetik Etkileşimi

INTRODUCTION

Geosynthetic materials are widely used in geotechnical engineering applications to improve soil behaviour under variable loading and drainage conditions, enhance system performance, and extend service life. Materials such as geotextiles, geomembranes, geocells, and EPS Geofoam are commonly employed in embankments, pavement systems, retaining structures, and drainage applications, where they contribute to controlling deformation and regulating load transfer at soil–structure interfaces (Koerner, 2012; Bathurst et al., 2011; Shukla & Yin, 2021). Among geosynthetics, geotextiles are extensively used for separation, filtration, and drainage purposes and operate in direct contact with granular soils. Consequently, the mechanical interactions developed at the granular soil–geotextile interface play a critical role in governing the overall system response. Interface shear and deformation behaviour at this contact is influenced by a combination of soil particle size distribution, particle shape, fines content, geotextile surface texture and structural properties, as well as the applied normal stress level (Palmeira, 2009; Fox & Stark, 2004; Frost et al., 2012; Ingold et al., 2020)

Previous studies have demonstrated that the performance of soil–geotextile systems is governed not only by the tensile properties of the geotextile, but predominantly by interface interaction mechanisms (Shukla, 2012; Morsy et al., 2019; Aboelwafaet al., 2019). Bhandari and Han (2010) showed that under repeated vertical loading, the behaviour of geotextile–granular soil systems is controlled by interface friction and particle–fiber interaction rather than by geotextile tensile strength alone. Similarly, Rashidian et al. (2018) highlighted the critical influence of soil gradation and fines content on geotextile performance, reporting that unsuitable soil–geotextile combinations can significantly reduce system efficiency.

For drainage applications, the influence of high normal stresses becomes particularly significant. Under increasing vertical stresses, geotextiles may experience pore constriction, fiber deformation, and structural damage, which promote the retention and migration of fine particles into the geotextile structure. This process accelerates clogging and blinding mechanisms, leading to a progressive reduction in hydraulic conductivity and drainage capacity (Du et al., 2022; Zhang et al., 2024). Experimental studies have further shown that although geotextiles may initially enhance interface shear resistance through improved contact and drainage effects, excessive normal stresses can increase deformation and damage potential,

adversely affecting long-term filtration and drainage performance (Razeghi & Ensani, 2023; Markou & Evangelou, 2025; He et al., 2025).

Soil particle characteristics play a key role in these mechanisms. While coarse and angular particles tend to increase interface friction, a high fines content and wide particle size distribution significantly increase the risk of clogging and permeability loss in geotextile drainage systems (Choudhary & Murali Krishna, 2016; Awdhesh et al., 2011; Hosseinpour et al., 2025; Hossain et al., 2012). This issue becomes particularly critical in high embankments and deep drainage layers, where geotextiles are subjected to sustained high normal stresses over long service periods (Du et al., 2022; Zhang et al., 2024).

Although extensive research has focused on the reinforcement function of geotextiles, studies addressing structural damage, interface interaction, and clogging behaviour of drainage geotextiles under high normal stresses remain limited. In particular, the combined effects of soil particle size distribution and particle shape on geotextile deformation and long-term drainage performance have not been sufficiently quantified. Therefore, the present study aims to experimentally investigate the mechanical damage, interface behaviour, and drainage performance of drainage-oriented geotextiles in contact with granular soils of different gradations and particle morphologies under high vertical stress conditions.

MATERIAL AND METHOD

This study involved conducting loading tests under various vertical stress levels using three granular drainage backfills with particle size ranges of 12–19 mm, 15–25 mm and 5–38 mm. These were combined with geotextile and geocomposite materials to consider relevant application and field practice conditions. In addition to the drainage backfill, fine-grained, low-plasticity sandy-silty-clayey soil was used as the backfill material surrounding the test samples, in order to represent typical field conditions. The following section provides detailed information on the granular drainage materials, fine-grained backfill soil and geotextile and geocomposite materials employed in the experimental programme.

Backfill and Drainage Materials

In civil engineering, the mechanical behaviour of granular soils and their interaction with construction materials is largely determined by properties at the particle. The distribution and shape of particles determine contact conditions and force transfer, thereby directly influencing the shear behaviour that occurs at soil-structure interfaces. Therefore, for a reliable evaluation of interface shear parameters, soil gradation, particle morphology, stress conditions and the surface properties of the interacting materials must be considered (Mitchell & Soga, 2005; Araasan et al., 2011; Vandel et al., 2020). This study used three granular drainage materials with similar morphological characteristics and different particle size distributions, as well as a sandy-silty-sandy soil with a low clay content for backfilling. Figure 1 shows the general appearance of these soils, and Table 1 presents their classification according to the system proposed by Powers (1953). The granular material with a particle size distribution ranging from 5 to 38 mm was designated as Soil A, while the materials with particle sizes between 15 and 25 mm and between 12 and 19 mm were referred to as Soil B and Soil C, respectively.

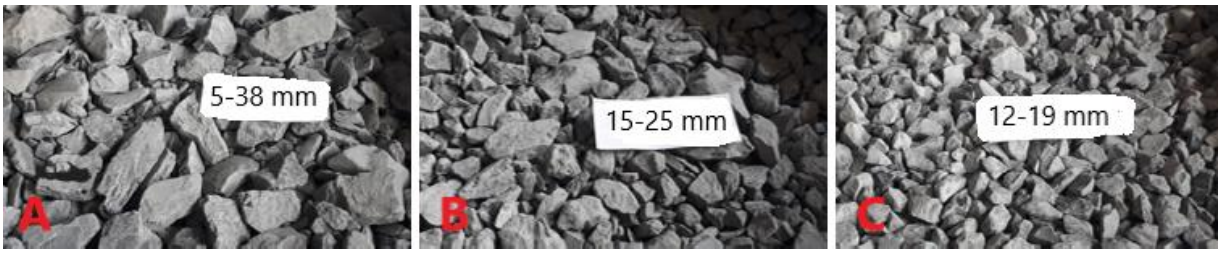


Figure 1. General view of drainage materials

Table 1. Classification of shape properties

Powers (1953)					
	Very Angular	Angular	Sub-Angular	Sub-Rounded	Rounded
This study	-	-	A-B-C	-	-

The index and physical properties of the three drainage and backfill materials, as determined from laboratory testing, are summarized in Table 2.

Table 2. Index and physical properties of soils

Soil ID	Range of grain size (mm)	Los Angeles abrasion, (%)	Permeability, k (cm/sec)	Slake durability (%)	Liquid limit, LL (%)	Plastik limit, PL (%)	Classification (USCS)
A	5-38	14.3	4.08	99.4	-	-	GP
B	15-25	13.5	3.37	99.1	-	-	GP
C	12-19	13.8	3.54	99.3	-	-	GP
D	<0.425	-	0.024	-	22.0	14.0	CL

A Modified Proctor compaction test was conducted to determine the compaction conditions of the low-plasticity clayey–silty–sandy soil intended for use in an airport embankment, and the corresponding compaction parameters were obtained (Figure 2).

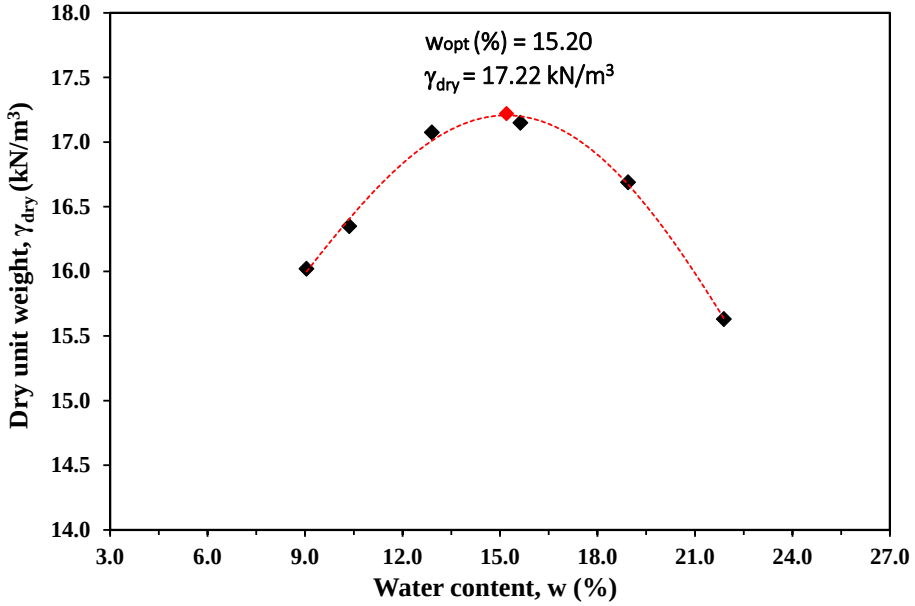


Figure 2. Compaction curve for backfiil

Based on the resulting compaction curve, the optimum moisture content (wopt) was determined to be 15.20%, and the maximum dry unit weight (γ_{drymax}) was found to be 17.22 kN/m^3. In laboratory loading tests, the soil placed above and below the encapsulated geotextile and geocomposite specimens was compacted according to these values for optimum moisture content and dry unit weight.

Geotextile and Geocomposite

In this study, nonwoven geotextile (B) and geocomposite (A) materials used for drainage purposes were investigated as alternative drainage solutions (Figure 3). The main objective of the study is to comparatively evaluate the mechanical damage, interface interaction, and drainage performance exhibited by these two geosynthetic materials under high vertical stress conditions. Within this framework, the study aims to identify which drainage system, among materials with different structural characteristics, performs more effectively and with less damage under high stress levels.

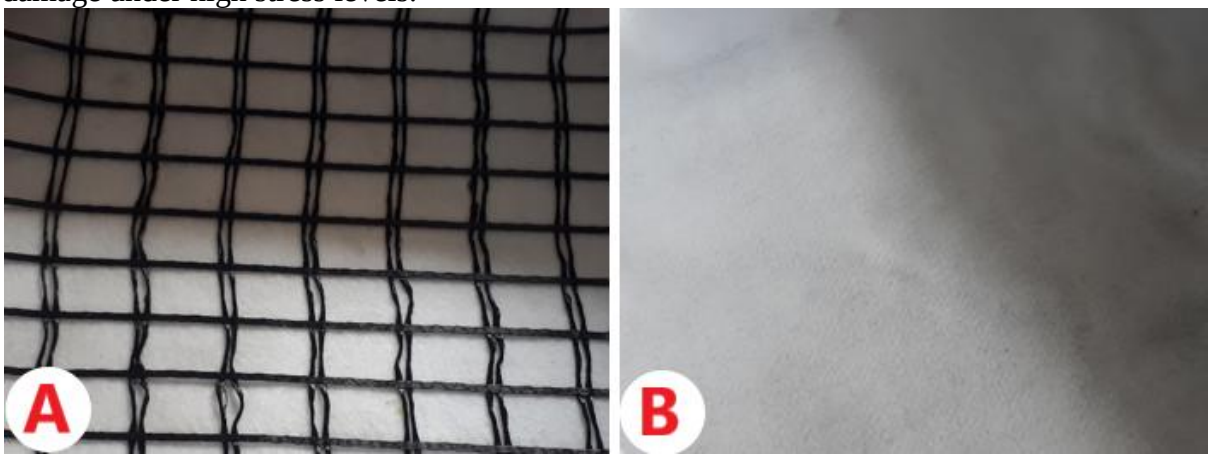


Figure 3. Drainage materials a) geocomposite b) geotextile

Experimental Setup

In field applications, the thickness of fills constructed over drainage systems may exceed 50 m. Therefore, the vertical stress levels applied in the laboratory tests were determined based on the unit weight obtained from compaction tests conducted on the fill soil. Using this approach, the stress conditions that drainage systems may experience under field conditions were realistically simulated, and laboratory loadings were applied incrementally up to approximately 1100–1150 kPa. Loading tests were performed using three different granular drainage materials with particle size ranges of 12–19 mm, 15–25 mm, and 5–38 mm, in combination with nonwoven geotextile and geocomposite materials. All tests were conducted on encapsulated (wrapped) geosynthetic systems, following practical application procedures. The experiments were carried out in a rigid test box with dimensions of 40 cm × 40 cm × 20 cm, and two different base conditions were considered. In the first scenario, a 3 cm thick compacted fill layer was placed at the bottom of the box (Figure 4a). After placing the geosynthetic layer and the granular drainage material, the system was encapsulated (Figure 4b). Subsequently, an additional 3 cm thick compacted fill layer was placed above the encapsulated system, a rigid loading plate was installed, and incremental loading was applied (Figure 4c). In the second scenario, the geosynthetics were placed directly on the rigid base of the test box. Following encapsulation, a rigid plate was positioned on top of the system, and incremental loading was applied. The load was transferred to the system through a loading piston positioned at the top of the test box (Figure 4d). A 1000 kN capacity loading system was used in all tests, and the applied load was increased incrementally until the target vertical stress levels were

reached. Once the predefined stress levels were achieved, the tests were terminated without applying any holding period.

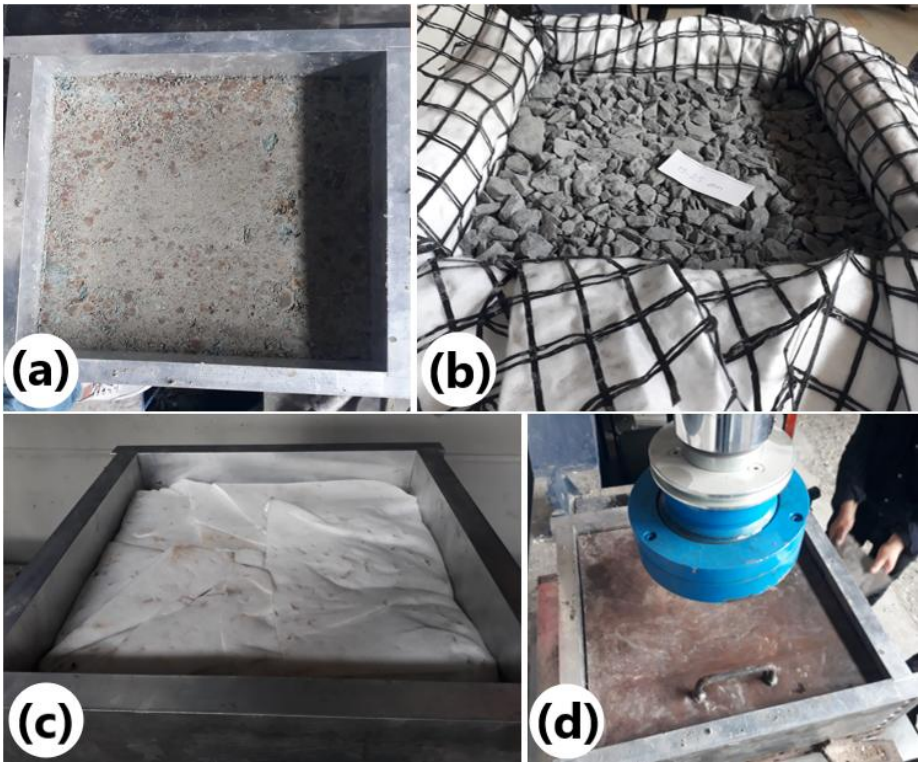


Figure 4. Experimental setup a) compacted fill layer at the base of the test box b) placement of the geosynthetic–drainage system c) encapsulation d) application of vertical load

RESULTS AND DISCUSSION

The findings obtained from the experimental programme are discussed in relation to three main aspects. Firstly, the performance of two different geosynthetic materials against structural damage under high vertical stress conditions is evaluated. Secondly, the resistance to crushing and degradation of granular drainage materials with different particle size distributions is compared at high stress levels. Finally, the influence of the stiffness of the underlying and overlying layers on the behaviour of the geosynthetics and the performance of the drainage backfill is examined.

Performance of Geosynthetics Against Structural Damage Under High Vertical Stresses

The behavioural response of nonwoven geotextiles and geocomposites under high vertical stresses is evaluated in terms of structural performance. The geotextile is in direct contact with the granular drainage material and its fibrous, highly porous structure makes it susceptible to localised contact stresses induced by coarse particles (Koerner, 2012; Palmeira, 2009). By contrast, the geocomposite can redistribute some of the applied load over a wider area. This results in a more stable deformation response under high stress conditions (Fox & Stark, 2004; Razeghi & Ensani, 2023). This fundamental structural difference explains why the two geosynthetics behave differently under elevated vertical stresses. The experimental programme involved testing three granular drainage fills with particle size ranges of 12–19 mm, 15–25 mm and 5–38 mm. Both the geotextile and the geocomposite were subjected to identical experimental conditions for each drainage material and loaded incrementally up to a vertical

stress level of approximately 1150 kPa. The resulting structural damage observed in the geosynthetics is presented in Figure 5a for the geotextile and Figure 5b for the geocomposite.

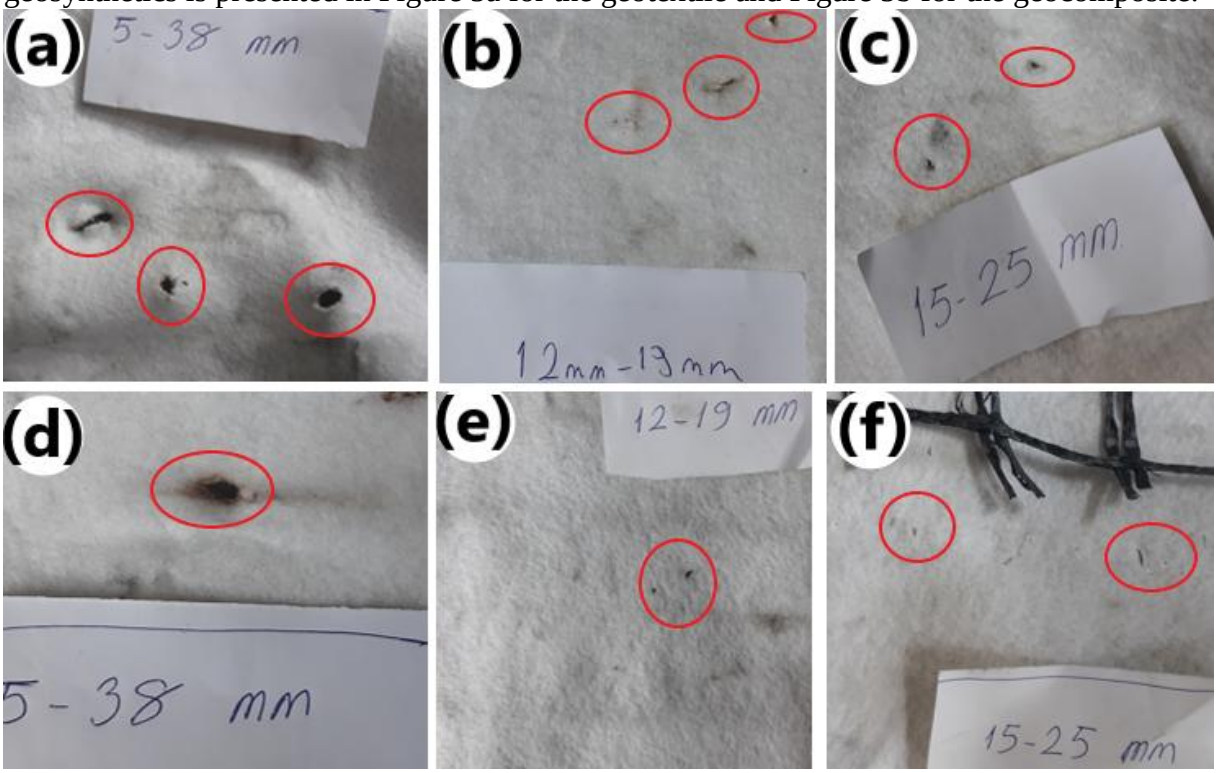


Figure 5. Defects in geosynthetics a-c) geotextile d-f) geocomposite

In all test conditions, the structural damage observed in the geotextile was more severe than that observed in the geocomposite. This behaviour can be attributed to the direct interaction between coarse, angular particles and the fibrous surface of the geotextile. This interaction promotes localised puncturing, fibre breakage and excessive deformation under high contact stresses (Du et al., 2022; Zhang et al., 2024). Previous studies have also found that nonwoven geotextiles undergo pore constriction, mechanical degradation and reduced filtration performance when subjected to high normal stresses (Hossain et al., 2012; Markou & Evangelou, 2025). In contrast, the composite structure of the geocomposite enables the drainage core and cover layers to work together, thereby reducing stress concentration and limiting the development of damage. Consequently, geocomposites demonstrate greater resistance to structural damage under high-stress drainage conditions than nonwoven geotextiles.

Influence of High Vertical Stress on Particle Breakage of Granular Drainage Backfills

In granular drainage fills, load transfer occurs primarily through particle–particle contacts; therefore, under high vertical stresses, stress concentrations tend to localize at these contact points. As particle size increases, the number of contacts per unit volume generally decreases, meaning that the applied macroscopic stress is transmitted through a smaller number of contacts, resulting in higher contact forces. This condition promotes the development of force chains and amplifies local stress concentrations, which can accelerate crack initiation and propagation mechanisms, particularly in angular particles, ultimately increasing the tendency for particle breakage and crushing (McDowell & Bolton, 1998). Consistent with this mechanism, axial loading tests conducted in this study showed that drainage fills with larger particle size ranges exhibited more pronounced particle breakage and fragmentation (Figure 6). These findings highlight that, especially in high embankments where fill heights may exceed

50 m and drainage layers are subjected to sustained high stress levels, the selection of drainage materials with appropriate particle size distributions and particle shapes that are more resistant to crushing is of critical importance (Coop et al., 2004)

Figure 6. Particle breakage of granular drainage backfills

Effect of Subgrade Stiffness on Geosynthetic–Drainage Fill Interaction under High Stresses

In drainage systems located beneath high embankments, the stiffness of the underlying support layer is crucial in controlling geosynthetic damage caused by interaction with granular drainage materials. When the drainage system rests on a rigid subgrade, vertical stresses transmitted from the granular fill are transferred with limited deformation. This leads to high contact stresses concentrated at the geosynthetic–subgrade interface. Under these conditions, stress concentrations at the points where the particles and geosynthetic touch intensify, particularly with coarse and angular drainage materials. This promotes structural damage mechanisms such as puncturing, tearing and localised crushing of the geosynthetic. Conversely, when a low-plasticity silty-sandy-clayey soil is used as a bedding layer, the subgrade's relatively flexible response facilitates stress redistribution over a wider contact area. This stress attenuation significantly reduces the localized contact stresses acting on the geosynthetic, resulting in a noticeable decrease in structural damage at base level. Experimental observations further indicate that geosynthetic damage increases markedly with increasing particle size of the drainage backfill, for both rigid and deformable subgrade conditions. These findings demonstrate that the performance of drainage systems in high embankment applications is governed not only by the type of geosynthetic and the characteristics of the drainage aggregate, but also by the stiffness of the underlying support layer. Therefore, subgrade stiffness must be explicitly considered when designing geosynthetic-based drainage systems that are subject to high vertical stresses.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATION

In this study, the behaviour of three granular drainage backfill materials with similar particle shape characteristics but different particle size ranges was investigated experimentally under high vertical stress using two geosynthetic materials. The mechanisms of particle breakage and crushing within the drainage backfill, together with the structural damage to the geosynthetics, were evaluated together. The main findings of the study can be summarised as follows:

Structural damage was observed in the geosynthetic materials under high vertical stress conditions for all experimental configurations. While the level of damage to the geocomposites was lower than that to the geotextiles, neither type of geosynthetic remained completely undamaged at high stress levels. The most severe damage occurred in tests where the geosynthetic material was placed directly on a rigid base in combination with 5–38 mm drainage fill. Conversely, the least damage occurred when the geocomposite was combined with 12–19 mm drainage fill and a 3 cm thick compacted fill layer was placed below and above the drainage system.

The gravel materials used as drainage backfill had relatively high Los Angeles abrasion resistance values, despite exhibiting noticeable particle breakage and crushing when subjected to high vertical stresses. This behaviour became increasingly pronounced with increasing particle size. A clear correlation was identified between the extent of particle breakage within the drainage backfill and the severity of the structural damage observed in the geosynthetic materials.

In drainage systems beneath high embankments, the stiffness of the supporting layer is critical in controlling geosynthetic damage. Significantly higher levels of geosynthetic damage were observed under rigid support conditions, whereas using a more compliant supporting layer within allowable settlement limits effectively reduced the structural damage to the geosynthetics.

This study did not explicitly investigate the influence of the drainage fills' particle shape characteristics. However, it is evident that particle shape directly affects both particle breakage mechanisms and geosynthetic damage. Therefore, future studies examining the effects of particle shape, surface roughness and angularity on the long-term mechanical performance of geosynthetic drainage systems under high stress conditions in greater detail are recommended

REFERENCES

Aboelwafa, M. M., Roodi, G. H., & Zornberg, J. G. (2019). Characterization of soil–geosynthetic interaction properties along various directions. In Geotechnical Engineering in the XXI Century: Lessons Learned and Future Challenges (pp. 365–373). IOS Press. https://doi.org/10.3233/STAL190060

Arasan, S. (2011). Görüntü analizi ile granüler zeminlerin bazı geoteknik özelliklerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi. (in Turkish).

Awdhesh, K. C., & Murali Krishna, A. (2011). Soil–geosynthetics interaction properties for different types of soil. In Proceedings of the Indian Geotechnical Conference 2011 (Paper No. J-282), Kochi, India.

Bathurst, R. J., Allen, T. M., & Walters, D. L. (2011). Reinforcement loads in geosynthetic reinforced soil walls and slopes. Geotextiles and Geomembranes, 29(6), 548–562. https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2011.07.002

Bhandari, A., & Han, J. (2010). Numerical study of geotextile-reinforced granular base under cyclic loading using discrete element method. Proceedings of GeoFlorida 2010, ASCE, Reston, VA.

Choudhary, A. K., & Murali Krishna, A. (2016). Interface behaviour of granular soil with geosynthetics. Geotextiles and Geomembranes, 44(5), 720–731. https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2016.04.006

Coop, M. R., Sorensen, K. K., Bodas Freitas, T., & Georgoutsos, G. (2004). Particle breakage during shearing of a carbonate sand. Géotechnique, 54(3), 157–163. https://doi.org/10.1680/geot.2004.54.3.157

Du, C., Xu, C., Yang, Y., & Wang, J. (2022). Filtration performance of nonwoven geotextile filtering fine-grained soil under normal compressive stresses. Applied Sciences, 12(24), 12638. https://doi.org/10.3390/app122412638

Fox, P. J., & Stark, T. D. (2004). State-of-the-art report: Geosynthetic-reinforced slopes. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 130(6), 660–672. https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2004)130:6(660)

Frost, J. D., DeJong, J. T., & Recalde, M. (2012). Microscale interactions at soil–geosynthetic interfaces. KSCE Journal of Civil Engineering, 16(1), 79–92. https://doi.org/10.1007/s12205-012-1476-x

He, P., Hou, G., Cao, H., & Yue, F. (2025). The influence of geosynthetic properties on their shear behaviors at the interface with frozen soil. Geotextiles and Geomembranes, 53, 497–509. https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2024.11.011

Hossain, M. B., Hossain, M. Z., & Sakai, T. (2012). Interaction properties of geosynthetic with different backfill soils. International Journal of Geosciences, 3, 1033–1039. https://doi.org/10.4236/ijg.2012.35104

Hosseinpour, I., Payan, M., Jamshidi Chenari, R., & Chenari, R. J. (2025). Simultaneous effects of fines content, particle size distribution and particle shape on shear behavior of sand–geotextile interfaces. International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering, 11, Article 39. https://doi.org/10.1007/s40891-024-00439-x

Ingold, T. S., Miller, K. S., & Sharma, J. S. (2020). Interface shear behaviour of soil–geotextile systems under monotonic loading. Geotextiles and Geomembranes, 48(4), 541–553. https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2020.03.004

Koerner, R. M. (2012). Designing with geosynthetics (6th ed.). Pearson.

Markou, I., & Evangelou, C. (2025). Shear behavior of cohesive soil–geotextile interfaces under normal stress conditions. International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering.

McDowell, G. R., & Bolton, M. D. (1998). On the micromechanics of crushable aggregates. Géotechnique, 48(5), 667–679. https://doi.org/10.1680/geot.1998.48.5.667

Mitchell, J. K., & Soga, K. (2005). Fundamentals of soil behavior (3rd ed.). Wiley.

Morsy, A. M., Zornberg, J. G., Han, J., & Leshchinsky, D. (2019). A new generation of soil-geosynthetic interaction experimentation. Geotextiles and Geomembranes, 47(4), 459–476. https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2019.04.001

Palmeira, E. M. (2009). Soil–geosynthetic interaction: Modelling and analysis. Geotextiles and Geomembranes, 27(5), 368–390. https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2009.04.002

Powers, M. (1953). A new roundness scale for sedimentary particles. Journal of Sedimentary Research, 23(2). https://doi.org/10.1306/D4269567-2B26-11D7-8648000102C1865D

Rashidian, V., Naeini, S. A., & Mirzakhanlari, M. (2018). Laboratory testing and numerical modelling on bearing capacity of geotextile-reinforced granular soils. International Journal of Geotechnical Engineering, 12(3), 241–251. https://doi.org/10.1080/19386362.2016.1269042

Razeghi, H. R., & Ensani, A. (2023). Clayey sand soil interactions with geogrids and geotextiles using large-scale direct shear tests. International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering, 9, 24. https://doi.org/10.1007/s40891-023-00443-0

Shukla, S. K. (2012). Handbook of geosynthetic engineering (2nd ed.). ICE Publishing.

Shukla, S. K., & Yin, J. H. (2021). Fundamentals of geosynthetic engineering. CRC Press.

Vandel, E., Vaasma, T., & Sugita, S. (2020). Application of image analysis technique for measurement of sand grains in sediments. MethodsX, 7, 100981. https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.100981

Zhang, Y., Liu, H., Chen, J., & Wang, X. (2024). Effect of normal stress on filtration and clogging behavior of geotextile–granular soil systems. Geotextiles and Geomembranes, 52, 112–123.

TÜRK KAHVESİ PİŞİRME SÜRECİNİN REFLEKTİF OPTİK ALGILAMA TABANLI KONTROLÜ

Salih AÇIKEL
Deka Elektronik, Arge Merkezi, 34518, Esenyurt, İstanbul
ORCID: 0009-0002-4153-3703
Serkan ŞENGÜL
Deka Elektronik, Arge Merkezi, 34518, Esenyurt, İstanbul
ORCID: 0009-0008-2568-0264
Soner PATAN
Deka Elektronik, Arge Merkezi, 34518, Esenyurt, İstanbul
ORCID: 0009-0002-6734-2710
Ünal KÜÇÜK
İstanbul Arel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 34537, Büyükçekmece, İstanbul
ORCID: 0000-0001-9099-1570
Ömer IŞIK
İstanbul Arel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 34537, Büyükçekmece, İstanbul
ORCID: 0000-0002-0726-9446

ÖZET
Günümüzde otomasyon teknolojilerindeki gelişmeler, geleneksel gıda ürünlerinin hazırlanmasına yönelik daha hassas ve güvenilir yaklaşımların geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Özellikle Türk kahvesi gibi pişirme sürecindeki küçük sapmaların dahi ürün kalitesini önemli ölçüde etkilediği uygulamalarda, pişirme sürecinin doğru ve kararlı bir şekilde denetlenmesi büyük önem taşımaktadır. Otomatik Türk kahvesi makinelerinde yaygın olarak kullanılan geleneksel algılama yöntemleri, heterojen yapıdaki karışımlarda ısı dağılımının düzgün olmaması ve çevresel koşullara duyarlılık nedeniyle sınırlı güvenilirlik sunabilmektedir. Ayrıca pişirme kabı içerisine sensör yerleştirilmesi, hijyen, bakım gereksinimleri ve kullanıcı deneyimi açısından çeşitli dezavantajlar doğurmaktadır.
Bu çalışmada, otomatik Türk kahvesi makineleri için pişirme kabının üzerine konumlandırılan reflektif optik algılamaya dayalı, temassız ve tek algılayıcılı bir pişirme kontrol yöntemi önerilmektedir. Pişirme süreci boyunca yüzeyde meydana gelen köpüklenme, hacim artışı ve dinamik yüzey davranışlarının yansıyan ışık miktarı üzerindeki etkileri analiz edilerek, en uygun pişme anının belirlenmesine yönelik algoritmalar geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşımın doğrulanması amacıyla, optik yansıma verileri referans olarak kullanılan pişirme kabı içi bir sıcaklık algılayıcısından elde edilen ölçümlerle karşılaştırılmıştır. Deneysel sonuçlar, optik olarak tespit edilen hacim artış noktasının ideal pişirme sıcaklığı aralığı ile tutarlı biçimde örtüştüğünü ve önerilen sistemin %97,5 doğruluk oranı ile Türk kahvesi pişirebildiğini göstermektedir. Düşük maliyetli bir optik algılayıcı kullanılarak temassız ölçüm yapılmasına olanak tanıyan bu yaklaşım, yüzeyde meydana gelen fiziksel değişimlerin algoritmik olarak yorumlanması sayesinde karar mekanizmasının kararlılığını artırmakta ve karışım bileşimi ile çevresel koşullardaki değişkenliklerden kaynaklanan hatalı kestirimleri azaltmaktadır. Sonuç olarak önerilen yöntem, taşma riskini düşüren ve ürün kalitesinde tutarlılığı artıran daha akıllı otomatik Türk kahvesi pişirme sistemleri için etkili ve uygulanabilir bir çözüm sunmaktadır.
Anahtar kelimeler: Reflektif optik algılama, pişirme kontrolü, sistem tanıma, temassız süreç kontrolü.

REFLECTIVE OPTICAL SENSING–BASED CONTROL OF THE TURKISH COFFEE COOKING PROCESS

ABSTRACT

Recent advances in automation technologies have enabled the development of more precise and reliable approaches for the preparation of traditional food products. In particular, for Turkish coffee, where minor deviations in the cooking process can significantly affect product quality, accurate and stable process control is essential. Conventional sensing methods used in automatic Turkish coffee machines often exhibit limited reliability in heterogeneous mixtures due to non-uniform heat distribution and sensitivity to environmental conditions. Moreover, placing sensors inside the cooking vessel introduces practical drawbacks related to hygiene, maintenance, and user convenience.

This study proposes a contactless, single-sensor cooking control method based on reflective optical sensing, in which the sensor is positioned above the cooking pot. During the cooking process, variations in reflected light caused by surface phenomena such as foaming, volumetric expansion, and dynamic surface behavior are analyzed to determine the optimal cooking endpoint. To validate the proposed approach, optical reflection data are compared with temperature measurements obtained from a reference in-pot sensor. Experimental results demonstrate that the optically detected volumetric expansion point consistently corresponds to the ideal cooking temperature range, and that the proposed system achieves a cooking accuracy of 97.5%. By enabling non-invasive measurement using a low-cost optical sensor and algorithmic interpretation of surface-level changes, the proposed method enhances decision stability and reduces erroneous estimations arising from variations in mixture composition and environmental conditions. Consequently, the proposed approach offers an effective and practical solution for intelligent automatic Turkish coffee cooking systems with reduced overflow risk and improved consistency in product quality.

Keywords: Reflective optical sensing, cooking control, system identification, contactless process control.

1. GİRİŞ

Geleneksel Türk kahvesi hazırlama yöntemleri arasında en yaygın olanı ocak üzerinde cezvede pişirmedir. İnce öğütülmüş kahve, soğuk su ve isteğe bağlı olarak şeker cezve içerisinde homojen bir karışım elde edilecek şekilde karıştırılmakta ve düşük ısıda kaynama noktasına ulaşmadan ısıtılmaktadır (Yüksel & Bayram, 2018). Türk kahvesinin karışımın seviyesi, 85-95°*C* arasında kaynama noktasına yaklaştıkça yükselir. Isıtıcı, karışım kaynamadan önce ancak kahvenin üzerinde mümkün olduğunca fazla köpük oluştuğunda kapatılmalıdır (Tan & Bursa, 2014). Sıcaklık profili, ısıl iletim koşulları ve köpük oluşumunun zamanlaması gibi parametreler bu yöntemin kalitesini belirleyen temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır (Küçükkömürler & Özgen, 2009).

Yine geleneksel bir yöntem olan köz üzerinde pişirme yöntemi ise daha yavaş ve homojen bir ısı transferi ile geleneksel bir yaklaşım sunmaktadır. Cezvenin köz üzerinde kontrollü bir şekilde ısıtılması, sıcaklığın ani dalgalanmalardan korunmasını ve kahvenin aromasının daha dengeli bir biçimde gelişmesini sağlamaktadır. Bu yöntem, pişirme süresinin uzaması nedeniyle ocak üstü pişirmeye kıyasla daha zengin aromatik bileşenlerin açığa çıkmasına imkân tanımakta ve duyusal açıdan farklı bir tat profili sunmaktadır (Küçükkömürler & Özgen, 2009).

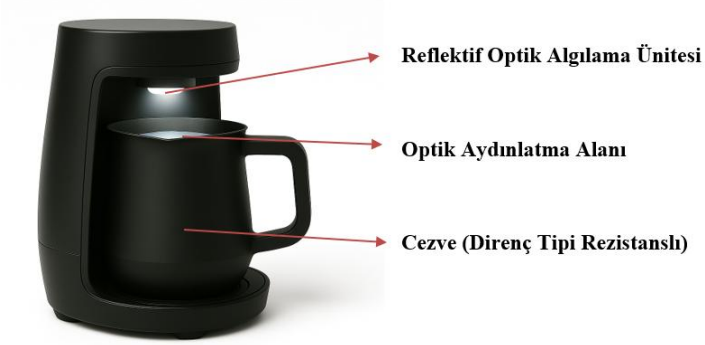
2000'li yılların başında pişirme kontrolünü kendi sensör ve algoritmalarıyla yapabilen otomatik elektrikli Türk kahvesi makinelerinin üretimine başlanmıştır. Bu makinelerde kahve karışımının sıcaklık profili veya fiziksel özellikleri izlenerek pişirme süreci kontrol edilmektedir. Böylece taşma riski azaltılmakta ve istenilen tat, aroma ile doku özelliklerinin elde edilmesi hedeflenmektedir (Bursa, 2024). Otomatik Türk kahvesi makinelerinde ısıtma işlemi genellikle rezistanslar veya indüksiyon tabanlı ısıtıcılar ile gerçekleştirilir. Bu sistemlerde, geleneksel cezveyle pişirme sürecine benzer bir ısı profili oluşturabilmek için ısıtıcı gücü hassas biçimde kontrol edilebilir. Bu amaçla makinelerde közde pişirmeyi ve ocak üzerinde pişirmeyi taklit eden iki farklı pişirme modu bulunmaktadır. Közde pişirme modu, sıcaklığı daha kontrollü vererek kahve aromasının geleneksel tada daha yakın olmasını sağlar. Çift taşım olarak da adlandırılan diğer modda ise kahve, iki kez pişme sıcaklığına getirilip bırakılarak yoğun köpük oluşumu sağlanmaktadır (Kısla, 2013). Ayrıca bazı güncel makinelerde sütlü kahve yapabilmeyi sağlayan bir mod da bulunmaktadır (Elmacı v.d., 2022).
Bu cihazlarda günümüzdeki ilerlemeler, otomasyonun gerçekleşmesini mümkün kılan sensör teknolojilerinin geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi ile yakından ilişkilidir. Bu bağlamda hem yeni sensörlerin kullanıma girmesi hem de daha düşük maliyetli sensörlerin etkin biçimde kullanılabilmesini sağlayan algoritmalarının geliştirilmesi, sürecin temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. Söz konusu gelişmeler, yalnızca sensör donanımlarındaki ilerlemelerle sınırlı kalmayıp aynı zamanda veri işleme ve analiz tekniklerindeki yeniliklerle de desteklenmektedir. Özellikle hassasiyet gerektiren pişirme süreçlerinde, doğru sensör verilerinin güvenilir biçimde elde edilmesi ve bu sinyallerin anlık olarak işlenerek, doğrudan ölçülmesi mümkün olmayan özelliklerin çıkartılması kritik bir rol oynamaktadır.
Pazarda belirli bir olgunluğa ulaşmış Türk kahvesi makinelerinde, pişirme sürecinin doğru zamanda sonlandırılması en kritik parametrelerden biridir. Pişirme süresi doğru ayarlanmadığında kahve çiğ kalabilmekte, köpüksüz olabilmekte veya yanık bir tat oluşabilmektedir. Bu nedenle pişirme sürecinin kontrolünde kullanılan algılayıcı sistemler, kahve kalitesinin sürekliliğini sağlama açısından büyük önem taşımaktadır (Dönerkayalı & Türker, 2020). Pişirme süreçlerinin izlenmesine yönelik yöntemler arasında, sıcaklık profilinin belirlenmesi amacıyla çeşitli sensör teknolojilerinden yararlanılmaktadır. Bu kapsamda, negatif ısı katsayısı (NTC) sensörleri, kızılötesi (IR) sıcaklık sensörleri, termopil sensörleri ile sıcaklığa bağlı olarak karakteristikleri değişen pasif veya aktif devre elemanlarının kullanımı yaygın bir şekilde görülmektedir (Yüksel & Bayram, 2018; Dönerkayalı & Türker, 2020).
Ancak doğrudan sıcaklığa bağlı ölçümler pek çok karışımın pişme noktasının tespiti için tek başına yeterli ve güvenilir sonuçlar üretmeyebilir. Yiyecek ya da sıvı karışımındaki başlangıç durumundaki değişimler, cismin pişme noktasındaki sıcaklığının farklı olmasına sebep olabilir. Yine bu karışımın bulunduğu ortam koşulları da pişme sıcaklığını etkileyebilir. Ayrıca bu tip elektrikli cihazlar içinde bulunan ve karışımı ısıtan indüktif ya da rezistif ısıtıcıların yaydığı ısı sebebiyle sensörün bulunduğu nokta karışımdan farklı bir sıcaklık profiline sahip olabilir (Dönerkayalı & Türker, 2021). Özellikle IR ya da sıcaklığın uzaktan ölçülmesine bağlı diğer sensörlerde ölçümün sonuçlarını etkileyen pek çok faktör bulunmaktadır. Bu sebeplerden dolayı sıcaklık profili, her karışımın pişme noktasını net şekilde bulamayabilir ve pişirme istenilen şekilde kontrol edemeyebilir (Dönerkayalı & Türker, 2021).
Pişme noktasını belirlemek için kullanılan dolaylı yöntemlerde, pişen karışımın davranışındaki değişimler temel alınır. Çiğ, pişmiş ve fazla pişmiş durumları birbirinden belirgin şekilde ayrılabilen karışımlar bu yöntemle incelenebilir. Özellikle sıvı karışımlarda; hacim, renk, buharlaşmaya bağlı nemlilik, ışık yansıtma özelliği ve kapasitif yük gibi fiziksel özellikler pişme süreci boyunca değişmektedir. Bu karakter değişim profili, özellikle kahve gibi pişirme

sürecinin hassas takip edilmesi gereken karışımların pişme noktasını belirlemede çok açık bir belirteç olarak kullanılabilir (Yüksel & Bayram, 2018). Geleneksel bir kahve çeşidi olan Türk kahvesinde de benzer değişim profillerinden yararlanılarak ısıtma derecesinin etkin biçimde kontrol edilmesi ve pişme noktasının doğru şekilde tespit edilmesi mümkündür.

Hedef doğrultusunda bu çalışmada, otomatik Türk kahvesi makinelerinde kullanılmak üzere tek sensör tabanlı yeni bir yöntem geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşım ile kahve karışımının pişme süreci boyunca sergilediği fiziksel değişimlerden yararlanarak hem kahve hacmini doğru biçimde tahmin etmekte hem de pişme noktasını hassas biçimde belirleyerek tat profilinin ideal durumda korunmasını amaçlamaktadır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında ticari olarak çalışılan reflektif (yansıma) özellikli kahve makinesi geliştirilmiştir. Bu makine üretim açısından ekonomik çözümler sunması amacıyla bir reflektif optik algılama teknolojisi kullanılarak tasarlanmıştır. Bu sistemde cezveye üstten bakan beyaz ışık led ünitesi ve yansıyan ışığı algılaması için ışığa bağlı direnç (LDR) devresi bulunmaktadır.



Şekil 1. Geliştirilen otomatik Türk kahvesi cihazı.

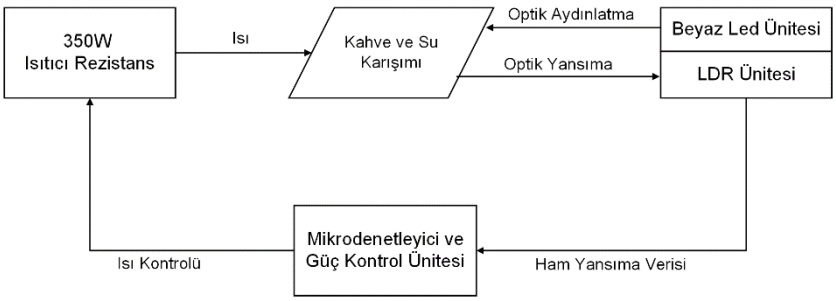
Şekil 1.'de geliştirilen Türk kahve makinesinde, reflektif optik algılama ünitesi yerleşimi ve cezve konumlandırılması görülmektedir.

Cezvenin içinde gömülü olarak bulunan ısıtıcı rezistans ile kahvenin pişmesi sağlanmaktadır. Rezistans, yaklaşık 350W güç tüketimi yapacak şekilde programlanmıştır. Kahve karışımının yüzeyini aydınlatmak için çalışmada beyaz led kullanılmıştır.

Reflektif optik algılama ünitesinde ışık algılayıcı olarak ışığa duyarlı direnç (LDR) kullanılmıştır. LDR üzerine düşen ışık miktarına bağlı olarak ters orantılı bir direnç değişimi gösteren bir devre elemanıdır. LDR'nin düşük maliyetli olması ve görünür ışığa duyarlı olması sebebiyle bu çalışmada kullanılmıştır (Özçelik, 2017).

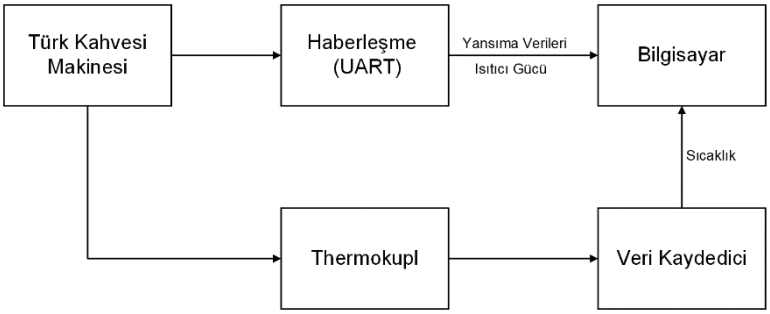
Pişirme sürecinde ısıtılmaya bağlı olarak kahve karışımında meydana gelen hacim artışı, renk değişimi ve köpük oluşumu gibi parametreler kahvenin ışık yansıtıcılığını değiştirmektedir. Geliştirilen sistemde, cezveye uygulanan enerjiyle birlikte kahve–su karışımında oluşan ışık yansımalarının özellikleri incelenmekte; tek bir sensörden elde edilen verilerin analizi aracılığıyla pişirme sürecinin kontrolü gerçekleştirilmektedir. Elde edilen veri ile ısıtıcı rezistansın gücünü dinamik biçimde kontrol etmektedir. Geliştirilen sistemin blok diyagramı

Şekil 2.'de görülebilmektedir.



Şekil 2. Geliştirilen otomatik Türk kahvesi pişirme sisteminin blok diyagramı

Cezvenin içerisine test amaçlı bir adet sıcaklık sensörü de eklenerek Türk kahvesi pişirme testlerinde hacim artışının sıcaklık artışı ile karşılaştırmasının yapılması amaçlanmıştır. Eklenen sıcaklık sensörü ile kahve pişirme sürecinde gerçek zamanlı olarak sıcaklık ve yansıma verisi birlikte incelenmek üzere Şekil 3'te görüldüğü gibi veri haberleşme sistemi kurulmuştur.



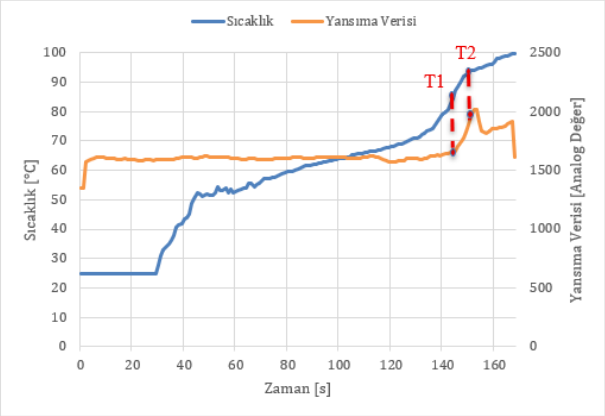
Şekil 3. Veri haberleşme yapısı

Yapılan deneylerde 2 fincan kahve porsiyonu olarak yaklaşık 14 *gr*. Türk kahvesi 25°*C* sıcaklığında 140 *ml* su eklenerek yapılmıştır. Sistemin fiziksel testlerinde sıcaklık, pişirme süreleri gibi parametreler işlenmek üzere toplanmıştır. İşlenen verilerdeki bilgiler ile yansıma verilerinin grafiğiyle birleştirilerek veri haline getirilmiştir.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Kahve pişirme testlerinde pişirmenin uygun zamanda sonlandırabilmesi için yansıma verilerinden çıkarımlar yapılmıştır. Bu çıkarımlar neticesinde kahvenin en uygun pişme noktası belirlenebilmektedir. Pişirme döngüsü boyunca, reflektif optik algılama verilerinden hacim artış (köpük yükselmesi başlangıcı) ile ilişkili bir kırılma noktası tespit edilmekte; bu nokta "hacim artış noktası" olarak değerlendirilmiştir. Bu yaklaşımın amacı, pişirmeyi uygun zamanda sonlandırabilecek bir tetik bilgisi üretmektir.

Bu kapsamda, cezve içine yerleştirilen sıcaklık sensörü ile ölçülen kahve sıcaklığı ile optik yansıma verilerinden elde edilen hacim artış noktası aynı pişirme döngüsü üzerinde birlikte incelenmiştir. Şekil 4'te örnek bir deney için sıcaklık, yansıma–zaman eğrisi verilmiştir.



Şekil 4. Sıcaklık ve yansıma grafiği

Eğri incelendiğinde, ısıtmanın başlangıcında yaklaşık 25 °*C* civarında olan karışım sıcaklığının kısa bir bekleme bölgesinin ardından kademeli olarak arttığı; 80–90 °*C* sıcaklığına ulaşıldığında ise artış eğiminin belirgin biçimde yükseldiği görülmektedir.

Grafikte iki karakteristik sıcaklık değeri işaretlenmiştir:

- T1: Hacim artış noktasından 5 *s* önceki sıcaklık ve yansıma değeri
- T2: Hacim artış noktasındaki sıcaklık ve yansıma değeri

Bu iki nokta arasındaki fark üzerinden 5 saniyelik aralıktaki sıcaklık artış hızı hesaplanmıştır.

Tablo 1. Sıcaklık tablosu

Test No	T1 Sıcaklık(°*C*)	T2 Sıcaklık(°*C*)	Sıcaklık Artış Oranı (°*C*/*s*)
Test-1	85,7	88,06	0,472
Test-2	83,19	86,55	0,672
Test-3	82,68	86,12	0,688
Test-4	91,2	94,1	0,58
Test-5	87,81	90,23	0,484
Ortalama	86,1	89	0,58

Beş testte hacim artış noktası anındaki sıcaklık (T2) değerleri 86,12–94,1 °*C* aralığında gerçekleşmiştir. Ortalama olarak, hacim artış noktasından 5 *s* önce sıcaklık 86,1 °*C*, hacim artış anında ise 89 °*C* seviyesindedir. Bu da ortalama 0,58 °*C*/*s*'lik bir artış hızına işaret etmektedir. Özellikle Test-2 ve Test-3'te sıcaklık artış hızının daha yüksek olması, hacim artışına yaklaşırken ısı transferinin daha etkin hale geldiği (pişirmenin son evresinde eğimin keskinleşmesi) durumu ile uyumludur. Şekil 4'te yansıma grafiğinde görüldüğü üzere hacim artış noktasını belirledikten belirli bir süre sonra pişirme sonlandırılmaktadır. Bu sonuçlar, hacim artış noktasını tanımlanabildiğini göstermektedir. Uygulama açısından bu durum, rezistans gücünü azaltma veya pişirmeyi sonlandırma kararının gecikmesiz verilebilmesi için bir kontrol yöntemi sunmaktadır. Türk kahvesi gibi heterojen özellikler gösterebilen karışımlarda, ısı dağılımı ve konveksiyon etkileri nedeniyle köpüklenme ve yüzey yükselmesi her pişirmede cezvenin farklı bölgelerinde gerçekleşebilir. Bu yüzden testlerde ölçülen sıcaklık ve yansıma grafikleri arasında farklılıklar görülebilmektedir.

Optik yansımayı algılayan LDR sensöründen okunan ADC verileri ile direnç–aydınlanma karakteristiği esas alınarak yaklaşık olarak aydınlanma değerleri hesaplanmıştır. LDR sensörünün üretici veri sayfasına göre 10 *lux* aydınlanma seviyesinde tek bir LDR'nin direnci 20–30 *kΩ* aralığında olup gamma katsayısı (γ) yaklaşık 0,6'dır. Bu çalışmada, değişkenliği azaltmak için devrede 2 adet LDR paralel bağlanmış olup 10 *lux* düzeyindeki eşdeğer direnci için tipik değer 25 *kΩ* kabul edilmiştir. Literatürde LDR'ler için yaygın biçimde kullanılan direnç- aydınlanma ilişkisi Eşitlik (1) ve (2)'de verilmiştir.

$$R = R_{10}\left(\frac{10}{E}\right)^{\gamma} \quad (1)$$

$$E = 10\left(\frac{R_{LDR(eq)}}{R_{10(eq)}}\right)^{\frac{-1}{\gamma}} \quad (2)$$

Örnek bir hesap için $R_{LDR(eq)} \approx 15{,}6\ k\Omega$ ve iki paralel LDR için $R_{10(eq)} \approx \frac{R10}{2} = 12{,}5\ k\Omega$ elde edilmiş; buradan $E \approx 6{,}9$ *lux* bulunmuştur. Aynı yöntemle tüm testlerde T1 ve T2 anlarındaki aydınlık değerleri hesaplanmıştır.

Sonuçlar, pişirme ilerledikçe ölçülen aydınlık seviyesinin arttığını ve hacim artış noktasına yaklaşırken T1'den T2'ye aydınlık artışı oluştuğunu göstermektedir. Ortalama olarak T1'de 7,9 *lux*, T2'de 8,82 *lux* ölçülmüş; 5 saniyelik aralıkta parlaklık artış oranı 0,184 *lux/s* bulunmuştur. Bu artış, yüzeyde köpüklenme/ kabarcıklanma, sıvı yüzey geometrisinin değişmesi ve yansıma bileşenlerinin artması gibi fiziksel etkilerle uyumludur.

Tablo 2. Aydınlık tablosu

Test No	T1 Aydınlık (*lux*)	T2 Aydınlık (*lux*)	Parlaklık Artış Oranı (*lux*/s)
Test-1	7,42	8,25	0,166
Test-2	6,54	7,35	0,162
Test-3	8,67	9,89	0,244
Test-4	8,33	8,94	0,122
Test-5	8,56	9,68	0,224
Ortalama	7,9	8,82	0,184

Aydınlık dönüşümü, LDR'nin karakteristik parametrelerindeki üretim toleransları ve ölçüm koşullarına bağlı etkenler (γ katsayısı, 10 *lux* referans direnci, aydınlatma kaynağının spektral dağılımı ve ortam ışığı) nedeniyle yaklaşık bir hesaplama niteliğindedir. Bu nedenle optik ölçümlerin değerlendirilmesinde, mutlak aydınlık (*lux*) değerlerinden ziyade aynı pişirme döngüsü içerisindeki bağıl değişimin izlenmesi ve hacim artış noktasının tekrarlanabilir biçimde tespit edilebilmesi daha anlamlıdır. Tablo 1 ve Tablo 2 birlikte incelendiğinde, optik yansıma verisi ile belirlenen hacim artış anının sıcaklık ölçümlerinde çoğunlukla 86–94 °*C* aralığına karşılık geldiği görülmektedir. Bu bulgu, optik tabanlı göstergenin pişirme sürecinin uygun anda sonlandırılmasına yönelik karar mekanizmasını destekleyebilecek tutarlı bir referans sunduğunu göstermektedir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, otomatik Türk kahvesi pişirme sistemlerinde yaygın olarak kullanılan sıcaklık temelli kontrol yaklaşımlarına alternatif olarak, reflektif optik algılamaya dayalı temassız bir

pişirme kontrol yöntemi geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşımda, normal çalışma senaryosunda pişirme süreci yalnızca optik yansıma verisine dayalı olarak denetlenmiş; sıcaklık sensörü ise sistem doğrulaması amacıyla referans ölçüm aracı olarak kullanılmıştır. Bu sayede, optik yansıma verisinden türetilen hacim artış noktasının pişirme süreci içerisindeki termal karşılığı ayrıntılı biçimde incelenmiştir.

Beş farklı deney setinden elde edilen sonuçlar, optik yansıma sinyaline dayalı olarak tespit edilen hacim artış anının, sıcaklık ölçümlerinde tekrarlanabilir ve dar bir aralığa karşılık geldiğini göstermektedir. Hacim artış anında ölçülen sıcaklık değerlerinin (T2) 86,12–94,1 *°C* aralığında gerçekleştiği ve ortalama sıcaklığın yaklaşık 89 *°C* olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, yalnızca optik veriye dayalı kontrol yaklaşımının, pişirme sürecinin kritik termal bölgesini güvenilir biçimde işaretleyebildiğini ortaya koymaktadır.

Pişme noktasına yakın bölgede gözlenen dinamikler incelendiğinde, hacim artış bölgesinde sıcaklık artış hızının 0,5–0,7 *°C/s* aralığında seyrettiği, ortalama artış oranının ise 0,58 *°C/s* olduğu tespit edilmiştir. Hacim artış noktası (T2) ile bu andan yaklaşık 5 saniye önceki sıcaklık değeri (T1) arasındaki ortalama farkın 3 *°C* civarında olması, optik olarak belirlenen hacim artışının ani veya rastlantısal bir olay olmadığını; öngörülebilir ve süreklilik gösteren bir termal davranış ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, geliştirilen optik kontrol algoritmasının, sıcaklık sensörü kullanılmaksızın kahvenin kaynama noktasına yaklaşan ancak taşma riskinin henüz oluşmadığı ideal pişirme bölgesini hedeflediğini desteklemektedir. Optik ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, pişirme süreci ilerledikçe yansıyan aydınlık seviyesinde düzenli bir artış gözlenmiş; hacim artış noktasına yaklaşırken ortalama 0,184 *lux/s* mertebesinde bir aydınlık artışı tespit edilmiştir. Bu artışın, yüzeyde meydana gelen köpüklenme, kabarcık oluşumu ve sıvı yüzey geometrisindeki fiziksel değişimlerle doğrudan ilişkili olduğu değerlendirilmiştir. Uygulama perspektifinden bakıldığında, cezve içerisine sıcaklık sensörü yerleştirilmesi; hijyen, maliyet, temizlik ve uzun vadeli bakım gereksinimleri açısından ticari sistemler için önemli sınırlamalar oluşturmaktadır. Buna karşılık, düşük maliyetli bir Işığa Duyarlı Direnç (LDR) sensörü ve gömülü sistem tabanlı algoritmalar ile gerçekleştirilen reflektif optik algılama yaklaşımı, donanım açısından müdahalesiz ve kullanıcı dostu bir çözüm sunmaktadır. Bu çalışmada sıcaklık sensöründen elde edilen veriler, optik yöntemin pişirme sürecinin doğru anını yüksek tutarlılıkla işaret edebildiğini doğrulamak amacıyla kullanılmıştır. Gerçekleştirilen deneysel çalışmalar sonucunda, pişme sıcaklığının belirlenmesinde sistemin doğruluk oranı %97,5 olarak elde edilmiştir.

Sonuç olarak, bu çalışmada optik yansıma verisine dayalı olarak belirlenen hacim artış noktasının, sıcaklık ölçümleriyle doğrulanan kritik pişirme bölgesiyle yüksek düzeyde örtüştüğü gösterilmiştir. Bu bulgu, pişirme sürecinin karar anının yalnızca optik veriye dayalı olarak güvenilir biçimde tespit edilebileceğini ve sıcaklık sensörüne ihtiyaç duyulmadan etkin bir kontrol mekanizmasının kurulabileceğini ortaya koymaktadır.

Önerilen yaklaşım, taşma riskini azaltan, geleneksel tada yakın ve tekrarlanabilir sonuçlar üreten daha akıllı otomatik Türk kahvesi pişirme sistemleri için güçlü bir temel sunmaktadır. Bununla birlikte yöntem; ortam ışığı değişimleri, cezve yüzey özellikleri ve kahve–su oranındaki farklılıklar gibi etkenlere bağlı olarak optik algılanan sinyalde farklılıklar yaşanabilir; bu durum hacim artış noktasının tespitinde hata riskini yükseltebilir. Bu nedenlerden dolayı yaşanabilecek hataları azaltmak amacıyla kullanılacak ortama ve cezveye uygun olarak kalibrasyon yapılabilir. Gelecek çalışmalarda cezve ve ortam kalibrasyonun da makineye dahil edilmesiyle oluşabilecek hata riskini azaltma ve daha kararlı çalışma hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

Yüksel, A. N., & Bayram, M. (2018). New trends in Turkish coffee. In *The most recent studies in science and art* (Vol. 2, pp. 1919–1925).

Tan, A. Ö., & Bursa, N. (2014). Turkish coffee: Arte and factum—Paraphernalia of a ritual from ember to cup. In T. McWilliams (Ed.), *Food & material culture: Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery* (pp. 314–324). Prospect Books.

Küçükkömürler, S., & Özgen, L. (2009). Coffee and Turkish coffee culture. *Pakistan Journal of Nutrition, 8*(10), 1693–1700.

Bursa, N. (2024). *Sedimented for the future: Can technology sustain tradition?*

Kısla, A. B., & Kozde. (2013). *On embers: A new cooking way of Turkish coffee.*

Elmacı, İ., Gök, İ., & Tokusoglu, O. (2022). Impact of roasting degree on sensory profile of Turkish coffee and espresso assessed by Turkish and Brazilian panelists. *Journal of Food Processing and Preservation, 46*(12), e17201.

Dönerkayalı, A., & Türker, T. (2020). Türk kahvesi pişirme süreci için algılayıcı tabanlı bir kontrol yöntemi.

Dönerkayalı, A., & Türker, T. (2021). An observer-based temperature estimation in cooking heterogeneous mixtures: A Turkish coffee machine application.

Özçelik, M. A. (2017). *The analysis of the optical measurement sensitivity of the phototransistor and LDR sensors.*

MY FAVOURITE CAKE (2024) FİLMİNDE MEKAN, BEDEN VE SINIRLARIN TEMSİLİ

Fırat ORMANCI
Dokuz Eylul University, Instutue of Fine Arts, Department of Film Design, 35390 Adatepe, Buca, İzmir
ORCID: 0009-0002-3363-0386
Damla ÖZHAN
Dokuz Eylul University, Instutue of Fine Arts, Department of Film Design, 35390 Adatepe, Buca, İzmir
ORCID:0009-0006-6303-1893

ÖZET

Maryam Moghadam ve Bestash Sanaeeha'nın yönettiği "My Favourite Cake" (2024) filmi, İran sinemasında çoğunlukla görünmez kılınan yaşlı kadın bedeni ve arzusunu odak noktasına alarak özgün bir perspektif sunmuştur. Bu çalışma, anlatının görsel tasarımını oluşturan mekan, renk, beden ve ışık kullanımı ile birlikte, bu temsilleri Michel Foucault, Jacques Lacan ve Julia Kristeva'nın kavramları ile teorik bir zeminde tartışmayı amaçlamaktadır. Filmde dış mekanlar (toplumsal alanlar) Foucault'nun "*Panoptikon*" kavramı üzerinden, iç mekan (ev) ise Kristeva'nın "*Semiyotik Khora*" kavramıyla incelenmiştir. My Favourite Cake filminde Tahran sokakları, komşuların yargılayıcı bakışları, her an devrede olan bir gözlem alanı olarak inşa edilmiştir. Başkarakter Mahin'in sokaktaki davranışları, otokontrolü ise bu açık hava Panoptikonundaki, içselleştirdiği gözetim mekanizması bağlamında incelenmiştir. Dış mekan sahnelerindeki soğuk, gri renk paletinin yanı sıra karakteri çevreleyen ve merkezine alan mimari yapılar, bedenin disipline edildiği yerler olarak tasarlanmıştır. Julia Kristeva, Platon'un "*Khora*" kavramını yeniden ele almış ve psikanalitik bir anlam yüklemiştir. Kristeva'ya göre *Khora*, öznenin var olma imkanını ürettiği, anlamdan öte his ve duyum alanıdır. İç mekan sahnelerinde kullanılan sıcak renkler, akışkan kamera hareketleri, evin bedenin özgürce yansıtılabildiği bir alana dönüştüğünü izleyicilere göstermiştir. Bu çalışma, toplumun ve ataerkil düzenin dışladığı yaşlı kadın bedeninin, iç mekanda, yani Mahin'in evinde nasıl yeniden inşa edildiğine odaklanmaktadır. Mahin karakteri toplumsal alanda sergilemek zorunda kaldığı performansı kendi evinde terk etmektedir. Mahin ve Faramarz karakterlerinin ev içerisindeki dansı sadece bir eğlence değil, bedenin kültürel kodlardan, yaşlılık damgasından ve toplumsal cinsiyet rollerinden sıyrılarak özgürleşmiş bir boşluğa, his ve duyum alanına dönüşmüştür. Filmin ismini aldığı kek metaforu da duyusal hazzın ve yaşamın simgesi olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak bu çalışma My Favourite Cake filminde yaşlılığı melankolik bir tabu olmaktan çıkardığını, mekan ve beden tasarımı ile bir direniş biçimine dönüştürdüğünü göstermeyi; aynı zamanda kadına ait istek ve arzuların da mevcudiyetini sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: My Favourite Cake, Panoptikon, Semiyotik Khora, Toplumsal cinsiyet, mekan.

THE REPRESENTATION OF SPACE, BODY, AND BORDERS IN THE FILM "MY FAVOURITE CAKE" (2024)

ABSTRACT

Directed by Maryam Moghaddam and Behtash Sanaeeha, the film My Favourite Cake (2024) offers a unique perspective by centering on the aging female body and desire, which are often rendered invisible in Iranian cinema. This study aims to discuss these representations on a theoretical ground using the concepts of Michel Foucault and Julia Kristeva, alongside the visual design of the narrative, including the use of space, color, body, and light. In the film, outdoor spaces (social spheres) are examined through Foucault's concept of the "Panopticon," while the indoor space (home) is analyzed through Kristeva's concept of the "Semiotic Chora." In My Favourite Cake, the streets of Tehran are constructed as an observation zone where judgmental gazes of neighbors remain constantly active. The behaviors and self-control of the protagonist, Mahin, in the streets are examined in the context of an internalized surveillance mechanism within this open-air Panopticon. The cold, gray color palette in outdoor scenes, as well as the architectural structures that surround and center the character, are designed as sites where the body is disciplined. Conversely, Julia Kristeva reinterprets Plato's concept of "Chora," imbuing it with psychoanalytic meaning. According to Kristeva, the Chora is a realm of sensation and feeling beyond meaning, generating the possibility for the subject's existence. The warm colors and fluid camera movements used in indoor scenes demonstrate to the audience that the home transforms into a space where the body can be freely reflected. This study focuses on how the aging female body, excluded by society and the patriarchal order, is reconstructed within the interior space, namely Mahin's home. The character Mahin abandons the performance she is forced to display in the social sphere once she enters her own home. The dance between Mahin and Faramarz inside the house is not merely entertainment; it transforms into a liberated void and a realm of sensation and feeling, where the body strips itself of cultural codes, the stigma of old age, and gender roles. The cake metaphor, from which the film takes its name, is utilized as a symbol of sensory pleasure and life. Consequently, this study aims to demonstrate that My Favourite Cake removes old age from being a melancholic taboo and transforms it into a form of resistance through space and body design, while simultaneously presenting the existence of female wants and desires.

Keywords: My Favourite Cake, Panopticon, Semiotic Chora, gender, space.

1. GİRİŞ

Özne kavramı geçmişten günümüze en çok üzerine düşünülen ve tartışılan alanlardan biri olmuştur. Özne kavramının ne olduğu ve neyi temsil ettiği süreç içerisinde çeşitli akademik çevreler tarafından tartışılmıştır. Çalışmada ele alınacak öznellik kavramı Michael Foucault'un perspektifinde değerlendirilecektir. Michael Foucault'un özne tanımı Jacques Lacan'ın ortaya attığı tanıma benzese de zaman içerisinde farklı perspektifleri içerisinde barındırmıştır. Her iki yaklaşıma göre de özne, embriyo halindeyken tüm doğasını ve faaliyet kapsamını kapsayacak şekilde dünyaya gelmez. Öznellik, insan bağlamını oluşturan ilişkilerce meydana gelmektedir. Foucault'a göre bu durum her toplumda çoğu noktada var olan iktidar ve itaat ilişkilerini kapsamaktadır. Foucault'a göre bilgi ve hakikat söylemleri; normal ve anormal davranışların modellenmesine neden olmaktadır. Bu durum Foucault'a göre aynı zamanda iktidarın egemenlik alanın artırmış ve öznenin iktidarla işbirliği kurmasına neden olmuştur.(Mansfield, 2021: 81-82)

Foucault'a göre (1980: 98) birey; iktidarın bağlanarak veya boyunduruk altına alarak ele geçirdiği ilkel bir atom modeli değildir. Zaten bireyin sahip olduğu çeşitli jest, mimik, söylem

ve arzular en baştan iktidar eliyle bireye sunulmuştur. Dolayısıyla birey iktidara karşı oluşan bir şey değil aksine iktidarın bir bileşeni olarak ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda iktidarın oluşturduğu birey, onun aracı olma özelliğini de taşımaktadır. Aslında burada öznenin durumu açık bir şekilde belirtilmiştir. Bireyler, yaşam içerisinde kendi hür seçimlerini yapıyor, istek ve arzularının peşinden gidiyor gibi gözükse de iktidarın onlar için sunmuş olduğu seçeneklerden herhangi birini seçmiş olmaktadırlar. İktidara ve onun söylemlerine karşı gibi algılanan hareketler ve söylemlerde bile bir zıtlık oluşturularak iktidarın hegemonyasının pekiştirilmesi söz konusu olmaktadır. Çünkü iktidar, bireylerin arzularının farkında olmasını ve süreç içerisinde onları tekrar değerlendirmeye almasını talep etmektedir.

Dikkat edilmesi gereken bir başka konu başlığı ise Jacques Lacan'ın değindiği İmgesel ve Simgesel alandır. Lacan aynı zamanda öznenin dil tarafından şekillendirildiği belirtmiş ve bununla ilgili görüşlerini ifade etmiştir. Lacan, dilin iletişim kurmak amacıyla var olduğunu kanısını kırmak ve tam tersi dili öznelliğin birebir malzemesi olarak konumlandırması dil ile öznellik arasındaki bağlantıyı daha net açıklamaktadır. Öznelliğin oluşumu; Foucault'un belirttiği gibi iktidarın tanımladığı bir alanda varlık bulsa da, dilin kullanımının öznellik inşasına farklı bir boyut kazandırdığı da bir gerçektir. (Mansfield, 2021: 66)

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1 Panoptikon Kavramı

Foucault'un değindiği *Panoptikon* kavramı herkesin iktidarın gözü tarafından denetlenmesi yaklaşımına dayanmaktadır. Bu kavram özünü mimar Samuel Bentham ve kardeşi Jeremy Bentham'ın ortaya çıkardığı yapıdan almıştır. Yapının mimari tasarımları Samuel Bentham'a, tasarımların içerisindeki uygulamaların temel fikirleri ise Jeremy Bentham'a aittir. 1785'te tasarlanmış bu bina *Panoptikon* olarak adlandırılmaktadır. "*Pan*" sözcüğü bütün anlamına gelmekteyken, "*opticon*" sözcüğü Yunanca gözlemlemek anlamına gelmektedir. Bina genel anlamıyla bütünü gözetlemek anlamına gelen "*Panoptikon*" sözcüğü olarak adlandırılmıştır. (Özdel, 2012: 23)

Bentham'ın "*gözetim altında tutulması gereken her türlü insanın bulunduğu"* kurumsal yapı ilerleyen süreçlerde modern toplumların iktidar modelini ortaya koymuştur. Michael Foucault 1975 tarihli "*Hapishanenin Doğuşu"* adlı eserinde bu süreci ve *Panoptikon* kavramını kuramsal bir çerçevede incelemiştir. Bu çerçeve toplumun disiplin mekanizmalarının işleyişinin eleştirel bir analizi niteliğindedir. (Çoban, 2016)

Foucault'ya göre (1992:255) "*Panopticon, bir krallık hayvanat bahçesidir", "hayvanın yerine insan ve kralın yerine de kaçamak bir iktidar makinesi geçmiştir.*" Foucault'nun bu eleştirisi, bu modeli XIV. Louis döneminde yapılan "Versailles Hayvanat Bahçesi" projesine benzetmesi ile anlaşılmaktadır.(Özel, vd., 2025: 440) Bu süreç zamanla her yeri kuşatan bir gözetim toplumunun oluşmasına neden olmuştur.

Lyon'a göre (2013, s.44) bu inşadaki tüm yerler hapishanede gözetleyenin görüş açısında yer almaktadır. Gözetlenen kişinin gözetleyeni görmesi, görünürlüğün bir tuzağıdır. Görünürlük ise semboliktir, gözetlenen kişiler kendilerini gözetleyen kişilerin emrine vermiş durumdadır.

Mansfield (2021: 94 - 97) Foucault'nun *panoptikon* kavramını şöyle açıklar:

> *"Foucault'ya göre normal günlük yaşam da hapishane rutinine benzer; zira bu model, suçlu kabul edilen öznenin nasıl yönetildiğinin özeti, net bir imgesidir. Mahkumların hepsi aynı anda gözetleniyor olabileceği gibi, hiç kimse onlara bakmıyor da olabilir. Haliyle, makul davranışlar sergiliyormuş gibi görünmek onların sorumluluğundadır. Dolayısıyla, hem sokaktaki insan hem de mahkum sürekli analiz ve ölçüme tabi tutulmaktadır. Bu analizin üç katmanlı bir işlevi vardır: bireyselleştirmek, normalleştirmek ve*

hiyerarşikleştirmek. Foucault'ya göre, panoptikon modern yaşama egemen olan özneleştirmek süreçlerinin tipik bir örneğidir. İktidar, toplumu önce bireysel birimlere böler, ardından da onları maksimum görünürlük sağlayan bir gözetleme sistemine tabi tutar. Bu sınıflandırmanın basit ve gerekli görünen mantığı bizi birbirimizden daha en başından ayırır, bizi tecrit eder, bazı kapıları açıp bazılarını kapar, yolumuza kimi ödül ve cezalar koyar. Buradaki iktidar, anonim ve gayrişahsidir; kişisel yaşamlarımızın en ıvır zıvır, en kıyıda köşede kalmış noktalarına kadar sızarak, bize ne olmamız gerektiği konusunda baskı yapar ve hatta, faaliyetlerinin zirvesine ulaştığında, bize dönüşür."

2.2 Khora Kavramı

Akan (2016: 2-3) Platon'un *Khora* kavramını bu şekilde açıklar:

"*Şiirsel bir anlatım biçimi olarak mite başvurulan Timaios diyalogunda Platon, duyumsanabilir fizikiâlemin bir başlangıcı olup kör bir tesadüfün ve akıl-dışı düzensiz zorunlulukların olduğu kaotikdurumdan düzenleyici yaratıcı bir zekânın eylemiyle kozmos olarak biçimlendirildiğine değinir. Kurucu, düzenleyici, zanaatkâr ve evrenin babası olarak Demiurgos, idealar dünyasını rol-modelalarak ezeli dört maddi öğeyi olumsal dünyanın annesi veya kapı olarak tanımlanan Khora da biçimlendirerek maddi dünyayı oluşturmuştur. Ayrıca kurucu ilk neden olarak Tanrı ölümlü varlıkların yaratımından sorumlu olan ikincil Tanrı'ları da yaratmıştır.*"

Platon'a göre *khora* oluşun meydana geldiği yer, kap, mekân anlamlarına gelirken Kristeva'ya göre *khora* kadının kendi öznelliğini ve benliğini inşa ettiği yerdir. İlkinde *khora* evrenin meydana gelmesinde kullanılan bir araçtır, bir anne gibi evreni besler ve onun oluşması için bir yer temin eder. İkincisinde ise öznenin meydana gelmesinde bir imkân olarak görülür. *Khora* tek tek fenomenlerin kendisinde oluştuğu bir mekânı temsil ederken kozmolojiyle; kendilik inşasının oluştuğu psişik bir alanı temsil ederken de feminizmle ilişkilendirilir. Lacan'ın kadın ve erkek bedenlerini temel alarak öne sürdüğü argümanlarda özne olmanın şartı anne bedeninden kopuş ve Babanın Yasası'nı tanıma biçimindedir (İzmir 2013: 241-242).

Julia Kristeva bazı Freudyen fikirleri yapıdan çok süreç niteliği taşıyan bir öznellik kuramı olarak geliştirmek için kullanarak, Lacanyen yaklaşımlarla feminist yaklaşımlar arasındaki ayrımı genişletmiştir. Öte yandan, Kristeva'nın kuramındaki süreç de ebeveynler (özellikle anneler), bedenler, cinsiyet ve dil eksenlerinde yer almaktadır (Mansfield, 2021: 26).

Platon'a göre *khora* evrenin içinde yaratıldığı bir ana tema iken Kristeva için khôra insanın kendi benliğinin yaratıldığı zemindir. Birçocuğun oluşumunun ilk nüveleri khôrada inşa edilmektedir. Söz konusu bu yer çocuğun içgüdülerinioluşturduğu yerdir. (Kaplan, 2019: 119)

Khora, çocuğun dil ediniminden önce gelen varsayımsal bir fazı, mekânı ya da evreyi ifade eder –Lacan'ın psikanalizinde bu aşama ayna evresinden öncesine denk düşer. Kristeva konuşma öncesi *khorayı* (preverbalchôra) ritmik, besleyici, maternal olarak tasvir eder ve Freud'un "içgüdüsel dürtülerine" benzetir. Bu dürtüler her zaman belirsizdir, parçalıdır. Dolayısıyla *khora* tam bir birlik ya da tam bir bütünlük içinde düşünülemez (Makaryk 1993: 521)

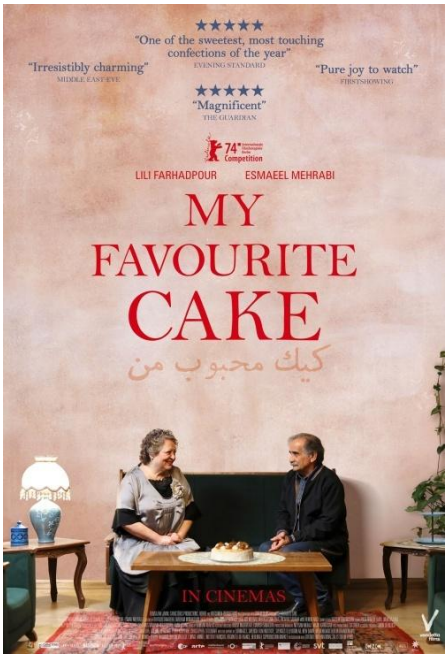
Bağcı (2023: 173), Kristeva'nın semiyotik ve sembolik ayrımını ve bu kavramların kökenini şu şekilde açıklar:

"*Kristeva, Freud ve Lacan'ın fikirlerini hem eleştirerek hem de onlardan beslenerek Platon'un khora kavramını feminizm açısından yeniden tanımlar. Bunu yaparken metinlerinde semiyotik ve sembolik (Kristeva 1984: 23-24) şeklinde iki temel terim kullanır: Bir çocuğun dili kullanmaya başlamadan*

> *önceki evresi "semiyotik", dili kullanmaya başladıktan sonraki evresi ise "sembolik" söyleme denk düşer. Semiyotik söylem içgüdüsel dürtülerdir; sembolik dil ise insanın kullandığı biçimsel dildir. İlki yalnızca anne ve çocuk arasında kurulan ilişkide ortaya çıkarken ikincisi çocuğun ilk kelimelerini sarf etmesiyle –yani babanın yasasıyla tanıştığı vakit ortaya çıkar.*" (Humm, 2002: 142).

Bağcı'ya göre (2023: 174-175); dürtülere, müziğe, ritme, tona, şiirsel olana gönderme yapan semiyotik alan Kristeva'nın *khora*sıdır. Başka bir deyişle, Kristeva'nın *khora* dediği şeyin "semiyotiğin evi" olduğu söylenebilir. Kristeva için *khora* "semiyotik"tir. Semiyotik yani anlamın-yorumun-tefsirin hakîm olduğu yer, deyim yerindeyse anlamın fışkırdığı, açığa çıktığı mekândır.

2.3 Film Analizi



Şekil 1:*My Favourite Cake* (2024) Afişi

2024 yapımı My Favourite Cake filminin başrolündeki Mahin karakteri (Lily Farhadpour) İran'ın başkenti Tahran'da tek başına yaşayan bir kadındır. Mahin'in eşi otuz sene önce bir trafik kazasında hayatını kaybetmiştir. Çocukları ise İran'dan uzun yıllar önce taşınmıştır. Mahin, Tahran'ın farklı bölgelerinde yaşayan birkaç arkadaşı ile görüşmek ve gündelik ihtiyaçları için gittiği çarşı alışverişleri dışında izole bir hayat sürdürmektedir. Mahin yalnızlığından memnun değildir ve hayatının monotonluğunu kırmak istemektedir. Filmde Foucault'un belirttiği özne kavramının çeşitli tezahürleri yer almaktadır. Bunlardan biri Mahin karakterinin izlediği romantik filmlerle özdeşleşme yaşamasıdır. İktidarın unsurlarından biri olan medyanın partnerlik kavramını bireylerin hayatının merkez noktalarından bir haline getirmesi Mahin öznelliğine etkide bulunmuştur. Otuz sene boyunca herhangi bir romantik ilişkide bulunmayan Mahin izlediği filmlerden dolayı zaman içerisinde böyle bir ihtiyacının olduğunu fark etmiştir. Foucault'un söylemlerinde bireyin öznelliğinin inşa edilmesi gibi, Mahin'in öznelliği de televizyonda izlediği filmler aracılığı ile yeniden şekillenmeye başlamıştır. Filmin ilerleyen sahnelerinde Mahin bu nedenle eskiden gittiği Hyatt Oteli'ne gider ve orada birileri ile tanışmayı umar. Ancak otelde istediği gibi bir ortam bulamayan ve kendi yaşından herhangi biri ile tanışamayan Mahin sonrasında emekliler lokaline gider. Orada

Faramarz(Esmail Mehrabi) ile karşılaşır. Hatta onu daha yakından tanımak için sonrasında onun adını restoran kasiyerine sorar ve çalıştığı taksi durağına gider. Taksi durağındaki görevliye Faramarz'ın bir tanıdığı olduğunu söyler ve o gelene kadar orada beklemeye devam eder. Foucault'un değindiği iktidarın, öznenin üzerindeki etkisine örnek olarak verilecek bir diğer örnek ise Faramarz ve Mahin'in evde geçen diyaloglarında mevcuttur. Faramarz'ın Mahin'e neden çocukları ile İran'dan ayrılmadığını sorması manidardır. Faramarz bu söyleminde her ne kadar o niyetle olmasa bile bir kadının İran'da özgürce yaşayamadığının altını çizmiş ve iktidarın toplum üzerindeki etkisini meşrulaştırmıştır. Faramarz'ın bu söylemi her toplumda olduğu gibi iktidarın etkisinin toplum üzerinde yer aldığı ve bireylerin yaşamsal faaliyetlerinin de bu doğrultuda ilerlediği gözler önüne serilmiştir. Mahin'in ise benim evim burası, gitmeyi hiç düşünmedim demesi bu kalıbı kıracak nitelikte bir cevaptır.

Şekil 2: Mahin'in Ahlak Polisi ile Konuşma Sahnesi

Foucault'un değindiği arzu ve isteklerin bireyler tarafından tekrar değerlendirmeye alınması ve iktidara karşı bir öznellik geliştirmesi süreci ise Şekil 2' de görülen Mahin'in parkta ahlak polisinden kurtulan genç kız ile olan diyaloglarında yer almaktadır. Mahin'in genç kız polisten kurtulduğu zaman söylediği cümle şu olmuştur; "Ne kadar itaatkâr olursan, seni daha çok aşağılarlar. Kendin için ayağa kalkmalısın. Yakın zamanda öğrendiğim bir şey bu." Bu cümle Mahin'in topluma, iktidara karşı geliştirdiği karşıt bir söylemi içermektedir. Ailesi, arkadaşları ve yaşadığı toplumsal baskılara karşı bir söylem olarak karşıt bir düşünce geliştirmiştir. Bu diyalogun ilerleyen sürecinde ise daha çarpıcı bir gerçeklik açığa çıkmaktadır.

Mahin: Bizi ne zaman rahat bırakacaklar?
Genç Kız: En azından devrim öncesi bir hayat vardı, zorla başörtüsü olmadan. Sizin yaşınızdayken artık sizi çok etkilemiyor.
Mahin: Size yetişemiyorum. Devam et, randevuna geç kalacaksın.
Genç Kız: Tamam. Teşekkür ederim inanılmazdın.
Mahin: Kendine dikkat et.
Genç Kız: Ederim, hoşça kal.

Bu diyalogda görüldüğü gibi genç kız ve Mahin iktidara karşı gelmeyi düşünseler bile iktidarın varlığını ve otoritesini pekiştirmiş, benliklerine kazımışlardır. Ayrıca genç kızın Mahin'e sizin yaşınızda bunun bir önemi yok şeklinde yanıt vermesi öznelliğin yaşa göre de ayrılabildiği ve toplumsal normların veya ihtiyaçların bireylerin fizyolojik yaşı üzerinden de değerlendirildiğinin altını çizmektedir. Genç kıza göre de Mahin'in özgürlük arayışında bulunmasına gerekli bir durum görülmemekte ve iktidarın bireyler üzerindeki kontrolünü pekiştirici bir anlam ortaya çıkmaktadır.

Şekil 3: Mahin'in Faramarz'ı Evine Davet Ettiği Sahne

Şekil 4: Mahin'in Komşusu Haşimi Hanım İle Konuştuğu Sahne

Filmde Panoptikon kavramına dair çeşitli sahneler yer almaktadır. Bunlardan bir tanesi de Mahin'in Faramarz'ı evine davet ettiği sahnelerde, Faramarz'a aracını başka bir sokağa park etmesini söylemesi, komşulara görünmeden eve gelmesini tembih etmesidir. (Şekil 3) Filmde Mahin karakterinin evi ve bahçesinin komşuları tarafından görülebiliyor olması bu açıdan dikkat çekicidir. Mahin'in Faramarz ile evinin içindeki konuşmaları sonrasında aynı apartmandaki komşusu Haşimi hanımın dikkatini çekmiş ve Mahin'e evinde erkek olup olmadığına dair sorular sormasına neden olmuştur. Mahin evinde erkek olmadığını, tesisatçı geldiğini söylemiştir. Kadın bir arkadaşı ve kızını misafir olarak beklediğini söylemiştir. Bunun üzerine komşusu Haşimi hanım gürültü yapmamaları ve yüksek sesle müzik dinlememeleri konusunda Mahin'i uyarmıştır. Mahin'in komşusu olan Haşimi hanımın Mahin'in özel alanına yaptığı ihlal, *Panoptikon* kavramı ile örtüşmektedir. Mahin ise komşusuna bir daha kapıyı açmayacağını, kilidinin açılmadığını söyleyerek bu gözetleme sistemini kırmaya çalışmıştır. Filmin ilerleyen sahnelerinde ise Faramarz ile birlikte bahçede yemek yemiş ve evde yüksek sesle müzik dinleyerek dans etmiştir. Burada gözetleyene karşı gözetlenenin bir takım karşı gelme girişimleri olsa da kabul edilmiş bir gözetlenilmişlik, çaresizlik ve iktidarın otoritesinin her durumda meşrulaştığı da izleyiciye aktarılmıştır. Mahin'in Faramarz'a bahçe sahnesinde eşi hükümet için çalışan komşusu Haşimi hanımın camının bahçeye bakmadığını söylemesi, dans sahnesinde ise yüksek ses sebebiyle polis gelirse en fazla onları evlendireceklerini söyleyerek iktidar söylemlerine karşı gelse de, iktidarın kendileri üzerindeki gücünü kabul etmektedir. Buna karşın aynı dans sahnesi Kristeva'nın *Semiyotik Khora* kavramı üzerinden ele alındığında, iktidar ve otoritenin bu alanda nasıl askıya alındığını açıkça gösterir. Müzik başladığında karakterlerin şarkıya eşlik etmesi, ritme ayak uydurması ve dans etmesi, sembolik düzeni kesintiye uğratmaktadır. Karakterler dans ettikleri esnada bedenlerini haz alanına

taşırlar. Sinematografik olarak da açılar bu kuramsal zemini desteklemektedir. Dans eden karakterleri takip eden kamera, bedenleri de akışkan hale getirir. Böylece haz ve ritim yoluyla, yasanın bir süreliğine donduğu bir imkan alanı doğar.

Fidan'a göre (2019: 43) Panoptikon modernite unsuru bir uygulamadır. Modernite ise gücünü mekanı kontrol etmek üzerinden almaktadır. İktidar ise söylemlerini modernite üzerinden şekillendirerek meşruluğunu sağlamlaştırmaktadır. Filmde Mahin'in park sahnesinde ahlak polisleri tarafından gözaltına alınan kızlara yardımcı olmaya çalışması, iktidarın kendisini meşrulaştırması ve *Panoptikon* kavramları üzerinden açıklanabilir. Genç kızların ahlak polisleri tarafından giyimlerinin düzgün olmadığı konusunda uyarılmaları, bir kadın ve erkeğin akraba olmadığı sürece sokakta yan yana yürümemesi gerektiği otoritenin toplumdaki bireyler üzerindeki denetiminin en büyük örneğidir. Bu durum aynı zamanda Panoptikon kavramında olduğu gibi gözetleyen ve gözetlenen olarak iktidar- toplum ilişkisini de izleyiciye aktarmaktadır. Zizek'e göre (2005: 128) Bentham'ın Panoptikon kavramının etkili olması mahkum, hasta, öğrenci ve işçilerin; her şeyin izlendiği kuleden hangi zamanlarda izlenildiklerinden emin olmamalarıdır. Bu belirsizlik tehdit hissiyatını ve diğerinin bakışından kaçmanın imkan dışı olması hissiyle yoğunlaşmaktadır. Filmde başta Mahin olmak üzere, Faramarz karakteri, parktaki genç kızda da bu belirsizliğin etkileri mevcuttur. Faramarz'ın geçmişte yaptığı şarapları bahçesine gömdüğünü söylemesi, bir düğünde çaldığı çalgı sebebi ile tutuklanması gibi olaylar İran'da kadınlar dışında erkeklere yönelik de toplumsal baskıların mevcudiyetini ve yaptırımlarını izleyiciye sunmaktadır. Filmde Mahin karakterinin eskiden gitmiş olduğu otele giderken taksi şoförü olan gençle kurduğu diyalog da buna bir örnektir. Eskiden farklı kıyafetlerle gittiği mekanlara artık iktidarın uygun gördüğü biçimde giyinerek gittiğinin altını çizmiştir.

Filmde Mahin ve Faramarz karakterleri üzerindeki ölüm korkusu da bedenin sınırlarına bir örnek teşkil etmektedir. Ancak bu ölüm korkusu mevcut olmakla birlikte karakterleri eylemlerinden alıkoymamaktadır. Dastur'a göre (2019: 53) Ölüm düşüncesi hakkında kayıtsız bir tavır geliştirmek huzursuzluktan tamamen arınmak anlamına gelmemektedir. Benzer bir şekilde, ölüm düşüncesinin rahat bırakmadığı duyusal varlığımızı bastırmak, yok etmeye çalışmak da değildir. Bunun yerine, endişeye karşı boş mücadeleleri bir kenara atmalı ve endişenin kendini neşeye bıraktığı o anı yakalamalıyız. Mahin ve Faramarz karakterlerinin iktidar korkusu, yaşlılık ve ölüm korkusuna rağmen bir arada olmaları ve hayatlarının son günlerinin kayıtsızca tadını çıkarmaya çalışmaları Dastur'un ölümle ilgili değindiği alana temas etmektedir.

Filmde Mahin olmak üzere diğer tüm karakterlerde dil üzerinden bir öznellik unsurunun oluştuğu görülmektedir. Mahin'in arkadaşlarını evinde ağırladığı sahnede kadın erkek ilişkileri ve bu sürecin nasıl olması gerektiğine dair bir alan çizilmektedir. Bir erkeğin centilmen olmasının yanı sıra kıllı bir vücuda sahip olması gerektiği gibi ifadelerle kadın- erkek ayrımını dil ile yeniden inşa etmişlerdir. Buna ilave olarak Mahin'in ahlak polisinden kurtardığı genç kızın, Mahin'in gençliği ve kadınsal ihtiyaçlarının kalmadığına dair üstü kapalı söylemleri dilin öznelliğin oluşumu ve konumlandırılmasına dair örneklerdir. Ayrıca Faramarz karakteri ile geçmişteki ilişkileri hakkında konuşan Mahin'in; Faramarz'ın uzun yıllar cinsellik yaşamadığını belirtmesine şaşırması ve erkeklerin arzularının kadınlarla benzer olduğunu bilmediğini belirtmesi de dil ve toplumsal roller üzerinden bireyleri öznelleştirmeye örnektir. Lacan'a göre her sosyal süreç aynı zamanda simgesel bir sürece de işaret etmektedir. Kişinin kendisi ile olan ilişkisinde bile ötekilik sahasının iç dünyasında yarattığı imge ve kimlikler canlanmaktadır. Benlik asla kendiliğinden var olmaz, bir şeylerden türeyerek oluşur. İçinde yaşamaya mecbur olunan simgesel düzendeyse özne bu imgesel bütünlükten uzakta yer

almaktadır. Arzular, özneyi kavuşmak için çabalamaya itse de, özneden uzaklaşmaya devam edecek ve özneyi aynı çelişki ile baş başa bırakacaktır. (Lacan, 1977, akt: Mansfield, 2021: 79) Filmde Mahin karakteri otuz yıl gibi uzun bir süre sonra içinde yer alan arzuların peşinden gitmek istemiş ve bu nedenle Faramarz'la tanışmak istemiştir. Yine aynı şekilde Faramarz karakteri, tutuklanmaktan kurtulan genç kız, Mahin'in arkadaşları da arzularının peşinden giden ama tam anlamıyla kavuşamayan karakterlerdir.

Şekil 5: Mahin'in Faramarz'ın Ağzına Kek Koyduğu Sahne

Filmde Mahin'in en sevdiği kek olan portakal çiçekli vanilyalı kek Lacan'ın değindiği arzu nesnesidir.Mahin'in hep içinde taşıdığı ve her çabasında daha da uzakta yer alan arzularının bir sembolü olarak izleyicinin karşısına çıkmaktadır. Faramarz karakteri ise hayatında bir kez başarısızlıkla sonuçlanan bir evlilik yapmış ve onun da sevilmeye dair arzusu son nefesine kadar devam etmiştir. Faramarz ve Mahin'in arzusuna en yakın ama bir o kadar da en uzak oldukları yer birlikte oldukları son yerdir. Mahin'in; Faramarz'ın ölümü sonrasında yaptığı kekten bir parçayı onun ağzına koyması arzuların yerine getirilmesi isteğinin sonuçsuzluğunu da izleyiciye aktarmıştır. (Şekil 5) Bu durum Lacan'ın bakış açısıyla insanın ıstırabının tanımının nerede olduğu ile de ilişkilendirilebilir.

Filmde beden temsilinin incelenmesi açısında çeşitli sahneler mevcuttur. Genç kız- yaşlı kadın, kadın- erkek, örtülü beden- çıplak beden gibi çeşitli ayrımlar görülmektedir. Filmde Mahin ve arkadaşlarının kadınlığı ve bedenleri ile yaşları ile özdeşleştirilmiştir. Onlara göre evlilik önemli bir alandır. Ancak içinde bulundurdukları arzuları yaş ve toplumsal normlar nedeni ile belirli bir kalıp içerisinde sıkışıp kalmıştır. Ayrıca Faramarz'ın Mahin ile duş almak istediği sahnede Mahin'in kendi vücudundan utanması ve artık yirmi yaşında olmadığını söylemesi yaş ve beden ilişkisinin öznelliğin oluşumundaki etkisine örnektir. İnşa edilmiş öznellik içerisindeki Mahin, bulunduğu yaşta birisinin bu tarz bir eylemde olamayacağının altını çizmiştir.

Filmde Mahin'in bahçesi de yine Lacan'ın (1977) de değindiği arzu ve talep kavramına bir örnektir. Faramarz'ın Mahin'in evine geldiği süreçten beri bahçesi ile ilgili övgü dolu sözler söylemesi ve onun da böyle bir bahçesinin olma arzusu kavuşulamayan arzulara bir örnektir. Tıpkı Mahin'in portakal çiçekli vanilyalı keki gibi Faramarz için de bu bahçe kavuşulamayan arzuların bir nesnesidir.

Filmde dış mekanlara hakim olan soğuk renk paleti, Mahin ve Faramarz'ın bir araya geldiği ve Mahin'in kendini yeniden bir özne olarak inşa ettiği iç mekan sahnelerinde amber ve sıcak tonlara dönüşmektedir. Mahin'in toplumsal alanda görünmez olması beklenen, grileşen ve normların kendisine dayattığı yaşlı kadın performansını sürdürmek zorunda kaldığı bedeni, iç mekanda yani evinde sıcak atmosfer altında canlılık ve görünürlüğe ulaşır, böylece kendi *khorasını* inşa eder.

SONUÇ

Tahran'da yaşayan 70 yaşındaki Mahin, eşini kaybetmiş, çocukları yurt dışında yaşayan, yalnız bir kadındır. Bu yalnızlık döngüsünü kırmak Mahin'in kendisi gibi yalnız olan Faramarz karakteri ile tanışarak onu evine davet etmesi, filmin anlatısını şekillendirir. Bu çalışmada, My Favourite Cake (2024) filmi, mekânsal kurgu bağlamında karakterlerin mücadelesini belirleyen iki farklı kutup üzerinden analiz edilmiştir. Filmin dış mekanları Michel Foucault'nun temelinde hapishane inşa modeli (1785) olan *Panoptikon* kavramı, iç mekan yani Mahin karakterinin evi ise Julia Kristeva'nın yasanın sustuğu, güvenli, duyusal olarak tanımladığı Khora kavramı üzerinden incelenmiştir. Dış mekan ve iç mekan karşılaştırması Tablo 1'deki gibidir.

	Dış Mekan (Panoptikon)	**İç Mekan (Khora)**
Renk	Soğuk, gri, solgun	Sıcak, amber, canlı
Kamera	Sabit ve geniş açılar	Hareketli, yakın planlar
Beden	Denetlenen, itaatkar nesne	Arzulayan özne
İletişim Şekli:	Emirler, yasaklar, sessizlik	Ritimsel, müzik, dokunma

Tablo 1: Dış Mekan ve İç Mekan Karşılaştırması

Filmin sinematografik yapısı incelendiğinde; dış mekan sahneleri sabit ve geniş açılarla kurgulandığı, buna karşılık Mahin'in evinde geçen sahnelerin ise hareketli ve yakın planlar ile aktarıldığı görülmektedir. Renk kullanımında da benzer bir karşıtlık söz konusudur. İç mekan sahnelerinde daha sıcak tonlar hakimdir, dış mekanda daha çok beton grisi ve soğuk renk tonları ön plandadır.

Tablo 1'de özetlenen mekânsal karşıtlıklar filmin ikilemini ortaya koymaktadır. Filmde özgürlük alanı içeride, evde olmak ile mümkündür. Dışarısı bir gözetim alanı, panoptikon iken, Mahin'in evi özgürlük sahası, karakterlerin *khora*sıdır. Dış mekanlarda iletişim şekilleri emirler, yasaklar ve uzun sessizliklerle gösterilirken, iç mekanda daha çok ritme, müziğe ve dokunmaya dayalı ilerlemiştir. Sonuç olarak, dış mekandaki panoptikon sistemine karşı Mahin'in evinde inşa ettiği bu *khora*, bir direniş alanı olarak gözükse de, filmin finali bu güvenli alanın kırılganlığını da ortaya koymaktadır. Faramarz'ın ani ölümü, hazzı ve güvenli alanı kesintiye uğratır. Ancak, Mahin'in Faramarz'ın bedenini devlete teslim etmek yerine bahçesine, yani kendi *khora*sına gömmesi de bu direnişin bir parçasıdır.

Kaynakça

Akan, A. (2016). Timaios diyaloğunun etik-politik okuması. *ETHOS: Felsefe ve Toplumsal Bilimlerde Diyaloglar, 9*(2), 1–23.

Bağcı, İ. (2023). Feminist bir imkân olarak Kristeva'nın semiyotik khôrası. E. Yenisoy Şahin (Ed.), *Feminist felsefe* içinde (ss. 160–185). Sentez Yayıncılık.

Çoban, B. (2016). "Gözün İktidarı" Üzerine. B. Çoban ve Z. Özarslan (Haz.), Panoptikon: Gözün iktidarı içinde (s.111-138). İstanbul: Su Yayınları.

Dastur, F. (2019) Ölümle Yüzleşmek & Felsefi Bir Soruşturma. çev. Sinan Oruç. İstanbul: Pinhan Yayıncılık.

Fidan, M. (2019). İktidarın Panoptik Gözü Olarak Sosyal Medya: Facebook- Cambridge Analytica Örneği. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Foucault M. (1980) Power/ Knowladge: Selected Interviews and Other Writings 1972-1977, New York: Pantheon Books.

Foucault, M. (1992). Hapishanenin doğuşu (M. A. Kılıçbay, Çev.). Ankara: İmge Kitabevi Yayınları.
İzmir, M. (2013). Öznenin Diyalektiği Hegel, Sartre ve Lacan. Ankara: İmge Kitabevi Yayınevi.

Kaplan, M. (2019). Platon'un Timaios ve Şölen diyaloglarındaki kavramlarına farklı yaklaşımlar. *Al-Farabi International Journal on SocialSciences, 3*(2), 116–123.
Lacan, J. (1977) TheMirrorStage as Formative of theFunction of the I as Revealed in PsychoanalyticExperience, Ecrits: A Selection
Makaryk, R. R. (1993). Encyclopedia of ContemporaryLiteraryTheory: Approaches, Scholars, Terms. Canada: University of Toronto Press.
Lyon, D. (2013). Gözetim Çalışmalarına Genel Bir Bakış. (Çev. A. Toprak). İstanbul: Kalkedon Yayıncılık.
Mansfield, N. (2021). Subjectivity: Theories of the Self from Freud to Haraway (çev. Elif Okan Gezmiş), Babil Kitap, İstanbul.
Özdel, G. (2012). Foucault Bağlamında İktidarın Görünmezliği ve ''Panoptikon'' ile ''İktidarın Gözü'' Göstergeleri. The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC, 2 (1), s. 22-29.
Özel, Ş., Şengül E., (2025). Reklamlarda Kontrol ve Gözetim Metaforu: Apple Reklam Kampanyası Üzerinden Panoptikon Kavramının İncelenmesi, Isarc 5. Uluslararası Gaziantep Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 27 – 28 Aralık 2025.
Zizek, S. (2005). Yamuk Bakmak. İstanbul: Metis Yayınları.

Görsel Kaynaklar

https://filmkovasi.co/en-sevdigim-pastam-2024-izle/

THE ROLE OF NUTRITIONAL INTERVENTIONS IN THE MANAGEMENT OF BIPOLAR DISORDER: MECHANISMS, CLINICAL EVIDENCE, AND FUTURE DIRECTIONS

Mónika Fekete
Andrea Lehoczki
Eszter Pázmándi
Vince Fazekas-Pongor
Institute of Preventive Medicine and Public Health, Budapest, Hungary
https://orcid.org/0000-0001-8632-2120

Abstract
Bipolar disorder is a chronic, recurrent psychiatric condition associated with substantial functional impairment and a high burden of somatic comorbidities. Growing evidence suggests that dietary patterns and specific nutrients can modulate key neurobiological pathways implicated in the pathophysiology of bipolar disorder, including inflammation, oxidative stress, mitochondrial dysfunction, and regulation of the gut–brain axis. These mechanisms provide a strong biological rationale for considering nutrition as a complementary component of bipolar disorder management.
This presentation reviews current human clinical and observational evidence on the effects of Mediterranean-style diets, ketogenic and low-carbohydrate dietary approaches, and plant-based diets on mood stability and metabolic outcomes in individuals with bipolar disorder. Particular attention is given to omega-3 fatty acids, B-vitamins, vitamin D, and selected minerals as adjunctive strategies, while critically addressing the heterogeneity and limitations of the existing evidence base.
The aim of this talk is to highlight nutrition not as a standalone treatment, but as a translational adjunct to established pharmacological and psychotherapeutic interventions. Emphasis is placed on the emerging role of personalized and precision nutrition, as well as on key research gaps, including phase-specific effects, long-term adherence, and challenges related to clinical implementation. Understanding the potential of dietary interventions may contribute to improved psychiatric outcomes while simultaneously addressing the substantial cardiometabolic risk in this vulnerable population.

Keywords
bipolar disorder; nutritional psychiatry; Mediterranean diet; ketogenic diet; gut–brain axis; inflammation; precision nutrition
Funding: The project was funded by the Ministry of Innovation and Technology under the National Cardiovascular Laboratory Program (RRF-2.3.1-21-2022-00003) from the National Research, Development and Innovation Fund. Project, no. TKP2021-NKTA-47 was funded by the National Research, Development and Innovation Fund under the TKP2021-NKTA, with the support from the Ministry of Innovation and Technology of Hungary. MF and VFP received funding from the Semmelweis University KTKP grant.

Introduction
Bipolar disorder (BD) is a chronic, recurrent psychiatric condition characterized by pathological mood fluctuations, including manic, hypomanic, and depressive episodes, accompanied by substantial functional impairment (Miklowitz & Johnson, 2017). The global prevalence of BD is estimated to be approximately 1–2%; however, the true prevalence is likely higher due to

underdiagnosis and marked clinical heterogeneity. Beyond its profound impact on psychological well-being, BD imposes a considerable social and economic burden, contributing to disability, reduced work capacity, and increased premature mortality (Li et al, 2020).

Despite significant advances in pharmacological and psychotherapeutic treatments over recent decades, the management of bipolar disorder remains challenging. A substantial proportion of patients fail to achieve sustained remission, experience frequent relapses, and suffer from persistent residual depressive symptoms, leading to long-term deterioration in quality of life. These difficulties are further compounded by the high prevalence of somatic comorbidities associated with BD, including metabolic syndrome, type 2 diabetes mellitus, cardiovascular disease, and obesity, all of which occur at markedly higher rates than in the general population (Fagiolini et al., 2008). These risks arise both from intrinsic pathophysiological processes linked to the disorder and from the long-term metabolic side effects of psychopharmacological treatments.

In recent years, increasing attention has been directed toward the complex biological mechanisms underlying bipolar disorder that extend beyond traditional neurotransmitter-based models. Neuroinflammation, oxidative and nitrosative stress, mitochondrial dysfunction, and disturbances of the gut–brain axis have all been implicated in the onset, progression, and recurrence of mood episodes (Anderson & Maes, 2015). Importantly, these mechanisms are closely interconnected with lifestyle factors, particularly dietary habits, thereby providing a compelling biological rationale for nutritional interventions as adjunctive therapeutic strategies. Nutritional psychiatry, as an emerging interdisciplinary field, investigates the relationships between dietary patterns and mental health outcomes. Growing epidemiological and clinical evidence suggests that diet quality influences the risk of mood disorders, symptom severity, and treatment responsiveness (Fekete et al., 2025; Lehoczki et al., 2025; Pandics et al., 2023). Dietary patterns rich in anti-inflammatory and antioxidant components—such as the Mediterranean diet—may exert beneficial effects on brain function, whereas Western-style diets characterized by high intakes of processed foods, saturated fats, and refined carbohydrates are associated with increased inflammatory burden and heightened metabolic risk (Christ et al., 2019; Ungvari et al., 2025).

Interest in nutritional interventions in bipolar disorder is further supported by the observation that patients frequently exhibit unhealthy eating behaviors, appetite dysregulation, weight fluctuations, and low levels of physical activity. Moreover, deficiencies in specific micronutrients—including omega-3 fatty acids, B vitamins, vitamin D, and selected minerals—have been associated with mood instability and unfavorable illness trajectories (Butola et al., 2021). Collectively, these findings provide a biologically plausible foundation for considering nutrition as an integral adjunct to the comprehensive management of bipolar disorder (Raza et al., 2025).

It is important to emphasize, however, that nutritional interventions should not be regarded as standalone treatments for bipolar disorder. Rather, they represent translational, complementary approaches that may enhance the effectiveness of established pharmacological and psychotherapeutic interventions while simultaneously addressing the substantial cardiometabolic risk burden observed in this population. The current evidence base remains heterogeneous and is often derived from small-scale or observational studies, warranting cautious interpretation and underscoring the need for more robust clinical research.

The aim of the present review is to summarize the biological rationale underlying nutritional approaches in bipolar disorder and to critically evaluate the available human evidence regarding dietary patterns and specific nutrients in relation to clinical outcomes. Particular emphasis is

placed on interpreting nutritional interventions within the framework of personalized and precision medicine, while highlighting key gaps in the literature that require further investigation through well-designed clinical trials.

Methods

The present article was designed as a narrative review aiming to summarize the mechanistic and clinical evidence linking nutritional interventions to the management of bipolar disorder. A comprehensive literature search was conducted in the PubMed, Web of Science, and Scopus databases from inception through 2025. The search strategy included the following keywords and their combinations: bipolar disorder, nutrition, dietary patterns, Mediterranean diet, ketogenic diet, omega-3 fatty acids, vitamins, gut–brain axis, and nutritional psychiatry.

Human studies investigating associations between bipolar disorder and dietary patterns, specific nutrients, or nutritional interventions were eligible for inclusion. The reviewed literature comprised randomized controlled trials, observational studies, cohort and case–control studies, as well as systematic reviews and meta-analyses. Animal studies were excluded unless they provided direct translational relevance for understanding human pathophysiological mechanisms. Given the heterogeneity of study designs, populations, and outcome measures, a quantitative synthesis was not performed; instead, findings were summarized using a thematic, narrative approach.

Results

Pathophysiological mechanisms: inflammation, oxidative stress, mitochondrial dysfunction, and the gut–brain axis

Available human studies and translational evidence consistently indicate that multiple, closely interconnected biological mechanisms contribute to the pathophysiology of bipolar disorder and are sensitive to nutritional influences (Ortega et al., 2023). One of the most robust findings is the presence of chronic low-grade inflammation, detectable both during acute mood episodes and in euthymic states. Elevated inflammatory markers, including C-reactive protein, interleukin-6, and tumor necrosis factor-α, have been repeatedly reported in individuals with BD and are associated with symptom severity and illness progression (Huang et al., 2023).

Dietary patterns substantially modulate this inflammatory milieu. Diets rich in antioxidants, dietary fiber, and unsaturated fatty acids are associated with lower inflammatory activity, whereas Western-style diets high in refined carbohydrates and saturated fats promote systemic inflammation (Cases et al., 2017; Farooqui & Farooqui, 2017; Varga, et al., 2025; Madarász et al., 2023). These effects are particularly relevant in bipolar disorder, where inflammation may represent not only a consequence of illness but also a potential trigger for mood episode recurrence.

Oxidative stress is another key component of BD neurobiology. Increased production of reactive oxygen and nitrogen species, coupled with reduced antioxidant capacity, has been documented in bipolar disorder and may contribute to neuronal damage and neuroprogression (Kotzaeroglou & Tsamesidis, 2022). Diets abundant in fruits, vegetables, and polyphenol-rich foods may enhance endogenous antioxidant defenses and mitigate oxidative burden (Fekete, Jarecsny, et al., 2025; Nikawa et al., 2021).

Mitochondrial dysfunction has emerged as a central feature in contemporary models of bipolar disorder (Kato, 2017). Impaired energy production, disrupted ATP synthesis, and altered mitochondrial enzyme activity have all been linked to mood instability. From a nutritional perspective, dietary strategies such as carbohydrate restriction or enhanced utilization of ketone bodies may provide alternative energy substrates for the brain, potentially bypassing specific mitochondrial impairments (Miller et al., 2018).

The gut–brain axis and gut microbiome have also gained increasing attention in BD research (Ortega et al., 2023). Microbial composition and diversity are closely linked to immune activation, neurotransmitter synthesis, and regulation of the hypothalamic–pituitary–adrenal axis. Diets rich in fiber, plant-based foods, and fermented products may favorably modulate microbial balance, whereas high-fat, ultra-processed diets can increase intestinal permeability and inflammatory load (Perrone & D'Angelo, 2025).

Dietary patterns: Mediterranean, ketogenic, and plant-based diets

Among dietary patterns, the Mediterranean diet is supported by the strongest indirect evidence in relation to bipolar disorder (Gundogdu & Nalbantoglu, 2023; Ungvari et al., 2025; Zábó et al., 2025). Although randomized controlled trials specifically targeting BD populations remain limited, multiple observational studies and extrapolated clinical data suggest that adherence to a Mediterranean-style diet is associated with improved mood stability and a more favorable metabolic risk profile (Marano et al., 2025). Its anti-inflammatory and antioxidant properties, along with positive effects on neurotrophic factors, are particularly relevant given the neuroprogressive nature of bipolar disorder (Gabriel et al., 2023).

Evidence supporting ketogenic and low-carbohydrate diets is more limited but increasingly suggestive. Several pilot studies and case reports indicate that achieving nutritional ketosis may be associated with improved mood stability, reduced depressive symptoms, and enhanced cognitive functioning in some individuals with BD (Altayyar et al., 2022; Krikorian et al., 2012). These effects are hypothesized to result from improved mitochondrial bioenergetics and modulation of GABAergic and glutamatergic neurotransmission (Phillips, 2026). However, adherence challenges and uncertainties regarding long-term safety represent significant limitations.

Findings related to plant-based diets are inconsistent (Catt et al., 2020). While some studies report beneficial effects on mood and inflammatory markers, others indicate increased depressive symptom burden, particularly when diets are poorly planned and nutritionally inadequate. Current evidence increasingly suggests that diet quality, rather than the exclusion of animal products per se, is the primary determinant of mental health outcomes.

Specific nutrients and supplementation

Among individual nutrients, omega-3 fatty acids have been most extensively studied in bipolar disorder (Saunders et al., 2016). Epidemiological and biochemical data demonstrate lower omega-3 intake and circulating levels among individuals with BD, potentially contributing to increased inflammatory activity. Clinical trials suggest that omega-3 supplementation may offer modest benefits, particularly in reducing depressive symptoms, whereas effects on manic episodes remain less consistent (Okereke et al., 2021).

Vitamins, particularly vitamin D and B-complex vitamins, have also been widely investigated. Vitamin D deficiency is common in bipolar disorder, especially during acute episodes, and has been associated with greater depressive symptom severity (Mucci, 2023). Folate and vitamin B12 are relevant due to their roles in neurotransmitter synthesis and homocysteine metabolism, especially in the presence of genetic polymorphisms or drug–nutrient interactions (Gao et al., 2024).

Evidence regarding mineral supplementation, including magnesium and zinc, remains fragmented and inconclusive (Csípő, et al., 2024; Tarleton et al., 2017). Although biologically plausible mechanisms have been proposed, current clinical data are insufficient to support routine supplementation in bipolar disorder.

Metabolic and functional outcomes

One of the most consistent effects of nutritional interventions in bipolar disorder is improvement in metabolic parameters. Multiple studies report reductions in body weight, improved insulin sensitivity, more favorable lipid profiles, and decreased cardiovascular risk following structured dietary interventions. These findings are particularly important given the high burden of metabolic comorbidities contributing to morbidity and mortality in BD (Jeremiah et al., 2020; Longhitano et al., 2024).

Regarding functional outcomes, improvements in quality of life, energy levels, and overall psychosocial functioning have been reported in several studies, although these outcomes are often assessed as secondary endpoints. The long-term impact of dietary interventions on relapse prevention and illness trajectory remains insufficiently clarified, underscoring the need for prospective, long-duration clinical studies.

Discussion

The aim of this narrative review was to synthesize the mechanistic and clinical evidence linking nutritional interventions to the management of bipolar disorder. The findings reviewed herein clearly indicate that nutrition is relevant not only for addressing the high burden of somatic comorbidities associated with BD but may also influence core neurobiological processes and the clinical course of the disorder.

Pathophysiological evidence suggests that inflammatory activation, oxidative stress, and mitochondrial dysfunction represent a shared biological nexus between bipolar disorder and unfavorable dietary patterns. These processes do not operate in isolation; rather, they form an interconnected and self-reinforcing network that may contribute to neuroprogression and the recurrence of mood episodes. The impact of nutrition on these mechanisms is biologically plausible, as dietary patterns rich in antioxidants, unsaturated fatty acids, and dietary fiber exert anti-inflammatory and neuroprotective effects that align with the pathophysiological alterations described in BD.

Among dietary patterns, the Mediterranean diet is supported by the strongest indirect evidence. Although randomized controlled trials specifically targeting bipolar populations are scarce, mechanistic data and clinical findings extrapolated from other affective disorders suggest that this dietary pattern may promote mood stability and improve metabolic status. Its advantages include long-term sustainability, broad applicability, and a favorable safety profile, which are particularly important in the context of a chronic psychiatric illness requiring lifelong management.

In contrast, evidence supporting ketogenic and low-carbohydrate diets remains limited and less consistent. While available case reports and pilot studies suggest potential benefits for mood stabilization and metabolic outcomes, small sample sizes, lack of control groups, and adherence challenges substantially limit generalizability. At present, these dietary approaches may be considered primarily for treatment-resistant cases or metabolically high-risk subgroups, and only under close clinical supervision.

Findings related to plant-based diets underscore that diet quality, rather than dietary classification alone, is the critical determinant of mental health outcomes. Poorly planned, micronutrient-deficient plant-based diets may pose risks, whereas balanced, nutrient-dense versions may confer potential benefits. This distinction is particularly relevant in bipolar disorder, where mood instability may increase vulnerability to the adverse effects of nutritional deficiencies.

Among specific nutrients, omega-3 fatty acids and selected vitamins—most notably vitamin D and folate—show the most clinically relevant evidence. Omega-3 fatty acids appear to be most

beneficial during depressive phases, while identification and correction of vitamin deficiencies represent essential components of comprehensive care. Importantly, the current evidence does not support routine, universal supplementation; instead, targeted strategies based on individual risk assessment are warranted.

Analysis of metabolic and functional outcomes highlights that one of the most consistent benefits of nutritional interventions in BD is the reduction of cardiometabolic risk. This effect may indirectly influence psychiatric outcomes, as metabolic comorbidities are known to worsen illness trajectory and reduce treatment responsiveness. Improvements in functional outcomes and quality of life are promising but are often reported as secondary endpoints, emphasizing the need for future studies specifically designed to assess these domains.

The reviewed literature also reveals several methodological limitations. Many studies are characterized by small sample sizes, heterogeneous populations, variable outcome measures, and insufficient consideration of illness phase or pharmacological treatment effects. Additionally, issues related to adherence and long-term sustainability represent significant sources of bias. These limitations underscore the need for well-designed, long-term, bipolar disorder–specific clinical trials.

Conclusions

Based on current evidence, nutritional interventions cannot replace established pharmacological and psychotherapeutic treatments for bipolar disorder. Nevertheless, they represent a potentially effective adjunctive strategy for supporting mood stability while simultaneously reducing the substantial cardiometabolic risk associated with the disorder. The Mediterranean diet appears to be a safe and broadly applicable approach, whereas other dietary strategies-such as ketogenic or strictly plant-based diets-require careful individual evaluation and clinical monitoring.

Future research should move toward precision nutrition approaches that account for illness phase, metabolic profile, genetic background, microbiome-related differences, and interactions with pharmacological treatments. Integrating nutrition into the routine care of individuals with bipolar disorder may not only improve psychiatric outcomes but also contribute to meaningful long-term gains in physical health and overall quality of life in this vulnerable population.

References

Altayyar, M., Nasser, J. A., Thomopoulos, D., & Bruneau Jr, M. (2022). The implication of physiological ketosis on the cognitive brain: a narrative review. Nutrients, 14(3), 513.

Anderson, G., & Maes, M. (2015). Bipolar disorder: role of immune-inflammatory cytokines, oxidative and nitrosative stress and tryptophan catabolites. Current psychiatry reports, 17(2), 8.

Butola, L. K., Kanyal, D., Ambad, R., & Jha, R. K. (2021). Role of omega 3 fatty acids, vitamin D, vitamin B12, vitamin B6 and folate in mental wellbeing-a short review of literature. Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology, 15(2), 283-288.

Cases, J., Romain, C., Marín-Pagán, C., et al. (2017). Supplementation with a Polyphenol-Rich Extract, PerfLoad(®), Improves Physical Performance during High-Intensity Exercise: A Randomized, Double Blind, Crossover Trial. Nutrients, 9(4). https://doi.org/10.3390/nu9040421

Cao, X., Peng, H., Hu, Z., et al. (2025). Exploring the global impact of obesity and diet on dementia burden: the role of national policies and sex differences. GeroScience, 47(1), 1345–1360.

Catt, H., Beenstock, J., Nadeem, U., & Joiner, A. (2020). Plant power? A systematic review of the effects of plant-based diets on people with mental illness. medRxiv, 2020.2009. 2028.20203026.

Christ, A., Lauterbach, M., & Latz, E. (2019). Western diet and the immune system: an inflammatory connection. Immunity, 51(5), 794-811.
Fagiolini, A., Chengappa, K. R., Soreca, I., & Chang, J. (2008). Bipolar disorder and the metabolic syndrome: causal factors, psychiatric outcomes and economic burden. CNS drugs, 22(8), 655-669.
Farooqui, T., & Farooqui, A. A. (2017). Role of the Mediterranean Diet in the Brain and Neurodegenerative Diseases. Academic Press.
Fekete, M., Jarecsny, T., Lehoczki, A., et al. (2025). Mediterranean Diet, Polyphenols, and Neuroprotection: Mechanistic Insights into Resveratrol and Oleuropein. Nutrients, 17(24), 3929.
Fekete, M., Lehoczki, A., Csípő, T., et al. (2024). The role of trace elements in COPD: Pathogenetic mechanisms and therapeutic potential of zinc, iron, magnesium, selenium, manganese, copper, and calcium. Nutrients, 16(23), 4118.
Fekete, M., Lehoczki, A., Kryczyk-Poprawa, A., et al. (2025). Functional Foods in Modern Nutrition Science: Mechanisms, Evidence, and Public Health Implications. Nutrients, 17(13). https://doi.org/10.3390/nu17132153
Fekete, M., Lehoczki, A., Major, D.,et al. (2024). Exploring the influence of gut–brain axis modulation on cognitive health: A comprehensive review of prebiotics, probiotics, and symbiotics. Nutrients, 16(6), 789.
Fekete, M., Lehoczki, A., Tarantini, S., et al. (2023). Improving cognitive function with nutritional supplements in aging: a comprehensive narrative review of clinical studies investigating the effects of vitamins, minerals, antioxidants, and other dietary supplements. Nutrients, 15(24), 5116.
Fekete, M., Major, D., Feher, A., Fazekas-Pongor, V., & Lehoczki, A. (2024). Geroscience and pathology: a new frontier in understanding age-related diseases. Pathology and Oncology Research, 30, 1611623.
Fekete, M., Pongor, V., Fehér, Á., Veresné Bálint, M., Varga, J. T., & Horváth, I. (2019). [Relationship of chronic obstructive pulmonary disease and nutritional status - clinical observations]. Orv Hetil, 160(23), 908-913. https://doi.org/10.1556/650.2019.31386 (Krónikus légzőszervi betegek tápláltsági állapotának vizsgálata – klinikai megfigyelések.)
Fekete, M., Szarvas, Z., Fazekas-Pongor, V.,et al. (2022). Nutrition strategies promoting healthy aging: from improvement of cardiovascular and brain health to prevention of age-associated diseases. Nutrients, 15(1), 47.
Fekete, M., Varga, P., Ungvari, Z., et al. (2025). The role of the Mediterranean diet in reducing the risk of cognitive impairement, dementia, and Alzheimer’s disease: a meta-analysis. GeroScience, 1-20.
Fekete, M., Varga, P., Ungvari, Z., et al. (2025). The role of the Mediterranean diet in reducing the risk of cognitive impairement, dementia, and Alzheimer's disease: a meta-analysis. GeroScience, 47(3), 3111-3130. https://doi.org/10.1007/s11357-024-01488-3
Gabriel, F. C., Oliveira, M., Martella, B. D. M., Berk, M., Brietzke, E., Jacka, F. N., & Lafer, B. (2023). Nutrition and bipolar disorder: a systematic review. Nutritional neuroscience, 26(7), 637-651.
Gao, B., Li, C., Qu, Y., Cai, M., Zhou, Q., Zhang, Y., Lu, H., Tang, Y., Li, H., & Shen, H. (2024). Progress and trends of research on mineral elements for depression. Heliyon, 10(15).
Gundogdu, A., & Nalbantoglu, O. U. (2023). The role of the Mediterranean diet in modulating the gut microbiome: A review of current evidence. Nutrition, 114, 112118. https://doi.org/10.1016/j.nut.2023.112118

Huang, M. H., Chan, Y. L. E., Chen, M. H., Hsu, J. W., Huang, K. L., Li, C. T., Tsai, S. J., Su, T. P., & Bai, Y. M. (2023). A longitudinal study of the association between pro-inflammatory cytokines and mood symptoms in bipolar disorder. Acta Psychiatrica Scandinavica, 147(1), 81-91.
Jeremiah, O. J., Cousins, G., Boland, F., Kirby, B. P., & Ryan, B. K. (2020). Evaluation of the effect of insulin sensitivity-enhancing lifestyle-and dietary-related adjuncts on antidepressant treatment response: A systematic review and meta-analysis. Heliyon, 6(9).
Kato, T. (2017). Neurobiological basis of bipolar disorder: Mitochondrial dysfunction hypothesis and beyond. Schizophrenia research, 187, 62-66.
Kotzaeroglou, A., & Tsamesidis, I. (2022). The role of equilibrium between free radicals and antioxidants in depression and bipolar disorder. Medicines, 9(11), 57.
Krikorian, R., Shidler, M. D., Dangelo, K., Couch, S. C., Benoit, S. C., & Clegg, D. J. (2012). Dietary ketosis enhances memory in mild cognitive impairment. Neurobiology of aging, 33(2), 425. e419-425. e427.
Lehoczki, A., Csípő, T., Lipécz, Á., et al. (2025). Western diet and cognitive decline: A Hungarian perspective—Implications for the design of the semmelweis study. Nutrients, 17(15), 2446.
Li, C., Tang, X., Zheng, X., Ge, S., Wen, H., Lin, X., Chen, Z., & Lu, L. (2020). Global prevalence and incidence estimates of oral lichen planus: a systematic review and meta-analysis. JAMA dermatology, 156(2), 172-181.
Longhitano, C., Finlay, S., Peachey, I., Swift, J.-L., Fayet-Moore, F., Bartle, T., Vos, G., Rudd, D., Shareef, O., & Gordon, S. (2024). The effects of ketogenic metabolic therapy on mental health and metabolic outcomes in schizophrenia and bipolar disorder: a randomized controlled clinical trial protocol. Frontiers in Nutrition, 11, 1444483.
Madarász, B., Fazekas-Pongor, V., Szarvas, Z., et al. (2023). Survival and longevity of European rulers: geographical influences and exploring potential factors, including the Mediterranean diet - a historical analysis from 1354 to the twentieth century. GeroScience. https://doi.org/10.1007/s11357-023-00957-5
Marano, G., Boggio, G., Abate, F., Caroppo, E., Traversi, G., Mazza, O., Capristo, E., Gaetani, E., & Mazza, M. (2025). From Food to Mood: Psychological and Psychiatric Impact of Diet in Bipolar Disorder. Nutrients, 17(23), 3728.
Miklowitz, D. J., & Johnson, S. L. (2017). Bipolar disorder. Psychopathology: History, Diagnosis, and Empirical Foundations, Third Edition, 317-363.
Miller, V. J., Villamena, F. A., & Volek, J. S. (2018). Nutritional Ketosis and Mitohormesis: Potential Implications for Mitochondrial Function and Human Health. J Nutr Metab, 2018, 5157645. https://doi.org/10.1155/2018/5157645
Mucci, F. (2023). Circulating levels of vitamin D, vitamin B12, folate, homocysteine, and major haemato-chemical parameters in mood-disorder patients: a comparative cross-sectional study.
Nikawa, T., Ulla, A., & Sakakibara, I. (2021). Polyphenols and Their Effects on Muscle Atrophy and Muscle Health. Molecules, 26(16). https://doi.org/10.3390/molecules26164887
Okereke, O. I., Vyas, C. M., Mischoulon, D., et al. (2021). Effect of long-term supplementation with marine omega-3 fatty acids vs placebo on risk of depression or clinically relevant depressive symptoms and on change in mood scores: a randomized clinical trial. Jama, 326(23), 2385-2394.
Ortega, M. A., Álvarez-Mon, M. A., García-Montero, C., Fraile-Martínez, Ó., Monserrat, J., Martinez-Rozas, L., Rodríguez-Jiménez, R., Álvarez-Mon, M., & Lahera, G. (2023).

Microbiota–gut–brain axis mechanisms in the complex network of bipolar disorders: potential clinical implications and translational opportunities. Molecular psychiatry, 28(7), 2645-2673.
Pandics, T., Major, D., Fazekas-Pongor, V., et al. (2023). Exposome and unhealthy aging: environmental drivers from air pollution to occupational exposures. GeroScience, 45(6), 3381-3408.
Perrone, P., & D'Angelo, S. (2025). Gut microbiota modulation through Mediterranean diet foods: implications for human health. Nutrients, 17(6), 948.
Phillips, M. L. (2026). The Old and the New: Promising Interventions for Bipolar Disorder Combining Mood-Stabilizing Medication With Nutritional Ketosis. Biological Psychiatry Global Open Science, 6(2), 100677.
Raza, M. L., Hassan, S. T., Jamil, S., Fatima, W., & Fatima, M. (2025). Nutritional interventions in depression: The role of vitamin D and omega-3 fatty acids in neuropsychiatric health. Clinical nutrition, 45, 270-280.
Saunders, E. F., Ramsden, C. E., Sherazy, M. S., Gelenberg, A. J., Davis, J. M., & Rapoport, S. I. (2016). Omega-3 and omega-6 polyunsaturated fatty acids in bipolar disorder: a review of biomarker and treatment studies. The Journal of clinical psychiatry, 77(10), 14697.
Tarleton, E. K., Littenberg, B., MacLean, C. D., Kennedy, A. G., & Daley, C. (2017). Role of magnesium supplementation in the treatment of depression: A randomized clinical trial. Plos one, 12(6), e0180067. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180067
Ungvari, Z., Fekete, M., Fekete, J. T., Grosso, G., Ungvari, A., & Győrffy, B. (2025). Adherence to the Mediterranean diet and its protective effects against colorectal cancer: a meta-analysis of 26 studies with 2,217,404 participants. GeroScience, 47(1), 1105-1121.
Ungvari, Z., Fekete, M., Varga, P., Fekete, J. T., Buda, A., Szappanos, Á., Lehoczki, A., Mózes, N., Grosso, G., & Menyhart, O. (2025). Impact of adherence to the Mediterranean diet on stroke risk. GeroScience, 1-17.
Vince, F.-P., Zoltán, U., & Mónika, F. " Táplálkozási stratégiák az egészséges öregedésért: krónikus, életkorral összefüggő betegségek. Scientific Journal of the Hungarian Association of Gerontology and Geriatrics, 4.
Zábó, V., Lehoczki, A., Fekete, M., et al. (2025). The role of purpose in life in healthy aging: implications for the Semmelweis Study and the Semmelweis-EUniWell Workplace Health Promotion Model Program. GeroScience, 47(3), 2817-2833.

CASSAS VE ANTİK MYRA: BELGE İLE İMGELEM

Ufuk ÇETİN
Tekirdağ Namık Kemal University, Çorlu Vocational School, Department of Crafts, 59860 Çorlu, Tekirdağ
ORCID: 0000-0001-5102-8183

ÖZET
Bu çalışma, Louis François Cassas'ın 1808 tarihli *Myra Tiyatrosu* gravürünü inceleyerek, sanatçının arkeolojik gözlem ile estetik yorum arasında kurduğu görsel temsil ilişkisini çözümlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın çıkış noktasını, söz konusu gravürün hem antik yapının mimari özelliklerini belgeleyen nesnel bir kayıt olarak değerlendirilmesi hem de 19. yüzyıl Avrupa'sının Doğu Akdeniz coğrafyasına yönelik kültürel ve sanatsal algılarını yansıtan bir üretim niteliği taşıması oluşturmaktadır. Bu iki yönün görsel düzlemde nasıl bir araya geldiği ve hangi noktada ayrıştığı, çalışmanın temel problem alanını oluşturmaktadır.
Bu kapsamda araştırma, "Cassas mimari doğruluğu hangi ölçüde korumakta ve bu doğruluğu hangi estetik tercihler yoluyla yeniden düzenlemektedir?" sorusunu merkezine almaktadır. Bu soruya bağlı olarak, gravürde mimari ayrıntıların aktarımı, kompozisyon yapısı, figürlerin mekânla kurduğu ilişki ve doğal çevrenin betimlenme biçimi ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Nitel sanat tarihi yöntemi doğrultusunda yürütülen çalışma, görsel çözümleme ve karşılaştırmalı inceleme tekniklerine dayanmaktadır. Cassas'ın diğer antik yapı betimlemeleriyle yapılan karşılaştırmalar, sanatçının farklı coğrafyalarda benimsediği temsil stratejilerinin belirlenmesine olanak sağlamıştır.
Araştırmada ayrıca oryantalizm kuramı, gravürün ideolojik bağlamını açıklayıcı bir kuramsal çerçeve olarak kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, Cassas'ın mimari gerçekliği büyük ölçüde doğru aktardığını, ancak atmosfer, figür düzeni ve doğa betimlemeleri aracılığıyla yapıyı estetik açıdan idealize ettiğini göstermektedir. Bu yaklaşım, Avrupa merkezli bir Doğu algısının görsel düzeyde yeniden üretildiğini ortaya koymaktadır. Çalışma, gravürü hem belgeleyici hem de yönlendirici bir görsel araç olarak ele alarak, sanat tarihi ve görsel kültür araştırmalarına bütüncül ve eleştirel bir yorumlama zemini sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Cassas, Myra, Antik Dönem, Belgeler, İmgelem

CASSAS AND ANCIENT MYRA: DOCUMENT AND IMAGINATION

ABSTRACT
This study examines Louis François Cassas's 1808 engraving of the Myra Theatre in order to analyze the visual relationship he constructs between archaeological observation and aesthetic interpretation. The starting point of the research lies in the dual character of the engraving, which functions both as an objective record documenting the architectural features of an ancient structure and as an artistic production reflecting nineteenth century Europe's cultural perceptions of the Eastern Mediterranean. The uncertainty surrounding how these two dimensions intersect within the visual field constitutes the main problem of the study.
Accordingly, the research centers on the question of to what extent Cassas preserves architectural accuracy and through which aesthetic choices he reorganizes this accuracy within the image. In relation to this question, the study closely analyzes the transmission of architectural details, compositional structure, the relationship between human figures and space, and the depiction of the surrounding natural environment. Conducted within the

framework of qualitative art historical methodology, the research is based on visual analysis and comparative examination. Comparisons with Cassas's representations of other ancient sites enable the identification of recurring representational strategies across different geographical contexts.
Orientalism theory is employed as an analytical framework to clarify the ideological dimension of the engraving. The findings demonstrate that while Cassas largely maintains architectural realism, he simultaneously idealizes the setting through atmospheric effects, figural arrangements, and landscape elements. This approach shapes Europe-centered perceptions.
Keywords: Cassas, Myra, Ancient Time, Documents, Imagination

GİRİŞ

Belgeleme ve Estetik Arasında Antik Mekânın Görsel Temsili

18.ve 19. yüzyıl Avrupa sanatında antik mekânların görsel temsili, yalnızca geçmiş uygarlıkları tanıtmayı amaçlayan tarafsız bir kayıt üretimi olarak değil, aynı zamanda dönemin kültürel ve düşünsel yönelimlerini yansıtan çok katmanlı bir anlatı biçimi olarak değerlendirilmelidir. Bu dönemde üretilen arkeolojik gravürler, mimari yapıların fiziksel özelliklerini belgelemekle birlikte, sanatçının bakış açısı doğrultusunda şekillenen estetik ve ideolojik tercihlerle yeniden kurgulanmıştır. Louis François Cassas'ın 1808 tarihli *Myra Tiyatrosu* gravürü, bu ikili yapıyı açık biçimde ortaya koyan önemli bir örnek niteliğindedir (Honour, 1979).

Bu çalışmanın konusu, Cassas'ın söz konusu gravüründe arkeolojik gözlem ile estetik yorum arasında kurulan ilişkinin nasıl biçimlendiğini incelemektir. Konunun seçilme nedeni, Myra Tiyatrosu'nun yalnızca antik mimarlığın bir örneği olarak değil, aynı zamanda 19. yüzyıl Avrupa'sının Doğu Akdeniz coğrafyasına yönelik algılarını yansıtan bir görsel anlatı olarak değerlendirilmesidir. Bu bağlamda gravür, hem bilimsel bilgi üretimine katkı sağlayan bir belge hem de kültürel bakış açısını aktaran bir sanat yapıtı olarak ele alınmaktadır.

Araştırmanın temel sorusu, Cassas'ın mimari doğruluğu hangi ölçüde koruduğu ve bu doğruluğu hangi görsel ve estetik tercihlerle yeniden düzenlediğidir. Bu ana soruya bağlı olarak, gravürde mimari ayrıntıların aktarımı, insan figürlerinin mekânla ilişkisi ve doğal çevrenin betimlenme biçimi sorgulanmaktadır. Çalışmada nitel sanat tarihi yöntemi kullanılmış; biçimsel analiz ve karşılaştırmalı inceleme yoluyla gravür, sanatçının diğer antik yapı betimlemeleriyle birlikte değerlendirilmiştir. Ayrıca oryantalizm kuramı, görsel temsilin ideolojik boyutunu açıklamak için kuramsal bir çerçeve olarak ele alınmıştır.

Bu çalışmanın alana katkısı, arkeolojik gravürleri yalnızca teknik çizimler olarak değil, anlam üreten görsel metinler olarak incelemesidir. Böylece sanat tarihi alanında belge kavramının estetik ve ideolojik boyutlarıyla birlikte ele alınmasına olanak sağlanmaktadır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu araştırma, Louis François Cassas'ın 1808 tarihli *Myra Tiyatrosu* gravürünü merkeze alarak, arkeolojik gözlem ile estetik yorumun görsel temsil düzeyinde nasıl bir araya geldiğini incelemektedir. Çalışma, nitel sanat tarihi yöntemi doğrultusunda yürütülmüş; görsel çözümleme, karşılaştırmalı analiz ve kuramsal değerlendirme aşamalarından oluşmuştur. Araştırma sürecinde gravürün kompozisyon yapısı, mimari ayrıntıların aktarımı, figür yerleşimleri ve doğal çevrenin betimlenme biçimi ayrı ayrı ele alınmıştır. Ayrıca Cassas'ın diğer antik yapı betimlemeleriyle karşılaştırmalar yapılarak sanatçının temsil stratejileri belirlenmiştir.

Araştırma bulguları, Cassas'ın Myra Tiyatrosu'nu mimari açıdan büyük ölçüde doğru biçimde aktardığını ortaya koymaktadır. Oturma sıralarının düzeni, yapının topoğrafya ile ilişkisi ve sahne binasının konumu, antik tiyatro mimarisine ilişkin bilinen verilerle uyumludur. Bu

durum, gravürün yalnızca estetik bir üretim değil, aynı zamanda arkeolojik bilgi aktarımına katkı sağlayan bir görsel kaynak olduğunu göstermektedir. Mimari ayrıntıların titizlikle işlenmiş olması, Cassas'ın gözleme dayalı bir çalışma yöntemi benimsediğini düşündürmektedir.

Bununla birlikte bulgular, gravürde mimari gerçekliğin olduğu gibi aktarılmadığını, estetik tercihler yoluyla yeniden düzenlendiğini de ortaya koymaktadır. Doğal çevrenin yoğun biçimde betimlenmesi, yapının çevresini saran bitki örtüsünün abartılı kullanımı ve ışık-gölge karşıtlıkları, mekânın zamansız ve idealize edilmiş bir atmosfer içinde sunulmasına neden olmaktadır. Bu görsel kurgu, antik tiyatronun tarihsel bağlamından koparılarak romantik bir mekân algısı içinde yeniden yapılandırıldığını göstermektedir.

Figür analizleri, gravürde yer alan insan betimlemelerinin mekânla işlevsel bir ilişki kurmadığını ortaya koymuştur. Figürler, yapının kullanımına dair bilgi sunmaktan çok, mekânın egzotik ve uzak bir coğrafyada yer aldığı izlenimini güçlendiren unsurlar olarak konumlandırılmıştır. Figürlerin ölçek olarak yapıya göre küçük tutulması, mimari yapının görkemini artırırken, insan varlığını ikincil bir düzeye indirgemektedir. Bu yaklaşım, Doğu mekânının durağan ve değişmeyen bir alan olarak sunulmasına katkı sağlamaktadır.

Karşılaştırmalı incelemeler, Cassas'ın Avrupa'daki antik yapı betimlemeleri ile Doğu Akdeniz coğrafyasındaki yapıları ele alış biçimi arasında belirgin farklar bulunduğunu göstermektedir. (Said, 1978). Avrupa'daki yapılar daha teknik ve ölçüye dayalı bir anlayışla aktarılırken, Myra Tiyatrosu gibi yapılar atmosfer, doğa ve figür kullanımı üzerinden daha yoğun bir estetik vurgu ile sunulmuştur. (Nochlin, 1983). Bu fark, sanatçının görsel tercihleri aracılığıyla coğrafyaya özgü anlamlar ürettiğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın genel bulguları, *Myra Tiyatrosu* gravürünün hem belgeleyici hem de yönlendirici bir görsel anlatı olduğunu göstermektedir. Cassas, arkeolojik doğruluğu büyük ölçüde korurken, estetik düzenlemeler yoluyla izleyicinin mekânı algılama biçimini belirli bir çerçeve içine almaktadır. Bu durum, gravürün yalnızca geçmişi kaydeden bir görüntü değil, aynı zamanda belirli bir kültürel bakışı yeniden üreten bir görsel araç olduğunu göstermektedir.

Arkeolojik Gözlem, Estetik Tercih ve Oryantalist Bakış

Louis François Cassas, Akdeniz coğrafyasında gerçekleştirdiği seyahatler sırasında antik kalıntıları ayrıntılı biçimde inceleyen ve bu yapıları gravür yoluyla görselleştirerek kullanan bir sanatçıdır (Pomian,1990).

Mimarlık eğitimi almış olması, onun antik yapıların ölçü, oran ve yapısal özelliklerini doğru biçimde aktarmasını sağlamıştır. *Myra Tiyatrosu* gravüründe oturma sıralarının düzeni, sahne binasının konumu ve yapının topoğrafya ile ilişkisi, antik tiyatro mimarisiyle büyük ölçüde örtüşmektedir (Lawrence, 1996).

Ancak gravür, yalnızca mimari bilgiyi aktaran teknik bir çizim değildir. Cassas, yapıyı çevreleyen doğal unsurları yoğun biçimde kullanarak mekânı tarih dışı ve zamansız bir atmosfer içinde sunar. Bitki örtüsünün abartılı biçimde betimlenmesi ve yapının insan figürlerine kıyasla ölçek olarak büyütülmesi, antik tiyatronun doğayla bütünleşmiş anıtsal bir kalıntı olarak algılanmasını sağlar. Bu yaklaşım, mimari gerçekliğin estetik bir kurgu içinde yeniden düzenlendiğini göstermektedir (Rossi, 2004).

Gravürde yer alan insan figürleri, yapının işlevsel ya da tarihsel kullanımına dair bilgi vermekten çok, mekânın egzotik ve uzak bir coğrafyada bulunduğu izlenimini güçlendiren unsurlar olarak konumlandırılmıştır. Figürlerin pasif duruşları ve mekânla sınırlı etkileşimleri, Doğu'nun durağan ve değişmeyen bir alan olarak sunulmasına katkıda bulunmaktadır. Bu durum, Batı merkezli bakış açısının görsel dile yansıması olarak değerlendirilebilir (Bohrer, 2003).

Görsel 1. Louis François Cassas, Theatre of Myra, now Demre, in Lyci,1808

Resmin Bulunduğu Yer: https://collections.vam.ac.uk/item/O142327/theatre-of-myra-now-demre-watercolour-cassas-louis-francois/theatre-of-myra-now-demre-watercolour-cassas-louis-fran%C3%A7ois/ (public domain)

Louis François Cassas'ın 1798 tarihli çiziminden M. Picquenot tarafından yapılan gravürde, Antakya yakınlarında konumlanan ve günümüze yalnızca kalıntıları ulaşmış bir kale yapısının burçları ile onarılmış sur hattı ayrıntılı biçimde betimlenmektedir. Eser, hem bölgenin geç dönem savunma mimarisine ilişkin ipuçları sunmakta hem de 18. yüzyıl sonu Avrupa'sında Yakın Doğu'nun tarihsel topografyasına duyulan entelektüel ilgiyi yansıtmaktadır. Gravürün kompozisyonunda, harap durumdaki mimari unsurların topografya ile kurduğu ilişki özellikle vurgulanarak yapının stratejik konumuna işaret edilir. Bu bağlamda çalışma, Antakya'nın çok katmanlı tarihsel peyzajını belgeleyen erken dönem görsel kaynaklardan biri olarak değerlendirilebilir.

Cassas'ın diğer antik yapı gravürleriyle yapılan karşılaştırmalar, sanatçının temsil stratejilerinin coğrafyaya göre değiştiğini göstermektedir. Avrupa'daki antik kalıntılar daha teknik ve ölçüye dayalı bir anlayışla aktarılırken, Doğu Akdeniz'deki yapılar daha yoğun bir atmosfer ve estetik vurgu ile sunulmuştur. Bu fark, sanatçının görsel tercihleri aracılığıyla kültürel anlamlar ürettiğini ortaya koymaktadır (Wood, 1999).

Bu bağlamda *Myra Tiyatrosu* gravürü, hem arkeolojik bilginin dolaşıma girdiği bir görsel kaynak hem de 19. yüzyıl Avrupa'sının Doğu'ya ilişkin algılarını yansıtan ideolojik bir anlatı olarak okunmalıdır. Cassas, mimari doğruluğu büyük ölçüde korurken, seçtiği estetik araçlarla izleyicinin mekânı algılama biçimini yönlendirmektedir.

SONUÇ

Bu çalışma, Louis François Cassas'ın *Myra Tiyatrosu* gravürünü belgeleme ile estetik yorum arasındaki ilişki üzerinden ele alarak, arkeolojik görsel üretimin tek yönlü bir bilgi aktarımı olmadığını açık biçimde ortaya koymuştur. İncelenen gravür, mimari doğruluğu sayesinde

bilimsel veri üretimine katkı sağlarken, aynı anda estetik düzenlemeler yoluyla belirli bir kültürel bakış açısını yeniden üretmektedir. Cassas'ın çalışması, antik mekânın yalnızca fiziksel bir kalıntı olarak değil, anlam yüklü bir görsel yapı olarak ele alındığını göstermektedir.
Bu araştırma, sanat tarihi ve görsel kültür alanında arkeolojik gravürlerin işlevine ilişkin daha kapsamlı bir değerlendirme yapılmasına olanak tanımaktadır. Çalışma, belge kavramının estetik ve ideolojik boyutlarını görünür kılarak, antik mirasın görsel temsilinin nasıl şekillendiğine dair güçlü ve açıklayıcı bir perspektif sunmaktadır. Bu yönüyle araştırma, antik mekânların görsel aktarımına yönelik gelecekteki akademik çalışmalar için sağlam bir kuramsal ve yöntemsel zemin oluşturmaktadır.

KAYNAKÇA

Bohrer, F. N. (2003). *Orientalism and visual culture*. Cambridge University Press.
Honour, H. (1979). *Romanticism*. Penguin Books.
Lawrence, A. W. (1996). *Greek architecture*. Yale University Press.
Nochlin, L. (1983). *The politics of vision: Essays on nineteenth-century art and society*. Harper & Row.
Pomian, K. (1990). *Collectors and curiosities: Paris and Venice, 1500–1800*. Polity Press.
Rossi, A. (2004). *The architecture of the city*. MIT Press.
Said, E. W. (1978). *Orientalism*. Pantheon Books.
Wood, C. S. (1999). *Forged identities: Renaissance art and the problem of attribution*. Yale University Press.

TAŞIN HAFIZASINI BELGELEMEK: GÖBEKLİTEPE'DE GÖRSEL SANATSAL ANLATIM YÖNTEMLERİNİN KÜLTÜREL MİRASIN ARŞİVLENMESİ VE AKTARIMINDAKİ ROLÜ

Medine İRAK
Istanbul Atlas University, Faculty of Art, Design and Architecture, Department Of Industrial Design, 34408,34403, Kagıthane/Istanbul
ORCID: 0000-0001-9329-7146

ÖZET
Bu çalışma, Göbeklitepe'nin kültürel miras alanı olarak belgelenmesi, arşivlenmesi ve kamusal alanda dolaşıma girmesinde görsel sanatsal anlatım yöntemlerinin oynadığı rolü incelemektedir. Araştırma, Göbeklitepe'yi yalnızca arkeolojik verilerle tanımlanan bir alan olarak değil; insan–doğa–ritüel ilişkilerinin izlerini taşıyan, çok katmanlı ve zamansal olarak süreklilik gösteren bir kültürel hafıza mekânı olarak ele almaktadır. Bu çerçevede çalışma, kültürel mirasın korunmasının yalnızca fiziksel muhafaza ve bilimsel kayıtlarla sınırlı kalamayacağını; görsel temsil, sanatsal yorum ve anlatı temelli üretimlerin mirasın belgelenmesi ve anlamlandırılması süreçlerinde tamamlayıcı ve dönüştürücü bir işlev üstlendiğini savunmaktadır.

Araştırma, nitel ve disiplinler arası bir yöntem izleyerek kültürel miras çalışmaları, görsel kültür, sanat kuramı ve mekân kuramı literatüründen yararlanmaktadır. Göbeklitepe bağlamında üretilen illüstrasyonlar, sergiler, dijital görselleştirmeler, sanatsal temsiller ve anlatı temelli görsel materyaller; mirasın nasıl kayda geçirildiği, hangi imgeler aracılığıyla arşivlendiği ve bu görsel kayıtların bilgi üretimine nasıl katkı sunduğu üzerinden analiz edilmektedir. Bu bağlamda görsel sanatsal üretimler, yalnızca estetik nesneler olarak değil; kültürel mirasın çok katmanlı yapısını belgeleyen, yorumlayan ve geleceğe aktaran alternatif arşiv biçimleri olarak değerlendirilmektedir.

Çalışma ayrıca, sanatsal ve görsel anlatım yöntemlerinin, arkeolojik ve tarihsel verilerin soyutluğunu aşarak miras alanlarının toplumsal bellekte yer edinmesini nasıl kolaylaştırdığını tartışmaktadır. Bu yöntemlerin, mirasın yalnızca uzmanlara ait bir bilgi alanı olmaktan çıkıp, kamusal hafıza ve kolektif bilinç içerisinde sürdürülebilir biçimde var olmasına katkı sunduğu vurgulanmaktadır.

Sonuç olarak bu araştırma, Göbeklitepe örneği üzerinden, sanatsal ve görsel anlatım pratiklerinin kültürel mirasın belgelenmesi ve arşivlenmesinde neden vazgeçilmez olduğunu ortaya koymakta; miras çalışmalarında görsel üretimi, bilgi üretimi ve kültürel aktarımın etkin bir aracı olarak ele alan bütüncül yaklaşımlara kuramsal bir katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Göbeklitepe, kültürel miras, görsel anlatım, belgeleme, arşivleme

DOCUMENTING THE MEMORY OF STONE: THE ROLE OF VISUAL ARTISTIC NARRATIVE METHODS in THE ARCHIVING AND TRANSMISSION OF CULTURAL HERITAGE AT GÖBEKLİTEPE

ABSTRACT
This study examines the role of visual artistic narrative methods in the documentation, archiving, and public circulation of Göbeklitepe as a cultural heritage site. Rather than approaching Göbeklitepe solely as an area defined by archaeological data, the research conceptualizes it as a multilayered cultural memory space that embodies the traces of human–nature–ritual relationships and demonstrates temporal continuity. Within this framework, the

study argues that the preservation of cultural heritage cannot be limited to physical conservation and scientific documentation alone; instead, visual representation, artistic interpretation, and narrative-based practices function as complementary and transformative components in the processes of documenting and interpreting heritage.
The research adopts a qualitative and interdisciplinary methodology, drawing upon literature from cultural heritage studies, visual culture, art theory, and spatial theory. Visual materials produced in relation to Göbeklitepe—such as illustrations, exhibitions, digital visualizations, artistic representations, and narrative-based visual media—are analyzed in terms of how heritage is recorded, through which images it is archived, and how these visual records contribute to knowledge production. In this context, visual artistic practices are evaluated not merely as aesthetic objects, but as alternative forms of archiving that document, interpret, and transmit the multilayered structure of cultural heritage to future generations.
The study further discusses how visual and artistic narrative methods help overcome the abstract nature of archaeological and historical data, facilitating the integration of heritage sites into collective memory and public consciousness. These methods are shown to enable cultural heritage to move beyond an expert-oriented field of knowledge and to become part of a shared and sustainable public memory.
In conclusion, this research highlights, through the case of Göbeklitepe, why visual and artistic narrative practices are indispensable in the documentation and archiving of cultural heritage. It offers a theoretical contribution to heritage studies by foregrounding holistic approaches that recognize visual production as an effective instrument of knowledge generation and cultural transmission.
Keywords: Göbeklitepe, cultural heritage, visual narrative, artistic practice, documentation

1. GİRİŞ: ARKEOLOJİK BULGUDAN KÜLTÜREL HAFIZA ALANINA

Göbeklitepe, Neolitik dönem insan topluluklarının doğa, ritüel ve simgesel düşünceyle kurduğu ilişkiye dair yerleşik kabulleri köklü biçimde dönüştüren, dünya arkeoloji literatüründe istisnai bir yere sahip kültürel miras alanıdır. Şanlıurfa yakınlarında yer alan bu alan, MÖ 10. binyıla tarihlenen anıtsal mimari kalıntılarıyla, tarımın ve yerleşik hayatın ortaya çıkışından önce karmaşık ritüel ve toplumsal organizasyonların varlığına işaret etmektedir (Schmidt, 2010; Dietrich et al., 2012).
Göbeklitepe'nin bilim dünyası tarafından tanınması, 1960'lı yıllarda yapılan yüzey araştırmalarına dayansa da alan uzun süre sıradan bir Neolitik yerleşim olarak değerlendirilmiştir. Asıl kırılma noktası, 1995 yılında Alman Arkeoloji Enstitüsü'nden Klaus Schmidt'in yürüttüğü sistematik kazı çalışmalarıyla gerçekleşmiştir. Schmidt'in liderliğinde yürütülen kazılar, alanda dairesel ve oval planlı, merkezinde T-biçimli dikilitaşlar bulunan anıtsal yapıların varlığını ortaya koymuş; bu bulgular, Göbeklitepe'yi "dünyanın bilinen en eski anıtsal tapınak kompleksi" olarak tanımlayan yeni bir arkeolojik anlatının doğmasına neden olmuştur (Schmidt, 2006, 2011).

Görsel 1: Göbeklitepe, Şanlıurfa, Erişim linki:https://anlatilaninotesi.com.tr/20240807/gobeklitepe-neden-insa-edildi-yazinin-gelisimine-dogru-atilan-ilk-adimlar-1086607497.html

Kazılarda ortaya çıkarılan T-biçimli dikilitaşlar, soyut insan figürlerine işaret eden biçimleri ve üzerlerindeki yaban hayvanı kabartmalarıyla, Göbeklitepe'nin yalnızca mimari değil, aynı zamanda güçlü bir simgesel ve ritüel evrene sahip olduğunu göstermektedir. Yılanlar, tilkiler, akbabalar, yaban domuzları ve kuş figürleri, bu taş yüzeylerde tekrarlanan motifler olarak karşımıza çıkar ve insan–doğa ilişkilerinin erken dönem temsillerine dair önemli ipuçları sunar (Peters & Schmidt, 2004; Hodder, 2012). Bu bağlamda Göbeklitepe, yalnızca maddi kalıntılar üzerinden değil; simgesel anlatılar ve anlam üretim süreçleri üzerinden de okunması gereken çok katmanlı bir alan hâline gelmiştir.

Kazı süreci ilerledikçe, Göbeklitepe'nin bilinçli olarak toprakla örtülmüş olması, alanın kullanım biçimine ve ritüel döngülerine dair yeni soruları gündeme getirmiştir. Yapıların belirli bir kullanım süresinin ardından kapatılması ve üzerlerinin doldurulması, mekânın yalnızca işlevsel değil; zamansal ve törensel bir mantıkla ele alındığını düşündürmektedir (Dietrich et al., 2017). Bu durum, Göbeklitepe'yi durağan bir yerleşimden ziyade, belirli ritüel zamanlarda aktive edilen ve sonra kapatılan bir **hafıza mekânı** olarak yorumlamayı mümkün kılar.

2018 yılında UNESCO Dünya Mirası Listesi'ne dâhil edilmesiyle birlikte Göbeklitepe, yalnızca arkeolojik bir araştırma alanı olmaktan çıkmış; küresel ölçekte dolaşıma giren bir kültürel miras temsiline dönüşmüştür (UNESCO, 2018). Bu süreç, alanın korunması ve yönetimine ilişkin yeni politikaları beraberinde getirirken, aynı zamanda Göbeklitepe'nin görsel, dijital ve sanatsal temsiller yoluyla kamusal alanda yeniden üretilmesini hızlandırmıştır. Tam da bu noktada temel bir soru ortaya çıkmaktadır: **Göbeklitepe'nin taşıdığı bu çok katmanlı tarihsel ve simgesel hafıza nasıl belgelenmeli ve geleceğe nasıl aktarılmalıdır?** Bilimsel kazı raporları, stratigrafik analizler ve tipolojik sınıflandırmalar, arkeolojik bilginin üretimi açısından vazgeçilmezdir. Ancak bu teknik belgeler, Göbeklitepe'nin kamusal alanda anlam kazanması, kolektif belleğe yerleşmesi ve farklı izleyici grupları tarafından içselleştirilmesi için çoğu zaman sınırlı kalmaktadır (Smith, 2006).

Bu çalışma, tam da bu sınırlılıktan hareketle, **görsel sanatsal anlatım yöntemlerinin** Göbeklitepe'nin belgelenmesi, arşivlenmesi ve kültürel hafıza içinde dolaşıma sokulmasındaki rolünü tartışmayı amaçlamaktadır. İllüstrasyonlar, dijital rekonstrüksiyonlar, sergi tasarımları ve anlatı temelli görsel üretimler, arkeolojik bilginin soyutluğunu aşarak, mekânın zamansal ve simgesel boyutlarını görünür kılan araçlar olarak ele alınmaktadır.

Bu araştırma, Göbeklitepe'yi yalnızca geçmişte tamamlanmış bir arkeolojik buluntu olarak değil; **bugün de sürekli yeniden anlamlandırılan ve temsil edilen bir kültürel hafıza mekânı** olarak kavramsallaştırır. Görsel sanatsal anlatım biçimleri ise bu yeniden üretim sürecinin tali unsurları değil; hafızanın kurulmasında ve aktarılmasında belirleyici epistemolojik araçlar olarak konumlandırılmaktadır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE: KÜLTÜREL MİRAS, HAFIZA VE GÖRSEL TEMSİL

2.1 Kültürel Mirasın Nesneden Sürece Evrimi

Kültürel miras kavramı, uzun yıllar boyunca geçmişten devralınan ve korunması gereken **maddi nesneler bütünü** olarak ele alınmıştır. Bu yaklaşımda anıtlar, mimari yapılar, arkeolojik kalıntılar ve fiziksel artefaktlar, mirasın temel taşıyıcıları olarak konumlandırılmış; mirasın değeri büyük ölçüde bu nesnelerin özgünlüğü, bütünlüğü ve maddi sürekliliği üzerinden tanımlanmıştır. Özellikle 20. yüzyıl boyunca gelişen koruma politikaları, mirası zamandan ve toplumsal bağlamdan yalıtarak, durağan ve değişmez bir geçmiş temsiline indirgeme eğilimi göstermiştir (Smith, 2006).

Ancak son otuz yılda gelişen **eleştirel kültürel miras çalışmaları**, bu nesne-merkezli yaklaşımı köklü biçimde sorgulamıştır. Eleştirel miras kuramları, mirasın sabit bir "şey" değil; **toplumsal olarak üretilen, müzakere edilen ve sürekli yeniden anlamlandırılan bir süreç** olduğunu ileri sürmektedir. Bu perspektife göre kültürel miras, geçmişten devralınan nesnelerin kendisinden ziyade, bu nesnelerin bugün nasıl yorumlandığı, temsil edildiği ve hangi anlatılar aracılığıyla dolaşıma sokulduğuyla ilgilidir (Smith, 2006; Harrison, 2013).

Bu süreç odaklı yaklaşım, mirası yalnızca korunacak fiziksel varlıklar olarak değil; **anlatılar, temsiller, hafıza pratikleri ve iktidar ilişkileri** üzerinden işleyen dinamik bir alan olarak ele alır. Mirasın hangi unsurlarının "değerli" sayılacağı, hangilerinin görünmez kılınacağı ya da dışarıda bırakılacağı, toplumsal, politik ve kültürel bağlamlar tarafından belirlenir. Dolayısıyla miras, geçmişe ait nesnel bir gerçeklikten ziyade, bugünün ihtiyaçları ve bakış açıları doğrultusunda şekillenen bir anlam üretim alanıdır (Harrison et al., 2020).

Bu kuramsal dönüşüm, arkeolojik miras alanlarının değerlendirilme biçimlerinde de önemli değişimlere yol açmıştır. Arkeolojik alanlar artık yalnızca bilimsel veri üreten kazı sahaları olarak değil; **kamusal hafızanın, görsel kültürün ve kültürel temsil pratiklerinin kesiştiği mekânlar** olarak ele alınmaktadır. Göbeklitepe bu bağlamda son derece çarpıcı bir örnek sunmaktadır.

Göbeklitepe'nin bilimsel keşfi ve kazı süreciyle birlikte, alan yalnızca arkeolojik literatürde değil; belgeseller, müze sergileri, dijital görselleştirmeler, illüstrasyonlar ve sanatsal üretimler aracılığıyla geniş bir görsel dolaşıma girmiştir. Bu süreçte Göbeklitepe, fiziksel kazı alanının sınırlarını aşarak, imgeler yoluyla küresel ölçekte dolaşıma giren bir **kültürel anlatıya** dönüşmüştür. Böylece miras, yalnızca kazı alanında "korunan" bir nesne olmaktan çıkmış; temsil, yorum ve görselleştirme süreçleri aracılığıyla sürekli yeniden üretilen bir anlam alanı hâline gelmiştir.

Bu durum, kültürel mirasın **temsili boyutunun**, en az maddi boyutu kadar belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Görsel temsiller, mirasın nasıl algılandığını, hangi yönlerinin öne çıkarıldığını ve hangi anlatılarla ilişkilendirildiğini doğrudan etkilemektedir. Göbeklitepe'nin "insanlık tarihinin başlangıcı", "medeniyetin doğuş noktası" ya da "ritüelin mimarisi" gibi

söylemlerle anılması, büyük ölçüde bu görsel ve anlatısal temsiller aracılığıyla inşa edilmiştir (Hodder, 2012).

Bu bağlamda kültürel miras, maddi kalıntıların ötesinde, **imgeler, anlatılar ve görsel rejimler** üzerinden işleyen bir kültürel üretim alanı olarak kavramsallaştırılmalıdır. Mirasın korunması ise yalnızca taşın, yapının ya da alanın fiziksel muhafazasıyla sınırlı kalamaz; aynı zamanda bu mirasın nasıl temsil edildiği, nasıl belgelendiği ve hangi görsel anlatılarla geleceğe aktarıldığı sorularını da içermek zorundadır (Smith, 2006; Harrison, 2013).

Göbeklitepe örneği, kültürel mirasın nesneden sürece evriminin somut bir göstergesidir. Alanın fiziksel varlığı kadar, ona eşlik eden görsel üretimler, sanatsal yorumlar ve anlatı temelli temsiller de mirasın ayrılmaz bir parçası hâline gelmiştir. Bu durum, kültürel miras çalışmalarında görsel temsili ikincil bir unsur olarak değil; **mirasın anlamlandırılmasında kurucu bir bileşen** olarak ele almayı zorunlu kılmaktadır.

Sonuç olarak, kültürel mirasın nesne-merkezli bir koruma anlayışından, süreç odaklı ve temsil temelli bir yaklaşıma evrilmesi, Göbeklitepe gibi arkeolojik alanların değerlendirilme biçimlerini köklü biçimde dönüştürmektedir. Bu evrim, mirasın yalnızca geçmişe ait bir kalıntı değil; bugün de üretilen, tartışılan ve geleceğe aktarılan canlı bir kültürel hafıza alanı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

2.2 Hafıza Mekânı Olarak Göbeklitepe

Hafıza çalışmaları alanında geliştirilen çağdaş kuramsal yaklaşımlar, hafızayı bireysel zihinsel bir depolama süreci olarak ele alan indirgemeci anlayışları terk ederek, hafızanın **mekân, beden, ritüel ve temsil pratikleri aracılığıyla toplumsal olarak üretildiğini** vurgulamaktadır. Bu yaklaşıma göre mekân, hafızanın pasif bir arka planı ya da yalnızca hatırlamayı tetikleyen bir bağlam değildir; aksine hafızanın kurulduğu, yeniden üretildiği ve dönüştürüldüğü **etkin bir alan**dır (Assmann, 2011; Nora, 1989).

Bu çerçevede Göbeklitepe, yalnızca Neolitik döneme ait arkeolojik verilerin bulunduğu bir kazı alanı olarak değil; farklı tarihsel, kültürel ve temsil düzeylerinin üst üste bindiği **çok katmanlı bir hafıza mekânı** olarak ele alınmalıdır. Göbeklitepe'de açığa çıkarılan mimari düzen, sembolik kabartmalar ve mekânsal organizasyon, geçmişte belirli ritüel pratiklere ve kolektif deneyimlere sahne olmuş bir alanın izlerini taşırken; günümüzde bu alan, modern arkeoloji, ulusal kültür politikaları, turizm söylemleri ve sanatsal üretimler aracılığıyla yeniden anlamlandırılmaktadır.

Pierre Nora'nın (1989) ortaya koyduğu *lieux de mémoire* (hafıza mekânları) kavramı, Göbeklitepe'nin bu çok katmanlı yapısını anlamak açısından önemli bir kuramsal çerçeve sunar. Nora'ya göre hafıza mekânları, canlı toplumsal hafızanın zayıfladığı ya da kesintiye uğradığı durumlarda, hatırlamanın maddi, simgesel ya da temsili biçimlerle sabitlendiği alanlardır. Göbeklitepe de bu anlamda, yalnızca geçmişe ait ritüel pratiklerin değil; modern toplumların geçmişle kurduğu ilişkinin, anlam arayışlarının ve kimlik inşalarının yoğunlaştığı bir düğüm noktasıdır.

Göbeklitepe'nin hafıza mekânı olarak işlevi, yalnızca taşın ve toprağın fiziksel varlığıyla sınırlı değildir. Alanın günümüzde nasıl temsil edildiği, hangi imgelerle dolaşıma sokulduğu ve hangi anlatılarla çerçevelendiği, bu hafızanın nasıl kurulacağını doğrudan etkilemektedir. Arkeolojik raporlar ve bilimsel yayınlar, uzmanlık alanı içinde bilgi üretirken; görsel anlatımlar, bu bilginin kamusal alanda dolaşıma girmesini ve kolektif hafızaya eklemlenmesini sağlayan temel araçlar hâline gelmektedir (Smith, 2006).

Bu noktada görsel temsiller, hafızanın yalnızca aktarım aracı değil; **hafızayı kuran ve yönlendiren etkin aktörler** olarak değerlendirilmelidir. İllüstrasyonlar, dijital rekonstrüksiyonlar, müze sergileri, belgeseller ve sanatsal yorumlar, Göbeklitepe'nin zamansal

derinliğini güncel izleyici için okunabilir kılmakta; geçmiş ile şimdi arasında görsel ve anlatısal köprüler kurmaktadır. Bu temsiller aracılığıyla Göbeklitepe, soyut ve erişilmez bir tarihsel veri olmaktan çıkarak, deneyimlenebilir bir kültürel hafıza alanına dönüşmektedir.

Hafızanın mekânsal boyutu, aynı zamanda **unutma pratikleriyle** de yakından ilişkilidir. Connerton'a (2009) göre modern toplumlarda mekânsal düzenlemeler, seçici hatırlama kadar seçici unutma süreçlerini de üretir. Göbeklitepe'nin korunması, sunumu ve temsil edilme biçimleri, hangi anlatıların öne çıkarıldığını, hangilerinin geri planda bırakıldığını belirler. Örneğin alanın "medeniyetin başlangıcı" söylemiyle sunulması, belirli bir tarih anlatısını güçlendirirken; alternatif yorumları ya da belirsizlikleri görünmez kılabilmektedir.

Bu bağlamda görsel sanatsal anlatımlar, yalnızca bilinen bilgileri pekiştiren araçlar değil; **belirsizlikleri, boşlukları ve yoruma açık alanları görünür kılan** eleştirel pratikler olarak da işlev görebilir. Sanatsal görselleştirmeler, arkeolojik bilginin tamamlanmamış doğasını gizlemek yerine, bu eksikliği estetik ve kavramsal bir tartışma alanına dönüştürerek hafızanın tekil ve kapalı bir anlatı hâline gelmesini engeller (Hodder, 2012).

Bu yönüyle Göbeklitepe, hafızanın yalnızca geçmişi muhafaza eden bir yapı olmadığını; aksine bugünün değerleri, soruları ve temsil rejimleri doğrultusunda sürekli yeniden kurulan bir süreç olduğunu açıkça göstermektedir. Görsel anlatımlar, bu sürecin merkezinde yer alarak, mekânın zamansal katmanlarını eşzamanlı olarak görünür kılar ve hafızayı durağan bir kayıt olmaktan çıkarır.

Sonuç olarak Göbeklitepe'yi bir hafıza mekânı olarak ele almak, kültürel mirasın yalnızca korunması gereken maddi bir varlık değil; **temsil, anlatı ve görsel üretim yoluyla sürekli yeniden inşa edilen bir kültürel süreç** olduğunu kabul etmeyi gerektirir. Bu kabul, görsel sanatsal anlatım yöntemlerini miras çalışmalarında tali bir unsur olmaktan çıkararak, hafızanın kurulmasında ve aktarılmasında merkezi bir konuma yerleştirir. Böylece Göbeklitepe, taşın hafızasının yalnızca kazı alanında değil; imgeler, anlatılar ve sanatsal yorumlar aracılığıyla yaşayan bir kültürel alan olarak varlığını sürdürür.

3. YÖNTEM: GÖRSEL SANATSAL ÜRETİMİ ARAŞTIRMA VERİSİ OLARAK ELE ALMAK

Bu çalışma, nitel, disiplinler arası ve yorumlayıcı bir araştırma deseni benimsemektedir. Araştırmanın temel metodolojik varsayımı, görsel sanatsal üretimlerin yalnızca estetik ya da temsil edici nesneler olmadığı; aksine **bilgi üreten, yorumlayan ve kuramsal tartışmalara katkı sunan araştırma pratikleri** olduğudur. Bu yaklaşım, özellikle kültürel miras, hafıza ve görsel temsil gibi deneyimsel, çok katmanlı ve tam anlamıyla ölçülemeyen olguların incelenmesinde, geleneksel pozitivist yöntemlerin sınırlılıklarını aşmayı amaçlamaktadır (Borgdorff, 2012).

Araştırma, **sanatsal araştırma (artistic research / arts-based research)** literatürüyle doğrudan ilişki kurmaktadır. Borgdorff'a (2012) göre sanatsal araştırma, sanatın hem araştırma konusu hem de araştırma yöntemi olarak işlev gördüğü, bilgi üretiminin yalnızca metinsel ya da nicel verilerle sınırlı olmadığı bir epistemolojik çerçeve sunar. Bu çalışmada görsel sanatsal üretimler, önceden belirlenmiş kuramsal varsayımları "kanıtlayan" nesneler olarak değil; araştırma sürecinin kendisi içinde anlam üreten, sorular ortaya koyan ve düşünceyi dönüştüren analitik alanlar olarak ele alınmıştır.

4. GÖBEKLİTEPE'DE GÖRSEL SANATSAL ANLATIM BİÇİMLERİ

Göbeklitepe'nin arkeolojik veriler aracılığıyla üretilen bilimsel bilgisi, tek başına alanın kültürel ve simgesel derinliğini kamusal alanda görünür kılmakta yetersiz kalmaktadır. Bu noktada görsel sanatsal anlatım biçimleri, bilimsel bilginin eksik bıraktığı alanları tamamlayan değil; bu eksikliği **görünür, tartışılabilir ve deneyimlenebilir** kılan yorumlayıcı araçlar

olarak işlev görmektedir. İllüstrasyonlar, dijital görselleştirmeler ve sergisel anlatılar, Göbeklitepe'nin yalnızca "ne olduğu"na değil; "nasıl düşünülebileceği" ne dair çok katmanlı temsiller üretmektedir (Hodder, 2012).

4.1 İllüstrasyon ve Rekonstrüksiyonlar

Göbeklitepe'ye ilişkin illüstrasyonlar ve sanatsal rekonstrüksiyonlar, arkeolojik veriler ile hayal gücü arasında konumlanan **hibrit anlatı biçimleri** olarak değerlendirilmelidir. Bu görsel üretimler, eksik, parçalı ya da yoruma açık arkeolojik verileri tamamlamaya çalışan didaktik araçlar olmaktan ziyade, belirsizliği estetik ve kavramsal bir unsur olarak kabul eden anlatılar üretir. Böylece illüstrasyonlar, kesinlik iddiası taşımayan; aksine, geçmişe dair bilgimizin sınırlılığını görünür kılan temsiller sunar (Harrison, 2013).

Bu yaklaşım, özellikle arkeolojik miras alanlarında giderek önem kazanan "yorumlayıcı görselleştirme" pratiğiyle örtüşmektedir. Arkeolojik illüstrasyon, burada nesnel bir yeniden inşa girişimi değil; bilimsel bilgi ile kültürel hayal gücü arasındaki etkileşimin görsel kaydıdır (Perry, 2019).

Bu bağlamda, William Kentridge'in tarihsel bellek ve arkeolojiyle ilişkili çizim temelli işleri, geçmişin kesin bir biçimde temsil edilemeyeceğini vurgulayan güçlü bir referans sunar. Kentridge'in animasyon ve çizimlerinde belirsizlik, silinme ve tekrar, tarihin kırılgan doğasını görünür kılar. Bu yaklaşım, Göbeklitepe illüstrasyonlarının da "tamamlanmış bir geçmiş" sunmak yerine, yorum açık bir tarih anlatısı üretmesiyle örtüşmektedir.

Benzer biçimde Anselm Kiefer, tarihsel ve mitolojik katmanları resim ve yerleştirmelerinde bilinçli olarak muğlaklaştırır. Kiefer'in arkeolojiyle ilişkilenen işleri, geçmişi sabit bir bilgi alanı değil; yeniden kazılan, yeniden yorumlanan bir hafıza katmanı olarak ele alır. Göbeklitepe bağlamında üretilen sanatsal rekonstrüksiyonlar da benzer şekilde, mit, ritüel ve doğa ilişkisini tek bir anlatıya indirgemeden çoğul bir görsel alan yaratır.

Arkeolojiye doğrudan referans veren bir diğer önemli örnek ise Mark Dion'dur. Dion'un sözde-arşivler ve sahte bilimsel sunumlar üreten işleri, bilginin nasıl sınıflandırıldığına ve temsil edildiğine dair eleştirel bir perspektif sunar. Göbeklitepe illüstrasyonları da bu bağlamda, arkeolojik bilginin "nasıl görselleştirildiği" sorusunu gündeme getirerek, bilimsel temsilin ideolojik ve estetik boyutlarını açığa çıkarır (Dion, 2016).

Sonuç olarak illüstrasyon ve sanatsal rekonstrüksiyonlar, Göbeklitepe'nin maddi kalıntılarını tamamlayan görseller değil; belirsizlik, yorum ve kültürel hafıza üzerinden çalışan eleştirel anlatı biçimleri olarak değerlendirilmektedir.

4.2 Dijital Görselleştirme ve Sanal Anlatılar

Dijital görselleştirme ve sanal rekonstrüksiyonlar, Göbeklitepe'nin mekânsal ve zamansal katmanlarını üst üste bindirerek izleyiciye **çoklu zaman deneyimi** sunan anlatı biçimleri üretmektedir. Bu tür görsel anlatılar, arkeolojik alanı tek bir tarihsel ana sabitlemek yerine, geçmiş, şimdi ve olası gelecekler arasında geçişken bir deneyim alanı olarak kurgular (Parry, 2010).

Dijital anlatıların en önemli katkılarından biri, arkeolojik bilginin soyutluğunu aşarak mekânın duyusal olarak algılanmasını mümkün kılmasıdır. İzleyici, yalnızca bilgi alan bir özne olmaktan çıkarak, görsel ve mekânsal deneyimin aktif bir katılımcısı hâline gelir. Bu durum, kültürel mirasın pasif olarak "gösterilen" bir nesne olmaktan çıkıp, deneyimlenen bir süreç olarak algılanmasını sağlar (Champion, 2016).

Bu bağlamda Refik Anadol'un veri temelli mekânsal enstalasyonları, dijital anlatıların hafıza ve mekân ilişkisini nasıl dönüştürebileceğine dair önemli bir örnek sunar. Anadol'un çalışmaları, veriyi statik bir bilgi seti olmaktan çıkararak, akışkan ve deneyimsel bir hafıza ortamına dönüştürür. Göbeklitepe'ye yönelik dijital görselleştirmeler de benzer biçimde,

arkeolojik veriyi sabit bir geçmiş anlatısı yerine, sürekli yeniden üretilen bir deneyim alanı olarak sunmaktadır.

Bir diğer önemli referans Hito Steyerl'dir. Steyerl'in dijital görüntü, sanal mekân ve bilgi politikaları üzerine çalışan işleri, görsel teknolojilerin gerçeklik algısını nasıl dönüştürdüğünü sorgular. Göbeklitepe'nin sanal anlatıları da benzer biçimde, "gerçek" olanın dijital temsiller aracılığıyla nasıl yeniden kurulduğunu tartışmaya açar (Steyerl, 2017).

Ayrıca Laurie Anderson'ın sanal gerçeklik ve anlatı temelli projeleri, izleyicinin bedensel ve duyusal katılımını merkeze alır. Bu yaklaşım, sanal Göbeklitepe anlatılarının yalnızca görsel değil, deneyimsel bir hafıza üretme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Bu çerçevede dijital görselleştirmeler, Göbeklitepe'yi "yeniden inşa eden" araçlar olmaktan çok, **çok katmanlı zaman algısını görünür kılan deneyimsel anlatılar** olarak değerlendirilmektedir.

4.3 Sergiler ve Kamusal Görsel Dil

Göbeklitepe'nin müze sergileri, ziyaretçi merkezleri ve kamusal sunum alanlarında kullanılan görsel anlatımlar, mirasın uzmanlık alanından çıkarılarak kamusal belleğe taşınmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Sergisel anlatı, burada yalnızca bilgilendirici bir çerçeve değil; **hafıza üreten, seçen ve düzenleyen** bir görsel dil olarak işlev görür (Bennett, 1995).

Görsel 2: Erol Tabanca'nın öncülüğünde gerçekleştirilen Göbeklitepe temalı sergi, 2019

Koleksiyoner ve sergi üreticisi Erol Tabanca'nın öncülüğünde gerçekleştirilen Göbeklitepe temalı kolektif sergiler, özellikle **2019 yılında İstanbul'da** düzenlenen ve kamuoyunda geniş yankı uyandıran sergiyle birlikte, Göbeklitepe'yi yalnızca arkeolojik bir araştırma alanı olmaktan çıkararak çağdaş sanat aracılığıyla kamusal hafıza alanına taşıyan önemli girişimler arasında yer almıştır. Söz konusu sergi, farklı kuşaklardan ve disiplinlerden sanatçıları bir araya getirerek Göbeklitepe'yi mit, ritüel, hafıza, zaman ve insan–doğa ilişkileri üzerinden yeniden yorumlamayı amaçlamış; sergide **Ahmet Güneştekin başta olmak üzere**, resim, heykel, yerleştirme ve yeni medya alanlarında üretim yapan birçok çağdaş sanatçının Göbeklitepe'ye referans veren işleri yer almıştır. Bu sergisel yapı, Göbeklitepe'yi bilimsel bilginin nesnesi olarak sunmak yerine, görsel anlatılar yoluyla çoğul ve yoruma açık bir kültürel temsil alanı

olarak kurgulamış; böylece sergiyi tarafsız bir sunum mekânı olmaktan çıkararak anlatı kuran politik bir alana dönüştürmüştür. Bu bağlamda kullanılan görsel dil, arkeolojik bilginin aktarımından çok, anlam kurma ve hikâyeleştirme işlevi üstlenmiş; hangi tarihsel anlatıların öne çıkarıldığına ve hangilerinin geri planda bırakıldığına dair seçici bir temsil rejimi üretmiştir. Nitekim bu sergiler, arkeolojik bilginin kamusal alanda nasıl dolaşıma sokulduğunu gösteren örnekler olarak, sergilerin nötr bilgi alanları değil, kültürel hafızayı yönlendiren mekânsal kurgular olduğunu açık biçimde ortaya koymakta ve Göbeklitepe'nin kamusal sunumlarının eleştirel bir gözle değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (Macdonald, 2013).

Bu bağlamda Ai Weiwei'nin müze ve kamusal alanlarda tarihsel mirasla kurduğu eleştirel ilişki önemli bir örnek sunar. Ai Weiwei, sergileri yalnızca nesnelerin gösterildiği alanlar değil; tarih, iktidar ve hafıza ilişkilerinin tartışıldığı politik mekânlar olarak kurgular. Ai Weiwei'nin *Fragments* adlı çalışması (Bkz: Görsel 3), Qing Hanedanlığı'na ait tapınak ve mimari yapı kalıntılarından oluşan tarihsel parçaların, özgün hâllerine döndürülmeden yeniden kurgulanmasına dayanır; sanatçı bu yöntemiyle restorasyon fikrini bilinçli olarak reddeder ve parçalanmışlığı sergisel anlatımın merkezine yerleştirir. *Fragments*, mirası korunması gereken bütüncül ve tamamlanmış bir yapı olarak değil, iktidar ilişkileri, yıkım süreçleri ve sürekli yeniden yazılan tarih anlatılarının ürünü olarak ele alır. Bu yaklaşım, sergiyi onarıcı bir mekân olmaktan çıkararak, kırılmayı, eksikliği ve süreksizliği görünür kılan eleştirel bir hafıza alanına dönüştürür. Benzer biçimde Göbeklitepe sergilerinde kullanılan görsel dil de, mirasın hangi anlatılar aracılığıyla kamusal belleğe taşındığını belirleyerek, kültürel mirasın tarafsız bir geçmiş temsili değil, seçici ve yorumlayıcı bir temsil rejimi olduğunu ortaya koymaktadır.

Görsel 3: Ai Weiwei, The work *Fragments,* 2005

Ai Weiwei'nin *Dropping a Han Dynasty Urn* (1995) adlı çalışması, genellikle üçlü bir fotoğraf dizisi (triptych) olarak sunulur; sol panelde sanatçı elinde Han Hanedanlığı'na ait antik bir urneyi tutarken, orta panelde bu nesneyi bilinçli bir eylemle serbest bırakır ve sağ panelde urne yere düşerek parçalanır. Bu dizisel yapı, eylemi anıtsal bir yıkım olarak değil, sürece dayalı bir eleştirel müdahale olarak konumlandırır ve kültürel mirasın doğal olarak kutsal olmadığını, değerinin sergileme, koruma ve temsil rejimleri aracılığıyla inşa edildiğini, dolayısıyla görsel sunumun etik ve politik bir tercih olduğunu açık biçimde ortaya koyar. Bu bağlamda Göbeklitepe sergilerinde kullanılan görsel dil de benzer şekilde, mirası dokunulmaz ve sabit bir

geçmiş anlatısı olarak mı yoksa sorgulanabilir, yorumlanabilir ve eleştirel bir hafıza alanı olarak mı sunacağına dair belirleyici bir rol üstlenmektedir; Ai Weiwei'nin bu çalışmasına ait görsel kayıtlar, kültürel mirasın fiziksel nesneler üzerinden nasıl kutsallaştırıldığını ve bu kutsallığın görsel temsil yoluyla nasıl üretildiğini çarpıcı biçimde görünür kılar. Bu durum, Göbeklitepe sergilerinde kullanılan görsel anlatımların da tarafsız değil, belirli hafıza ve iktidar ilişkileri üzerinden şekillenen temsiller olduğunu düşündürmektedir.

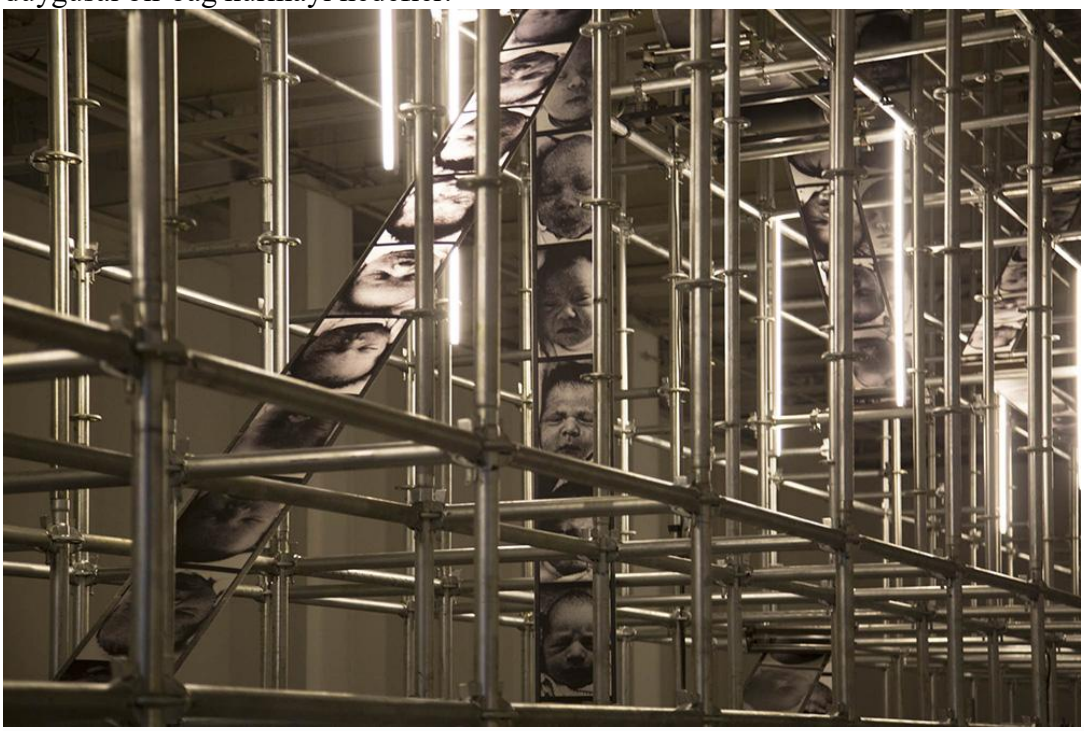
Görsel 4: Ai Weiwei'nin *Dropping a Han Dynasty Urn* (1995) **Sol panel**

Görsel 5: Ai Weiwei'nin *Dropping a Han Dynasty Urn* (1995) **Orta panel**

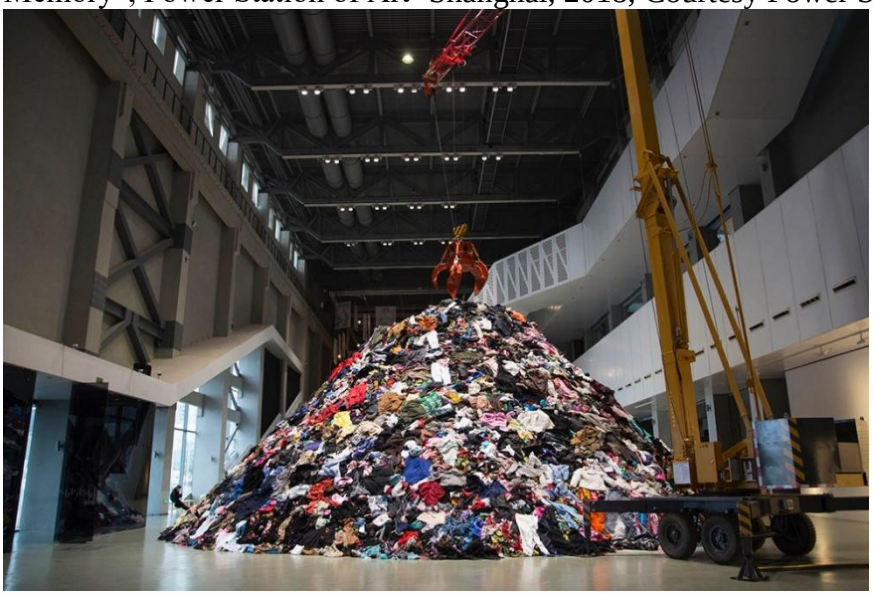
Görsel 6: Ai Weiwei'nin *Dropping a Han Dynasty Urn* (1995) **Sağ panel**

Benzer biçimde Christian Boltanski, hafıza ve arşiv kavramlarını sergisel düzenlemeler üzerinden ele alarak, görsel sunumun duygusal ve etik boyutlarını görünür kılar. Göbeklitepe

sergilerinde kullanılan görseller de, yalnızca bilgi aktarmakla kalmayıp, izleyicide geçmişle duygusal bir bağ kurmayı hedefler.



Görsel 7:Christian Boltanski, Chance-The Wheel of Fortune, Installation View "Storage Memory", Power Station of Art- Shanghai, 2018, Courtesy Power Station of Art



Görsel 8:Christian Boltanski, Personnes, Installation View "Storage Memory", Power Station of Art- Shanghai, 2018, Courtesy Power Station of Art

Boltanski'nin işleri, **arşivi nesnel bir kayıt sistemi olarak değil**, kayıp, eksiklik ve belirsizlik üzerinden işleyen **duygusal bir hafıza mekânı** olarak kurar. Fotoğraflar, ışıklar, giysiler ve isimler; bilgi aktarmaktan çok **yokluğu ve geri dönülmezliği hissettiren** araçlara dönüşür.Bu yaklaşım, **Göbeklitepe sergilerinde kullanılan görsellerin**: yalnızca "bilgilendirici" değil

izleyicide **geçmişle duygusal ve etik bir bağ kurmayı amaçlayan** anlatılar olarak okunmasını mümkün kılar.
Ayrıca Fred Wilson'ın müze eleştirisi temelli işleri, sergilerin tarafsız olmadığını, aksine belirli tarih anlatılarını yeniden ürettiğini ortaya koyar. Bu perspektif, Göbeklitepe'nin kamusal sunumlarının da eleştirel bir gözle değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Görsel 9: Fred Wilson, 1992-1993, Mining the Museum: 'Metalwork, 1793-1880

Fred Wilson, müzeleri **tarafsız bilgi alanları** olarak değil,*"tarihin nasıl anlatılacağını seçen ideolojik mekânlar"*olarak ifşa eder. Özellikle **Mining the Museum (1992)** çalışmasında:aynı koleksiyondaki nesneleri farklı biçimde yan yana getirerek **gizlenmiş tarihleri ve bastırılmış anlatıları** görünür kılar.Bu perspektif, **Göbeklitepe'nin kamusal sunumlarını**:hangi anlatıların öne çıkarıldığı hangilerinin sessiz bırakıldığı soruları üzerinden **eleştirel biçimde değerlendirme gerekliliğini** teorik olarak temellendirir.
Sonuç olarak sergiler ve kamusal görsel anlatımlar, Göbeklitepe'yi yalnızca "bilinen" bir miras alanı değil; **kamusal hafızada sürekli yeniden kurulan bir kültürel anlatı** hâline getirmektedir.

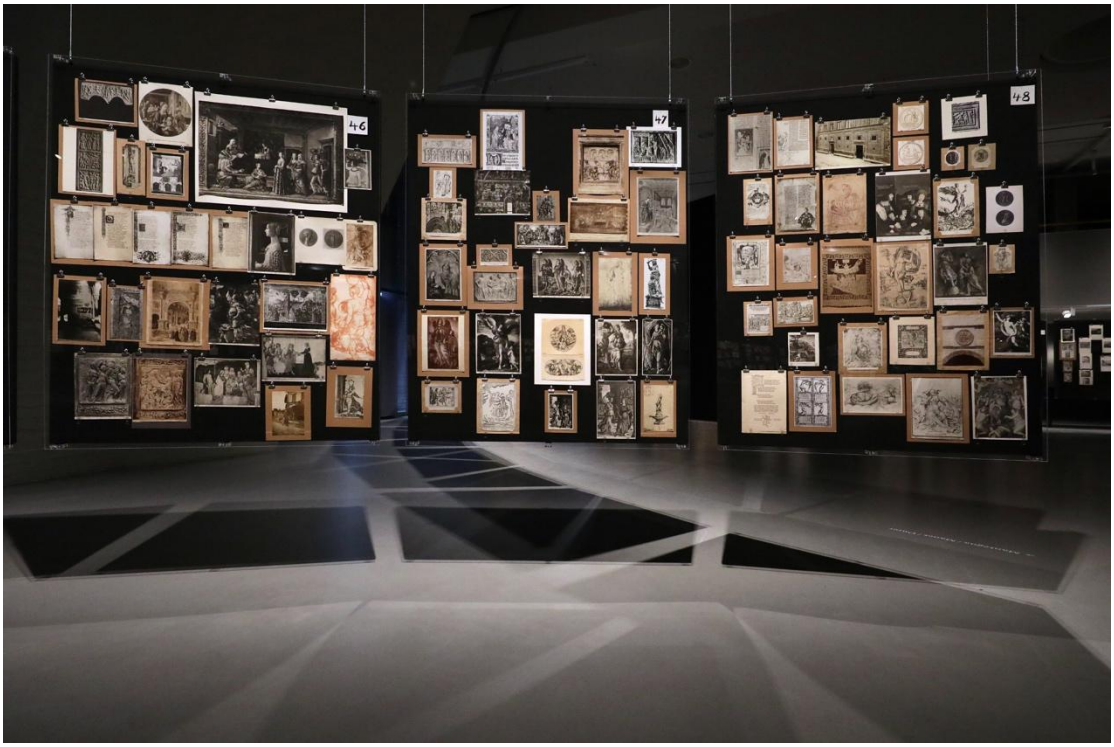
5. GÖRSEL ÜRETİM VE ARŞİV: ALTERNATİF BELGELEME STRATEJİLERİ

Arşiv kavramı, modern bilgi rejimleri içinde uzun süre boyunca nesnellik, süreklilik ve doğrulanabilirlik ilkeleriyle tanımlanmıştır. Geleneksel arşivler; ölçülebilir, sınıflandırılabilir ve standartlaştırılabilir veriler üzerinden işleyerek tarihsel bilginin korunmasını hedefler. Arkeolojik bağlamda bu yaklaşım; kazı raporları, stratigrafik çizimler, fotoğraflar, ölçüm tabloları ve tipolojik sınıflandırmalar aracılığıyla somutlaşır. Bu belgeler, kültürel mirasın korunması açısından vazgeçilmez olmakla birlikte, mirasın **duyusal, simgesel ve deneyimsel boyutlarını** büyük ölçüde dışarıda bırakır (Derrida, 1996; Stoler, 2009).
Görsel sanatsal üretimler ise tam da bu dışarıda bırakılan alanlarda işlev görerek, **alternatif arşiv biçimleri** üretir. Bu arşivler, eksikliği bir kusur olarak değil, tarihsel bilginin kaçınılmaz bir niteliği olarak kabul eder. Böylece görsel üretimler, kesinlik iddiası taşımayan; yoruma açık, çoğul ve ilişkisel hafıza alanları oluşturur (Azoulay, 2019).

5.1 Alternatif Arşiv Kavramı ve Sanatsal Pratik

Alternatif arşiv, yalnızca farklı bir depolama ya da belgeleme biçimi değil; bilginin nasıl üretildiğine, kim tarafından temsil edildiğine ve neyin hatırlanmaya değer görüldüğüne dair

eleştirel bir müdahaledir. Bu bağlamda sanatsal arşivler, resmi tarih yazımının ve bilimsel belgelemenin sınırlarını görünür kılarak, eksik bırakılan anlatılara alan açar (Foster, 2004).
Bu yaklaşım, özellikle maddi kalıntılar üzerinden okunan arkeolojik miras alanlarında büyük önem taşır. Göbeklitepe'de olduğu gibi, sembolik anlamı son derece güçlü fakat yazılı kaydı bulunmayan alanlarda, geleneksel arşivleme yöntemleri taşın fiziksel özelliklerini kayıt altına alırken, taşın **çağırdığı anlam dünyasını** kayda geçirmekte yetersiz kalır. Görsel sanatsal üretimler ise bu anlam dünyasını; sezgi, imge ve anlatı yoluyla belgeleme potansiyeline sahiptir. Bu noktada Aby Warburg'un *Mnemosyne Atlas* çalışması (Bkz: Görsel 10), alternatif arşiv anlayışının erken ve güçlü bir örneği olarak değerlendirilebilir. Warburg, imgeleri kronolojik bir düzen içinde değil, çağrışımlar ve kültürel hafıza ilişkileri üzerinden yan yana getirerek, tarihin doğrusal olmayan bir biçimde okunabileceğini göstermiştir (Warburg, 2010). *Mnemosyne Atlas*, Aby Warburg'un siyah kumaşla kaplanmış paneller üzerine yerleştirdiği sanat eserleri, arkeolojik imgeler, mitolojik figürler, haritalar, gazeteler ile ritüel ve beden temsillerinden oluşan görsel düşünme panolarıdır. Bu atlas, kronolojik, hiyerarşik ya da disipliner bir düzen izlemek yerine, imgeleri benzer jestler, tekrar eden beden pozları (*Pathosformel*) ve kültürler arasında dolaşan görsel motifler üzerinden yan yana getirerek, kültürel hafızanın doğrusal olmayan, çağrışımsal ve ilişkisel yapısını görünür kılar.
Bu yaklaşım, Göbeklitepe bağlamında üretilen görsel anlatımların da taşları sabit anlamlara hapsetmek yerine, çoklu yorum alanları açmasını teorik olarak destekler.



Görsel 10: Aby Warburg, *Bilderatlas Mnemosyne – The Original*, 2020. Installation view from HKW. Photo: Silke Briel / HKW.

5.2 Sanatsal Üretimlerin Arşivsel Gücü: Eksiklik, Yorum ve Duygu

Sanatsal üretimlerin alternatif arşivler oluşturmasının temel nedenlerinden biri, **eksikliği bastırmak yerine görünür kılmalarıdır**. Arkeolojik belgeler çoğu zaman "bilinen" üzerinden ilerlerken, sanatsal üretimler "bilinmeyen"i, "eksik olan"ı ve "tahmin edileni" anlatının

merkezine yerleştirir. Bu durum, özellikle Göbeklitepe gibi ritüel ve simgesel boyutu güçlü alanlarda, mirasın anlam katmanlarını zenginleştirir.

Bu bağlamda Walid Raad'ın kurgusal arşivler üzerinden çalışan pratiği önemli bir örnek sunar. Raad, tarihsel olayları belgelediğini iddia eden ancak bilinçli olarak belirsizlikler barındıran arşivler üretir. Bu yöntem, belgenin her zaman nesnel olmadığına ve arşivin ideolojik bir yapı taşıdığına işaret eder (Raad, 2015). Göbeklitepe'ye yönelik sanatsal üretimler de benzer biçimde, "gerçeği temsil etme" iddiasından çok, gerçeğin **nasıl anlamlandırıldığını** sorgulayan arşivler üretir.

Aynı şekilde Christian Boltanski'nin hafıza ve kayıp temalı işleri, arşivin duygusal boyutunu görünür kılar. Boltanski'nin enstalasyonları, isimler, imgeler ve nesneler aracılığıyla kişisel ve kolektif hafızayı tetikler; ancak hiçbir zaman tamamlanmış bir anlatı sunmaz. Bu yaklaşım, Göbeklitepe bağlamında taşın yalnızca maddi bir kalıntı değil, **duygusal ve simgesel bir çağrışım alanı** olarak ele alınmasına olanak tanır (Boltanski, 2011).

5.3 Göbeklitepe Bağlamında Görsel Arşiv: Taşın Çağırdığı Anlamı Kaydetmek

Göbeklitepe'deki T-biçimli dikilitaşlar, üzerlerindeki hayvan kabartmaları ve mekânsal dizilim, yalnızca fiziksel özellikleriyle değil; çağrıştırdıkları mit, ritüel ve kozmoloji olasılıklarıyla anlam kazanır. Ancak bu olasılıklar, geleneksel arşivleme sistemlerinde çoğu zaman yer bulamaz. Görsel sanatsal üretimler, bu noktada taşın fiziksel varlığından çok, **taşın çağırdığı düşünsel ve simgesel alanı** belgeleyen alternatif kayıtlar oluşturur.

Bu yaklaşım, Hito Steyerl'in görsel kültür ve arşiv politikalarına dair eleştirileriyle de örtüşmektedir. Steyerl'e göre görseller, yalnızca belge değil; aynı zamanda bilgi üreten, dönüştüren ve dolaşıma sokan aktörlerdir (Steyerl, 2017). Göbeklitepe'ye ilişkin üretilen illüstrasyonlar, dijital imgeler ve sergisel anlatımlar da bu anlamda, mirasın pasif kayıtları değil; aktif bilgi üretim alanlarıdır.

Bu görsel arşivler sayesinde Göbeklitepe, yalnızca akademik raporlarda var olan bir arkeolojik alan olmaktan çıkar; kamusal hafızada imgeler aracılığıyla yaşayan bir kültürel anlatıya dönüşür. Böylece arşiv, geçmişi sabitleyen bir yapı olmaktan ziyade, bugün de sürekli yeniden kurulan bir hafıza alanı hâline gelir (Assmann, 2011).

5.4 Alternatif Arşivin Etik ve Epistemolojik Önemi

Sanatsal üretimlerin alternatif arşivler oluşturmasının bir diğer önemli boyutu, etik ve epistemolojik sorumlulukla ilişkilidir. Görsel anlatımlar, mirasın tekil ve kesin bir anlamı olmadığı gerçeğini kabul ederek, izleyiciyi pasif bir alıcı değil, anlam üretimine katılan bir özne hâline getirir. Bu durum, kültürel mirasın demokratikleşmesi açısından da önemlidir.

Göbeklitepe örneğinde alternatif görsel arşivler, mirasın yalnızca uzmanlara ait bir bilgi alanı olmadığını; kolektif hafıza, sezgi ve hayal gücüyle birlikte düşünülebileceğini ortaya koyar. Bu yaklaşım, kültürel miras çalışmalarında giderek önem kazanan katılımcı, çoğul ve eleştirel yöntemlerle doğrudan ilişkilidir (Harrison et al., 2020).

5.5 Değerlendirme

Sonuç olarak görsel sanatsal üretimler, Göbeklitepe bağlamında **eksikliği, yoruma açıklığı ve duygusal/simgesel katmanları kapsayan alternatif arşivler** oluşturarak, geleneksel belgeleme yöntemlerinin sınırlarını genişletmektedir. Bu arşivler, taşın yalnızca maddi varlığını değil; çağırdığı anlamları, olasılıkları ve soruları kayıt altına alır. Böylece sanatsal üretim, kültürel mirasın belgelenmesi ve aktarımında estetik bir katkının ötesine geçerek, **bilgi üretiminin asli ve eleştirel bir aracı** hâline gelir.

6. GÖRSEL ANLATIM VE KÜLTÜREL AKTARIM: GÖBEKLİTEPE'NİN KAMUSAL HAFIZADA DOLAŞIMI

Kültürel mirasın korunması ve sürdürülebilirliği, yalnızca maddi varlıkların muhafazasıyla değil; bu varlıkların **nasıl aktarıldığı**, **kimler tarafından erişilebilir kılındığı** ve **hangi anlatılar aracılığıyla dolaşıma sokulduğu** ile doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda görsel anlatımlar, Göbeklitepe gibi zamansal ve kavramsal olarak uzak miras alanlarının kuşaklar arası aktarımında merkezi bir rol üstlenmektedir.

Bilimsel metinler, kazı raporları ve akademik yayınlar, kültürel mirasın belgelenmesi açısından vazgeçilmezdir; ancak bu metinler çoğunlukla **uzmanlık bilgisine sahip sınırlı bir okuyucu kitlesine** hitap eder. Buna karşılık görsel anlatımlar-illüstrasyonlar, dijital canlandırmalar, sergiler ve sanatsal temsiller-Göbeklitepe'yi kamusal hafıza içerisinde dolaşıma sokarak, mirası daha geniş toplumsal bağlamlarda erişilebilir hâle getirir (Smith, 2006).

Assmann'a (2011) göre kültürel hafıza, yalnızca bilgi aktarımıyla değil; tekrar, temsil ve duyusal deneyim yoluyla süreklilik kazanır. Görsel anlatımlar, bu sürekliliği sağlayan temel araçlardan biridir. Göbeklitepe bağlamında üretilen görseller, arkeolojik bilginin soyutluğunu aşarak, mekânın zamansal derinliğini izleyici için algılanabilir kılar. Böylece kültürel miras, geçmişte "olmuş" bir olgu olmaktan çıkar; bugün de **deneyimlenen ve anlamlandırılan yaşayan bir bilgi alanına** dönüşür.

Görsel 11: Medine İrak, Göbeklitepe, Kâğıt üzerine mürekkep, 2020

Bu süreçte görsel anlatımlar yalnızca aktarıcı değil; **dönüştürücü** bir işleve sahiptir. Göbeklitepe'nin temsilleri, her yeni görselleştirme ve sergileme biçimiyle, mirasın hangi yönlerinin öne çıkarılacağına dair yeni kararlar üretir. Bu durum, kültürel aktarımın nötr bir süreç olmadığını; her zaman seçici ve yorumlayıcı olduğunu gösterir (Harrison, 2013).

Medine İrak'ın kağıt üzerine mürekkep kalemle gerçekleştirdiği Göbeklitepe eskizinde (Bkz: Görsel 11), dairesel planlı yapının merkezine doğru yoğunlaşan spiral kompozisyon, alanın yalnızca mimari bir düzenleme değil, ritüel ve zamansal bir deneyim olarak kurgulandığını hissettirir; taş yüzeyleri çağrıştıran kırık, pul pul dokular ve üst üste binen çizgiler, arkeolojik verinin tamamlanmış bir bütün olmaktan ziyade sürekli yeniden okunan ve yorumlanan bir hafıza katmanı olduğunu vurgular. Bu görsel anlatım, Harrison'ın (2013) belirttiği gibi mirasın nötr biçimde aktarılmadığını, her temsilin seçici ve dönüştürücü bir müdahale içerdiğini

somutlaştırır: Eskizde hangi taşların belirginleştirildiği, hangi boşlukların karanlıkta bırakıldığı ve merkezin nasıl dramatize edildiği, Göbeklitepe'nin ritüel, gizem ve süreklilik boyutlarını öne çıkaran bir anlatı kurar. Böylece bu çizim, alanı yalnızca "belgeleyen" bir kayıt olmaktan çıkararak, izleyicinin Göbeklitepe'yi bir arkeolojik nesne değil, yaşayan ve katmanlı bir kültürel hafıza mekânı olarak deneyimlemesini sağlayan dönüştürücü bir görsel yorum hâline gelir.

Dolayısıyla görsel anlatımlar, Göbeklitepe'nin kuşaklar arası aktarımında yalnızca bilginin "taşınmasını" değil; bilginin **nasıl yeniden kurulduğunu** da belirler. Bu yönüyle görsel üretimler, kültürel mirasın kamusal alandaki varlığını şekillendiren temel aktörler arasında yer alır.

6.1 Görsel Anlatımın Pedagojik ve Toplumsal İşlevi

Görsel anlatımların kültürel aktarım bağlamındaki bir diğer önemli boyutu, pedagojik işlevidir. Görsel temsiller, Göbeklitepe gibi karmaşık ve yoruma açık miras alanlarını, farklı yaş ve bilgi düzeylerinden izleyiciler için anlaşılabilir hâle getirir. Bu durum, mirasın yalnızca akademik bir bilgi alanı olmaktan çıkarak, **toplumsal öğrenme süreçlerine dâhil edilmesini** sağlar.

Bu bağlamda görsel anlatım, didaktik bir sadeleştirme değil; **katılımcı bir anlam kurma süreci** sunar. İzleyici, görseller aracılığıyla yalnızca bilgi tüketicisi değil; anlamın yeniden inşasına dâhil olan bir özne hâline gelir. Böylece kültürel aktarım, tek yönlü bir bilgilendirme süreci olmaktan çıkarak, çok yönlü bir etkileşim alanına dönüşür (Hooper-Greenhill, 2000).

7. TARTIŞMA: GÖRSEL SANAT, BİLGİ VE YORUM ARASINDA

TAMAMLAYICI BİR EPİSTEMOLOJİ OLARAK SANATSAL ANLATIM

Bu çalışma, görsel sanatsal anlatımı bilimsel bilginin karşısına yerleştiren ikili bir karşıtlığı bilinçli olarak reddetmektedir. Aksine sanatsal üretim, burada **bilimsel bilginin sınırlarını görünür kılan ve onu tamamlayan bir epistemolojik alan** olarak ele alınmaktadır.

Bilimsel arkeoloji, Göbeklitepe'ye ilişkin "ne biliyoruz?" sorusuna yanıt üretirken; görsel sanatsal anlatımlar "ne bilmiyoruz?", "hangi boşluklar var?" ve "bu boşluklar nasıl düşünülmeli?" sorularını gündeme taşır. Bu yönüyle sanatsal üretimler, kesinlik iddiasında bulunmak yerine, bilginin **geçiciliğini ve yoruma açıklığını** görünür kılar (Borgdorff, 2012).

Hodder'a (2012) göre arkeolojik bilgi, doğası gereği tamamlanmamış ve yorumsaldır. Görsel sanatsal anlatımlar, bu tamamlanmamışlığı gizlemek yerine, onu estetik ve kavramsal bir tartışma alanına dönüştürür. Böylece sanatsal üretim, bilginin eksikliğini bir zayıflık olarak değil; eleştirel düşünme için bir imkân olarak sunar.

Bu bağlamda görsel sanat, bilgi üretiminin alternatifi değil; **bilginin sınırlarında çalışan tamamlayıcı bir düşünme biçimi** olarak konumlanır. Göbeklitepe örneğinde görsel üretimler, bilimsel verileri "doğrulamak" ya da "kanıtlamak" gibi bir iddiada bulunmaz; aksine bu verilerin hangi anlatılarla anlam kazandığını sorgular.

7.1 Eleştirel Farkındalık ve Yorum Alanı Olarak Görsel Üretim

Görsel sanatsal anlatımların en önemli katkılarından biri, izleyicide eleştirel bir farkındalık üretme potansiyelidir. Bu üretimler, tekil ve kapalı bir tarih anlatısı sunmak yerine, çoğul yorumlara açık bir hafıza alanı oluşturur. Böylece Göbeklitepe, "tamamlanmış" bir geçmiş anlatısı olarak değil; **sürekli yeniden yorumlanan bir kültürel süreç** olarak algılanır.

Bu yaklaşım, kültürel miras çalışmalarında giderek önem kazanan eleştirel miras perspektifiyle doğrudan örtüşmektedir (Smith, 2006; Harrison et al., 2020). Görsel üretimler, mirasın yalnızca korunacak bir nesne değil; üzerinde düşünülmesi, tartışılması ve yeniden anlamlandırılması gereken bir bilgi alanı olduğunu görünür kılar.

8. SONUÇ: TAŞI KORUMAKTAN HAFIZAYI KORUMAYA

Göbeklitepe örneği, kültürel mirasın korunmasına ilişkin yerleşik yaklaşımların sınırlarını açık biçimde ortaya koymaktadır. Alanın fiziksel olarak muhafaza edilmesi, yapıların belgelenmesi ve arkeolojik verilerin kayıt altına alınması, mirasın korunması için vazgeçilmez olmakla birlikte, bu süreçlerin tek başına yeterli olmadığı bu çalışma boyunca ortaya konmuştur. Göbeklitepe, yalnızca taşların, dikilitaşların ya da mimari kalıntıların toplamı değildir; aynı zamanda ritüel pratiklerin, simgesel düşüncenin, insan–doğa ilişkilerinin ve zamansal sürekliliğin maddi ve maddi olmayan izlerini taşıyan çok katmanlı bir hafıza alanıdır. Bu nedenle kültürel mirasın korunması, taşı korumanın ötesine geçerek, **hafızanın nasıl belgelendiği, aktarıldığı ve yeniden üretildiği** sorularını merkeze almak zorundadır (Smith, 2006; Harrison, 2013).

Bu çalışma, görsel sanatsal anlatım yöntemlerini tam da bu noktada kültürel miras çalışmalarının merkezine yerleştirmektedir. İllüstrasyonlar, dijital rekonstrüksiyonlar, sergisel anlatılar ve sanatsal temsiller, Göbeklitepe'nin yalnızca "ne olduğu"na dair bilgi üretmekle kalmamakta; aynı zamanda bu bilginin **nasıl anlamlandırıldığı**, **hangi imgeler aracılığıyla dolaşıma sokulduğu** ve **kamusal hafızada nasıl yer edindiği** üzerine belirleyici bir rol üstlenmektedir. Görsel üretimler, arkeolojik bilginin soyutluğunu aşarak, mekânın zamansal ve duyusal boyutlarını izleyici için erişilebilir kılmakta; böylece kültürel mirası yaşayan bir bilgi alanına dönüştürmektedir (Assmann, 2011).

Makale boyunca tartışıldığı üzere, görsel sanatsal anlatımlar yalnızca estetik ya da didaktik araçlar olarak değerlendirilmemelidir. Bu üretimler, kültürel mirasın belgelenmesi ve arşivlenmesi süreçlerinde **alternatif bilgi biçimleri** sunan epistemolojik alanlar olarak işlev görmektedir. Geleneksel arşivlerin çoğunlukla ölçülebilir, sınıflandırılabilir ve nesnelleştirilebilir verilere odaklandığı düşünüldüğünde, sanatsal üretimlerin eksiklik, belirsizlik ve yoruma açıklık gibi unsurları görünür kılması, miras çalışmalarına eleştirel bir derinlik kazandırmaktadır (Borgdorff, 2012). Göbeklitepe bağlamında görsel üretimler, taşın fiziksel varlığından çok, taşın çağırdığı anlamları, sessizlikleri ve bilinemezlikleri kayıt altına alan **duyusal ve kavramsal arşivler** oluşturmaktadır.

Bu yaklaşım, kültürel mirası tamamlanmış ve kapalı bir geçmiş anlatısı olarak ele alan anlayışla açık bir karşıtlık içindedir. Aksine bu çalışma, mirası sürekli yeniden yorumlanan, seçilen ve müzakere edilen bir süreç olarak kavramsallaştıran eleştirel miras literatürüyle örtüşmektedir (Smith, 2006; Harrison et al., 2020). Görsel sanatsal anlatımlar, bu süreçte mirasın hangi yönlerinin görünür kılındığını, hangi anlatıların baskın hâle geldiğini ve hangi boşlukların sessiz kaldığını sorgulama imkânı sunar. Böylece görsel üretim, mirasın yalnızca korunmasına değil; **eleştirel biçimde düşünülmesine** de hizmet eder.

Çalışmanın önemli sonuçlarından biri, görsel anlatımların kültürel aktarım sürecindeki dönüştürücü rolüne ilişkindir. Bilimsel metinler ve teknik raporlar çoğunlukla uzmanlık alanları içerisinde dolaşırken, görsel anlatımlar Göbeklitepe'yi kamusal hafıza içinde dolaşıma sokmakta; farklı kuşaklar ve bilgi düzeyleri arasında köprü kurmaktadır. Bu durum, kültürel mirasın yalnızca uzmanlara ait bir bilgi alanı olmaktan çıkarak, toplumsal belleğin parçası hâline gelmesini mümkün kılar (Hooper-Greenhill, 2000). Görsel anlatım yoluyla kurulan bu aktarım, mirasın sürekliliğini sağlayan temel unsurlardan biri olarak değerlendirilmelidir.

Öte yandan bu çalışma, sanatsal arşivlerin ve görsel anlatımların sınırsız ya da risksiz alanlar olmadığını da vurgulamaktadır. Görsel üretimler her zaman seçici, yorumsal ve bağlamsal kararlara dayanır. Bu durum, sanatsal anlatımların bilimsel bilginin yerine geçmesi gerektiği anlamına gelmez; aksine, bilimsel bilgiyle **eleştirel bir diyalog** içinde konumlandırılmasının gerekliliğini ortaya koyar. Bu bağlamda görsel sanat, bilimsel bilginin karşısında değil; onun

sınırlarını görünür kılan, eksiklerini işaret eden ve yeni sorular üreten tamamlayıcı bir epistemolojik alan olarak değerlendirilmelidir (Hodder, 2012; Borgdorff, 2012).

Sonuç olarak bu araştırma, Göbeklitepe örneği üzerinden kültürel miras çalışmalarına üç düzeyde katkı sunmaktadır. İlk olarak, mirasın korunmasını fiziksel muhafazanın ötesine taşıyarak, hafıza, temsil ve aktarım süreçlerini merkeze alan bütüncül bir yaklaşım önermektedir. İkinci olarak, görsel sanatsal anlatımı kültürel mirasın belgelenmesi ve arşivlenmesinde merkezi bir bilgi üretim pratiği olarak konumlandırmaktadır. Üçüncü olarak ise, sanatsal üretimi bilimsel bilgiyle rekabet eden değil, onu tamamlayan ve eleştirel olarak genişleten bir epistemolojik alan olarak tartışmaya açmaktadır.

Bu yaklaşım, yalnızca Göbeklitepe için değil; benzer biçimde arkeolojik, kültürel ve ritüel değeri yüksek tüm miras alanları için uygulanabilir bir model sunmaktadır. Kültürel mirasın geleceği, yalnızca taşın, yapının ya da nesnenin korunmasında değil; bu varlıkların çağırdığı hafızanın, anlamın ve anlatıların nasıl sürdürülebileceğinde yatmaktadır. Görsel sanatsal anlatım yöntemleri, bu sürdürülebilirliğin hem düşünsel hem de duyusal düzeyde kurulmasında vazgeçilmez bir rol oynamaktadır.

Bu nedenle Göbeklitepe bağlamında önerilen yaklaşım, kültürel miras çalışmalarında taşı korumaktan hafızayı korumaya doğru bir paradigma değişimini işaret etmektedir. Sanatsal ve görsel üretimlerin bu değişimde oynadığı rol, kültürel mirasın yalnızca geçmişe ait bir değer değil; bugün de üretilen ve geleceğe taşınan canlı bir bilgi alanı olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır.

Kaynakça

Assmann, J. (2011). *Cultural memory and early civilization: Writing, remembrance, and political imagination*. Cambridge University Press.

Azoulay, A. (2019). *Potential history: Unlearning imperialism*. Verso.

Bennett, T. (1995). *The birth of the museum: History, theory, politics*. Routledge.

Boltanski, C. (2011). *Chance*. Éditions du Centre Pompidou.

Borgdorff, H. (2012). *The conflict of the faculties: Perspectives on artistic research and academia*. Leiden University Press.

Champion, E. (2016). *Critical gaming: Interactive history and virtual heritage*. Routledge.

Connerton, P. (2009). *How modernity forgets*. Cambridge University Press.

Derrida, J. (1996). *Archive fever: A Freudian impression* (E. Prenowitz, Trans.). University of Chicago Press.

Dietrich, O., Heun, M., Notroff, J., Schmidt, K., & Zarnkow, M. (2012). The role of cult and feasting in the emergence of Neolithic communities: New evidence from Göbekli Tepe, southeastern Turkey. *Antiquity, 86*(333), 674–695. https://doi.org/10.1017/S0003598X00047840

Dietrich, O., Notroff, J., & Schmidt, K. (2017). Feasting, social complexity and the emergence of the early Neolithic of Upper Mesopotamia: A view from Göbekli Tepe. *Cambridge Archaeological Journal, 27*(1), 91–132. https://doi.org/10.1017/S0959774316000372

Dion, M. (2016). *Mark Dion: The natural history of the artificial world*. Sternberg Press.

Foster, H. (2004). An archival impulse. *October, 110*, 3-22.

Harrison, R. (2013). *Heritage: Critical approaches*. Routledge.

Harrison, R., DeSilvey, C., Holtorf, C., Macdonald, S., Bartolini, N., Breithoff, E., Fredheim, H., Lyons, A., May, S., Morgan, J., & Penrose, S. (2020). *Heritage futures: Comparative approaches to natural and cultural heritage practices*. UCL Press.

Hodder, I. (2012). *Entangled: An archaeology of the relationships between humans and things*. Wiley-Blackwell.
Hooper-Greenhill, E. (2000). *Museums and the interpretation of visual culture*. Routledge.
Macdonald, S. (2013). *Memorylands: Heritage and identity in Europe today*. Routledge.
Nora, P. (1989). Between memory and history: Les lieux de mémoire. *Representations, 26*, 7–24.
Parry, R. (2010). *Museums in a digital age*. Routledge.
Perry, S. (2019). The ethics of (re)constructing the past. In S. Perry, E. Champion, & L. Eve (Eds.), *The ethics of digital archaeology* (pp. 1–18). Archaeopress.
Peters, J., & Schmidt, K. (2004). Animals in the symbolic world of Pre-Pottery Neolithic Göbekli Tepe, southeastern Turkey. *Anthropozoologica, 39*(1), 179–218.
Raad, W. (2015). *Scratching on things I could disavow*. Whitechapel Gallery & MIT Press.
Schmidt, K. (2006). *Sie bauten die ersten Tempel: Das rätselhafte Heiligtum der Steinzeitjäger*. C.H. Beck.
Schmidt, K. (2010). Göbekli Tepe-The Stone Age sanctuaries: New results of ongoing excavations with a special focus on sculptures and high reliefs. *Documenta Praehistorica, 37*, 239–256.
Schmidt, K. (2011). *Göbekli Tepe: A stone age sanctuary in south-eastern Anatolia*. Ex Oriente.
Smith, L. (2006). *Uses of heritage*. Routledge.
Steyerl, H. (2017). *Duty free art: Art in the age of planetary civil war*. Verso.
Stoler, A. L. (2009). *Along the archival grain: Epistemic anxieties and colonial common sense*. Princeton University Press.
UNESCO. (2018). *Göbekli Tepe*. UNESCO World Heritage List. https://whc.unesco.org/en/list/1572
Warburg, A. (2010). *The renewal of pagan antiquity: Contributions to the cultural history of the European Renaissance*(D. Britt, Trans.). Getty Research Institute.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SOCIAL MEDIA CONTENT MODERATION: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH TRENDS (2020-2025)

HASSAN ALİ MOHAMED
Karabuk University, Faculty of Computer and Information Science, Department of Computer Engineering, 78050 Karabuk, Türkiye
ORCİD: 0009-0008-5126-2429

Prof. Dr. İlker TÜRKER
Karabuk University, Faculty of Computer and Information Science, Department of Computer Engineering, 78050 Karabuk, Türkiye
ORCİD: 0000-0001-7577-4658

Abstract
Research interest in artificial intelligence-based content moderation and misinformation detection has increased as a result of the sudden rise of social media platforms, which has accelerated the transmission of harmful content. This study provides a comprehensive bibliometric analysis of academic publications in this field between 2020 and 2025, aiming to identify research trends, influential contributors, collaboration structures, intellectual foundations, and emerging thematic directions.
A collection of 2,344 publications was extracted from the Web of Science database and evaluated with bibliometric techniques along with network visualization tools. The analysis explored annual scientific production, influential authors, country and organizational collaborations, cited-source, co-citation patterns, bibliographic coupling, and keyword co-occurrence dynamics.
The results show a consistent rise in research production during the examined time frame, demonstrating the development of AI-assisted content moderation as a separate field of study. With the help of increasingly dense worldwide collaboration networks, a concentrated set of authors, institutions, and nations play a crucial role in determining research orientations. A solid interdisciplinarity foundation integrating machine learning, natural language processing, and social media studies is highlighted via co-citation and coupling analyses. Additionally, keyword analysis reveals growing themes including multimodal learning, transformer-based models, explainable artificial intelligence, and health-related disinformation, as well as prominent research hotspots in deep learning and fake news detection.
These outcomes provide a structured overview of the development and current stage of research on the AI based content moderation and misinformation detection. By clarifying the field's intellectual framework and identifying prospective areas for further investigation, the study provides insightful information for scholars and professionals.
Keywords: Artificial intelligence, Content moderation, Misinformation, Social media, Deep learning, Bibliometric analysis, Keyword co-occurrence

1. Introduction

Social media platforms are essential to the spread of knowledge throughout the world. However, this quick spread is also accompanied by a significant increase in harmful content, including hate speech, fake news, misinformation, and toxic content. The scientific community is paying more attention to online content filtering methods because of these phenomena, which have serious social, political, and health implications [1], [2].

The efficiency, consistency, and scalability of traditional manual moderation techniques are severely constrained by the enormous amount of data created on social networks on a regular basis. Artificial intelligence, especially deep learning and machine learning, has been extensively used in this context to automate the identification and categorization of dangerous content[3], [4].

Supervised learning model-based early methods have progressively given way to more sophisticated structures including multimodal models, deep neural networks, and graph networks. By utilizing both textual material and social interactions, these methods have been successful in identifying false information, rumours, and cyberbullying on social platforms [5]–[6].

The problems associated with misinformation have gotten worse in complex circumstances in recent years, especially during big sociopolitical events or global health emergencies. The COVID-19 pandemic's rapid spread of false information brought attention to the need for reliable and flexible techniques that can handle large amounts of diverse data in real time [7], [8].

The academic research on AI-assisted content moderation is still mainly scattered, despite significant methodological advancements. It is challenging to have a thorough grasp of research trends, important scientific figures, and collaboration structures within the discipline because many studies concentrate on certain methods, platforms, or languages [9].

In this regard, bibliometric techniques provide an appropriate analytical framework for tracking the development of a study topic and synthesizing a vast number of publications. The dynamics of scientific collaboration, emerging directions, and prominent topics can be found by examining co-authorship, co-citation, bibliographic connection networks, and keyword co-occurrences [10], [11].

The goal of this study is to present a thorough bibliometric analysis of studies conducted between 2020 and 2025 on artificial intelligence in relation to social media content moderation. The study analyses the temporal evolution of publications, identifies the most productive authors, nations, and institutions, looks at scientific collaboration networks, and highlights the key research areas and new trends in the field using 2,344 publications that were taken from the Web of Science database. The findings offer a strong basis for directing future research and advance a more organized understanding of this field of study.

2. Materials and Methods

2.1 Data Source and Search Strategy

The data used in this study were extracted from the Web of Science (WoS) Core Collection database, recognized for the quality and reliability of its bibliographic indexing. A thematic search was used to find articles about artificial intelligence used in social media content moderation. Artificial intelligence (AI, machine learning, deep learning), social media platforms (Facebook, Twitter, Instagram, TikTok), and content moderation (false news, misinformation, toxic content) were among the keywords.

To capture current trends and methodological advancements in the area, the analysis period includes articles from 2020 to 2025.

2.2 Data Cleaning and Preprocessing

Due to download limitations imposed by the Web of Science database, the bibliographic records were exported in several batches. A single corpus was then created by combining all of the files. Metadata consistency was examined and duplicates were eliminated.

To minimize spelling errors and discrepancies, author names, institutional affiliations, and keywords were also normalized. The final data were transformed into a format that the bibliometric analysis tools utilized in this investigation could employ. All subsequent analyses were based on the **2,344** unique entries that make up the cleaned and completed corpus.

Table. I: Dataset characteristics after Data Collection and Filtering

Indicator	**Value**
Time span	2020-2025
Total publications	2344
Document types	Articles and Review articles
Language	English
Primary database	Web of Science
Peak publication year	2025(553 publications)

Table. I summarizes the main features of the final bibliometric dataset gathered after data collection and then preprocessing

2.3 Bibliometric Analysis Tools

Bibliometric analyses and network visualizations were performed using VOSviewer software, a widely used tool for scientific mapping and the analysis of bibliographic relationships. VOSviewer allows the construction and visualization of complex networks based on various types of relationships, such as keyword co-occurrence, co-citation, and bibliographic linking.

In addition, **Microsoft Excel** was used for descriptive statistical processing and the creation of summary tables, particularly for analyzing annual output and identifying the most productive authors and countries.

2.4 Bibliometric Techniques

Several bibliometric techniques were applied to analyze the structure and evolution of research in the field under study. Co-authorship analysis was used to examine collaborative networks among authors, institutions, and countries. Co-citation analysis was used to identify the most influential authors and sources that form the intellectual basis of the research field.

In addition, bibliographic linkage was applied to highlight clusters of publications sharing common references, thus reflecting current research trends. Finally, keyword co-occurrence analysis was used to identify dominant themes and emerging trends in research on AI-assisted content moderation [10], [11]. In addition to the studies directly cited in the analysis, a broader set of relevant publications were examined to support the methodological scope as well as domain coverage of artificial intelligence–based content moderation and misinformation detection research [12], [13], [14],[15] , [16-18].

3. Results and Discussion

3.1 Annual Scientific Production

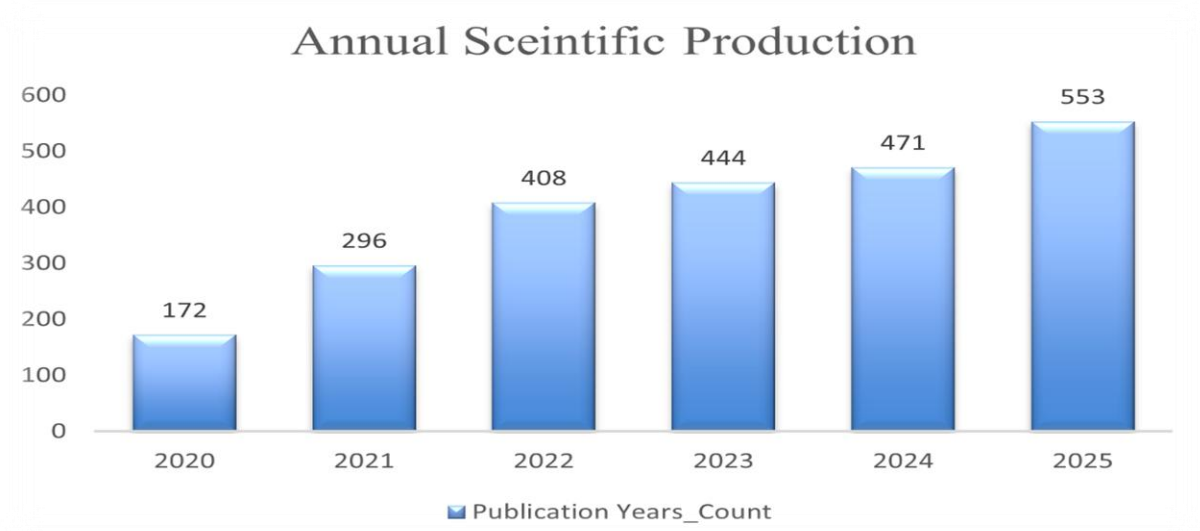


Fig.1 Annual Scientific Production

Fig.1 demonstrates the annual distribution for scientific papers associated with artificial intelligence-related content moderation on the social media from 2020 to 2025. Over the course of the analysis period, the figure shows a consistent and noticeable growth in publishing production.

The consistent rise reflects the increasing academic interest in digital content moderation, which is fuelled by the quick development of deep learning methods and the growing influence of false and misleading information on society. Online platforms faced increased information disorder during the worldwide health and sociopolitical crises that coincided with the sharp increase seen around 2020. This pattern demonstrates that artificial intelligence-based content moderation has become a well-organized and quickly expanding area of social media studies research.

3.2 Leading Contributors

3.2.1 The Most Productive Authors

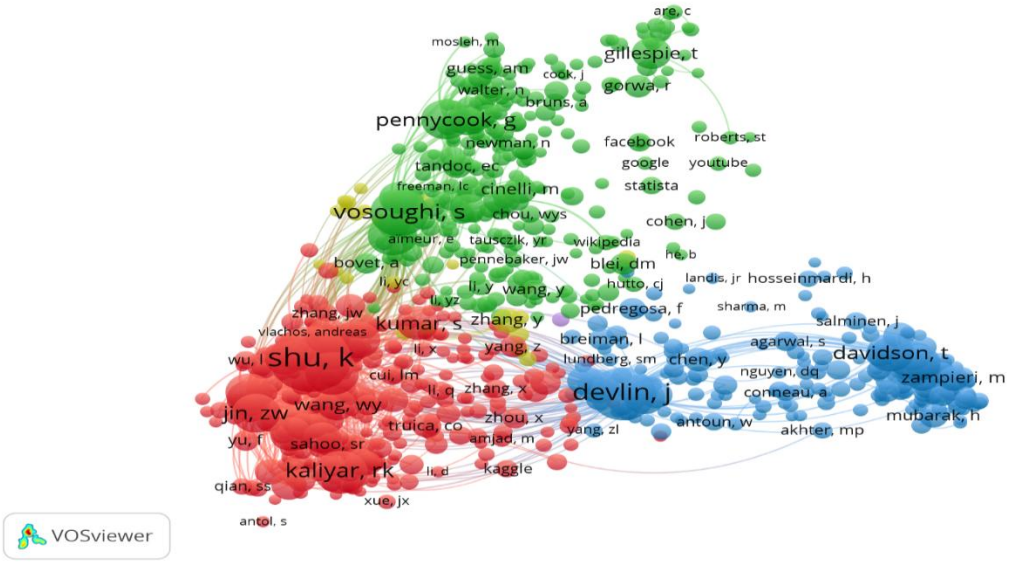


Fig. 2. co-citation network of authors

The author's co-citation network is shown in **Fig.2**, which highlights the most significant and effective researchers in the field of research. While clusters show co-citation relationships, which suggest common intellectual impact, larger nodes denote writers with higher citation frequencies.

The image shows that the field's knowledge structure is dominated by a comparatively small number of authors. These researchers are mainly involved in research on multimodal deep learning techniques, hate speech classification, misinformation spread, and fake news identification. The high number of citations surrounding important authors points to the presence of credible researchers whose work forms the basis for later investigations.

Table II. Most Productive Authors (2020-2025)

Authors	Number of publications
Ashraf, Imran	14
Vishwakarma, Dines	12
Gelbukh, Alexander	10
Meel, Priyanka	9
Sidorov, Grigori	9

Table II. shows the five most productive authors in the field of artificial intelligence content moderation and detection of misinformation between 2020 and 2025. The total number of papers that are listed in the Web of Science database determines the ranking.

3.2.2 Contributions at the National Level

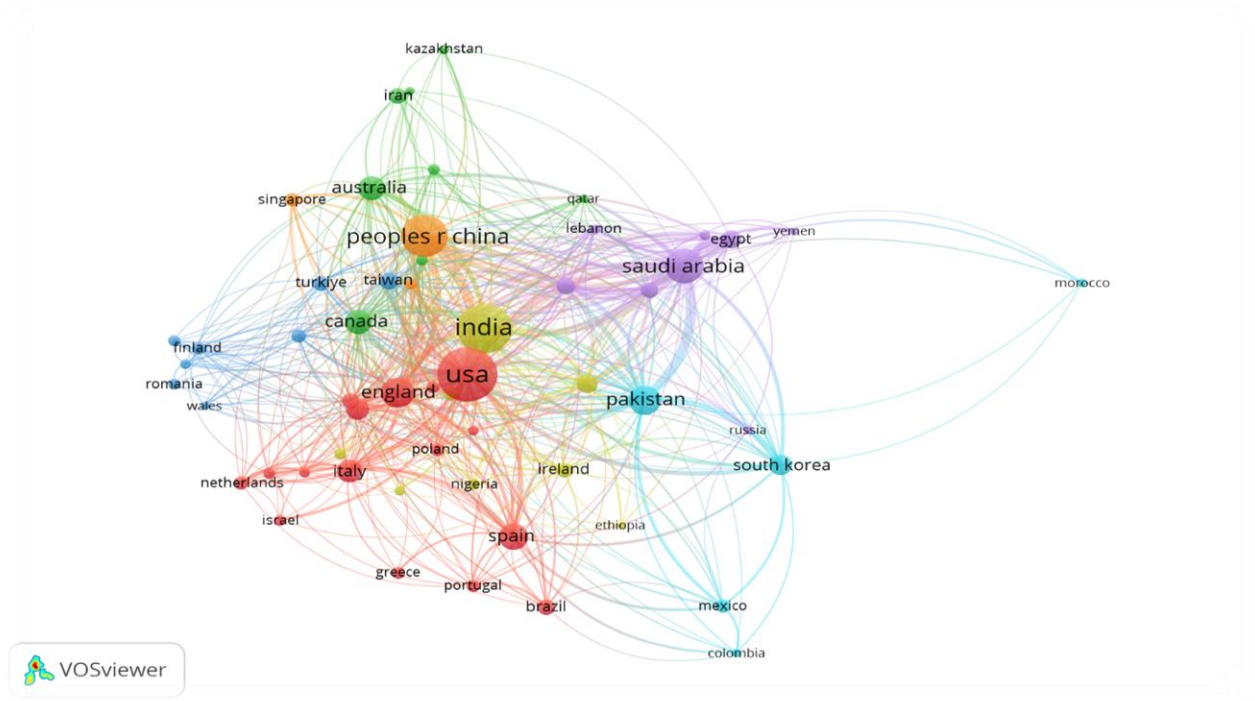


Fig. 3: Co-authorship by Countries

The worldwide collaboration network based on co-authorship at the national level is shown in **Fig.3**. Clusters show cooperative relationships between nations, whereas node size indicates the volume of publications. The network draws attention to a small number of nations that hold key positions, demonstrating their predominance in both international collaboration and research production.

These nations' prominence points to a concentration of resources and research capabilities in particular areas. Due to the widespread nature of false information and the problems associated with online toxicity, research on AI-based content moderation is extremely internationalized, as evidenced by strong cross-national links. This tendency is in line with earlier bibliometric research in social media and artificial intelligence, where a limited number of nations frequently serve as hubs for collaboration within international knowledge networks.

3.2.3 Networks for Author Collaboration

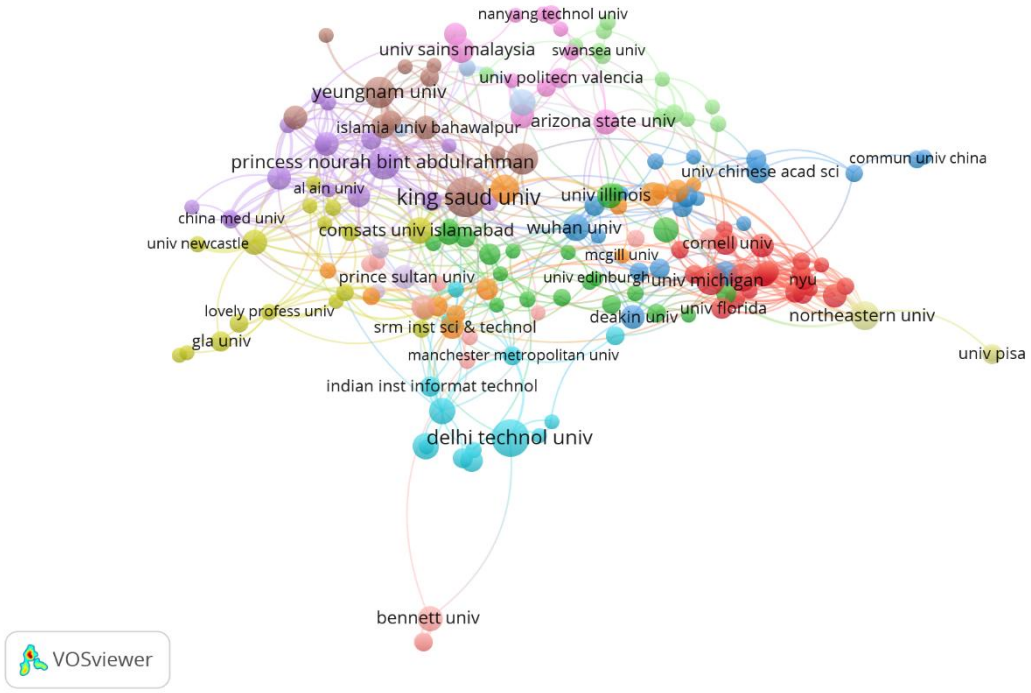


Fig. 4: Organization-specific co-authorship

The co-authorship network at the organizational level is shown in **Fig. 4**, where nodes stand in for research institutions and linkages show how they collaborate. The image shows a number of closely related clusters, indicating that institutional research groups instead of solitary individual efforts are the main focus of AI-assisted content moderation research. In the network, a few key universities serve as hubs that link several collaborative clusters.

The existence of these institutional hubs suggests that research capability is concentrated inside reputable institutions and research facilities. These institutions are probably going to have the computer power, access to massive datasets, and interdisciplinary knowledge needed to carry out advanced research in social media analysis and artificial intelligence. The patterns of dense collaboration also imply that coordinated team-based research is frequently used for methodological advancement and validation by evidence.

The network structure further emphasizes how crucial inter-institutional cooperation is to the field's advancement. Links between clusters show how knowledge is shared throughout organizations and geographical areas, promoting the spread of cutting-edge techniques and research methodologies. The interdisciplinary and international character of content moderation research, where issues pertaining to false information and online toxicity require collaboration across technical, social, and regulatory domains, is reflected in this collaborative framework.

3.2.4 Bibliography Coupling of Documents

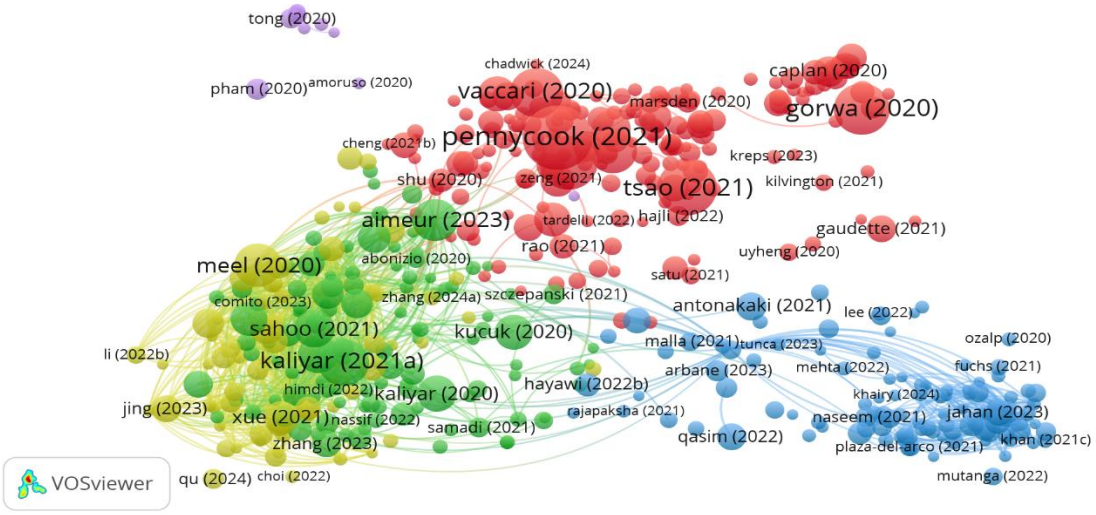


Fig.5: Document-Based Coupling

The bibliographic coupling network of papers is shown in **Fig.5**, where links show shared references between publications and nodes represent individual publications. Strongly related documents share a significant amount of their referenced material, indicating comparable themes and shared intellectual underpinnings. various distinct clusters are visible in the graphic, indicating the existence of various active research fronts in the field of AI-assisted social media content moderation.

These clusters are sets of studies that deal with closely connected research issues, include the ethical implications of automated moderated systems, multimodal content classification, network-based study of information diffusion, and the detection of disinformation and fake news. Bibliographic coupling stresses more recent publications and current research initiatives, in contrast to co-citation analysis, which Favors foundational and frequently referenced works. As a result, this research sheds light on the field's current structure and diversity.

Although study topics are becoming more specialized, there is still a considerable amount of conceptual overlap between various research streams, according to the observed coupling patterns. This points to a convergence toward common methodological frameworks, especially the use of data-driven evaluation techniques and deep learning systems. The coexistence of several connected clusters demonstrates the research landscape's maturity and ongoing progress, where well-established methodologies coexist alongside cutting-edge issues and creative applications.

3.4 The Intellectual Foundation of the Field
3.4.1 Co-citation Evaluation of Sources

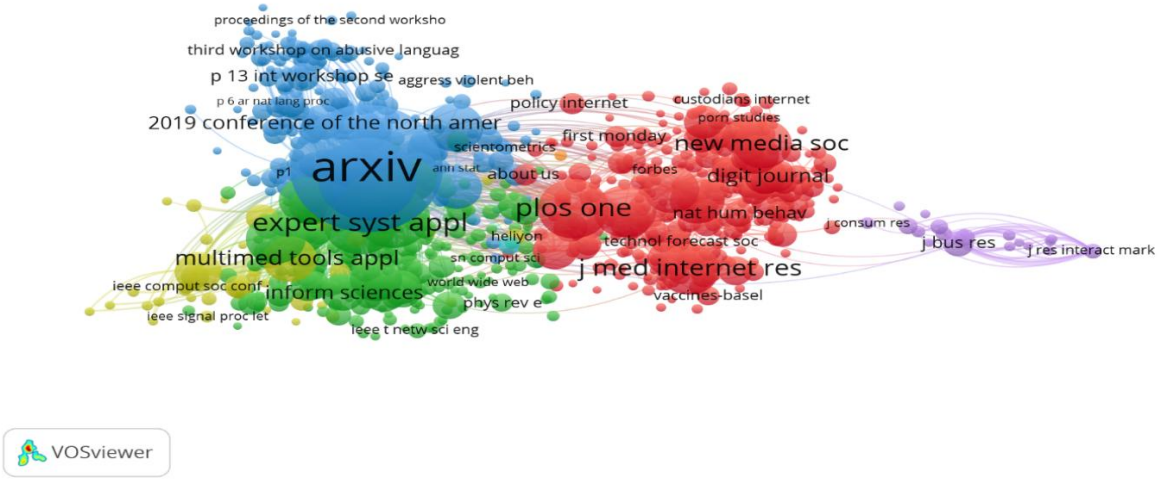


Fig.6: Cited Source's Co-citation

The co-citation network of referenced sources, which illustrates the research domain's intellectual underpinnings, is shown in **Fig.6**. The fundamental body of knowledge in the discipline is composed of highly cited journals and conference proceedings. By combining contributions from artificial intelligence, information science, communications studies, and computational social science, the network emphasizes the multidisciplinary character of artificial intelligence content moderation research. These fundamental sources offer methodological developments, theoretical frameworks, and benchmark research that influence the field's development.

3.5 Research Hotspots and Emerging Trends
3.5.1 Keyword co-occurrence Analysis

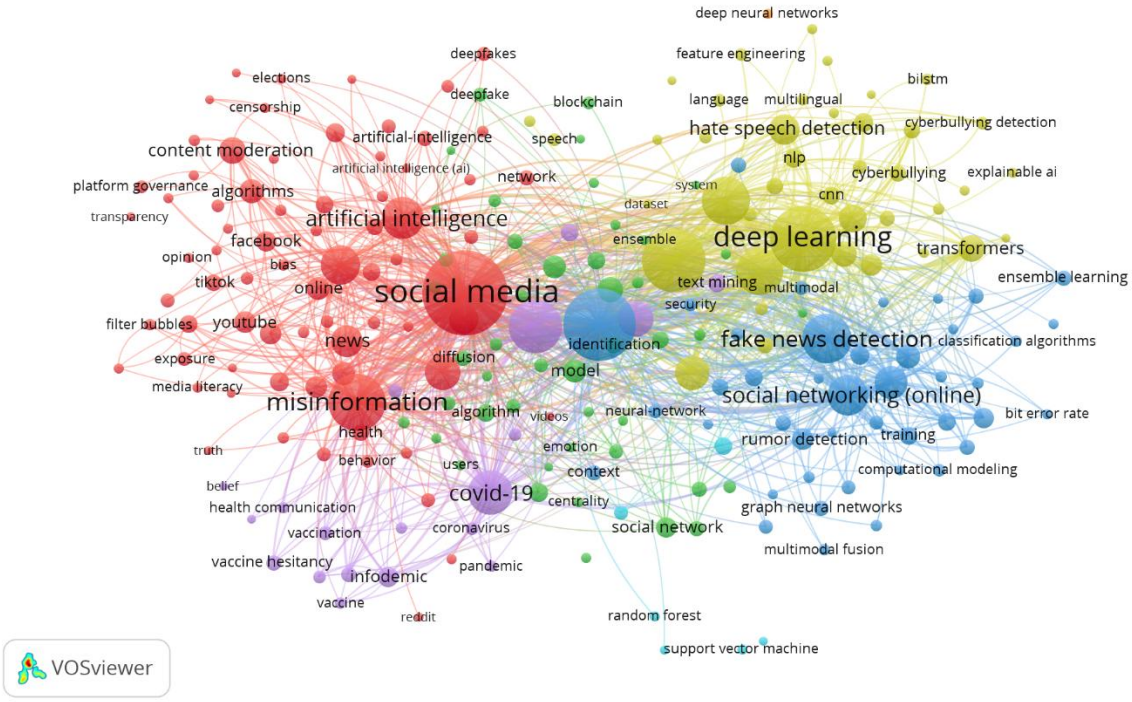


Fig.7: keyword Co-occurrence

The keyword co-occurrence network from the examined publications is shown in **Fig.7**, which highlights the significant research topics in the area of artificial intelligence-based social media content moderation. Keywords are represented by nodes in this network, and their co-occurrence within the same publications is indicated by links. Each node's size indicates how frequently a certain keyword is used, while groups of closely related keywords indicate solid thematic areas.

Several notable clusters based around important ideas including social media, misinformation, fake news detection, deep learning, and natural language processing are shown in the visualization. These clusters show that algorithmic methods for detecting and reducing harmful information on internet platforms are a major driving force behind research in this area.

The close relationship between platform-related keywords and technical phrases is indicative of the applied nature of the research, where computational techniques are directly connected to practical moderation issues.
Additionally, a high degree of thematic integration across several research fields is suggested by the tight links within clusters. Studies on content moderation often integrate many viewpoints, such as text analysis, network analysis, and user behaviour modelling, rather than functioning independently. This convergence emphasizes the field's interdisciplinary nature and the importance of keyword co-occurrence analysis in pinpointing research hotspots that establish the fundamental framework of AI assisted content moderation studies.

Table III.
Keyword Cluster Themes İdentified through VOS viewer Analysis

Cluster	Colour	Representative keywords	Interpreted theme
Cluster1	Red	Social media, Misinformation, content moderation, News	Social media Dynamics and Governance
Cluster2	Yellow	Deep learning, Neural networks, NLP, BERT, transformers	Aİ methods and Computational models
Cluster3	Blue	Fake news detection, classification, online social networks	Detection and moderation systems
Cluster4	Purple	Covid-19, infodemic, health communication	Health Misinformation and Crisis context

Table III presents the primary thematic clusters determined through keyword co-occurrence analysis using VOSviewer. A unified study theme that incorporates methodological strategies, application domains, and contextual viewpoints is reflected in each cluster. Together, these clusters show the prevailing research avenues and changing topic framework of the literature on disinformation analysis and artificial intelligence-based content regulation.

3.5.2 Keyword co-occurrence Analysis (Continued)

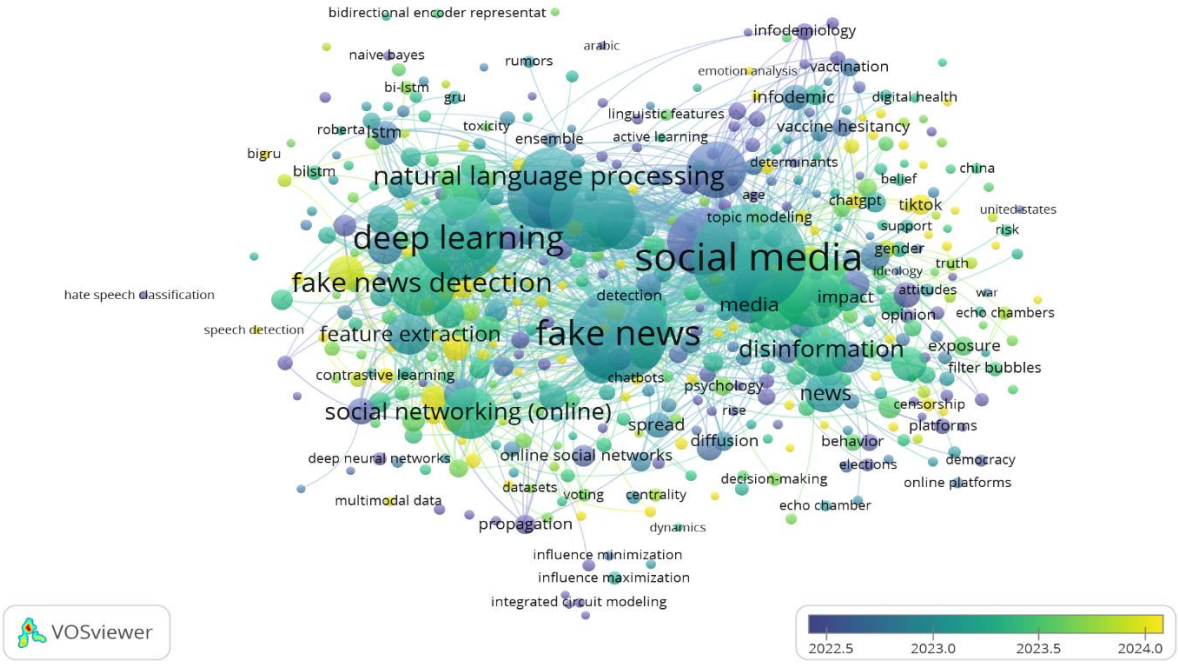


Fig.8: Keyword co-occurrence overlay visualization

The overlay visualization of the keyword co-occurrence network is shown in **Fig.8**, where the average publication year of keywords is represented by the colours of the nodes. The progression of research themes over the examined period is shown by this image, which enables the detection of temporal patterns. More recent study topics are displayed in warmer hues, whereas earlier research topics are displayed in cooler hues.

The overlay map shows that early research concentrated on conventional machine learning methods and simple textual analysis, including feature extraction, support vector machines, and naïve Bayes. More sophisticated deep learning designs, such as bidirectional LSTM, transformers, and graph neural networks, have gradually become the focus of research throughout time.
This shift highlights the requirement for models that can capture contextual, semantic, and multimodal information as well as the growing complexity of content moderation difficulties.

More recent keywords, highlighted in warmer colours, point to emerging research directions focused on infodemic management, vaccine hesitancy, digital health misinformation, explainable AI, and platform governance. A rising worry about the dissemination of false information in real time and algorithmic responsibility is indicated by the use of platform-specific words like TikTok and references to generative technologies. These results indicate a new stage in the development of AI assisted content moderation research as it shifts from detection accuracy to more general concerns of social impact, ethical considerations, and transparency.

4. Discussion

The main findings derived from the bibliometric analyses provided in Section 3 are synthesized in this section and placed within the broader body of research on artificial intelligence–based content moderation and misinformation detection in social media. Through the integration of productivity patterns, collaborative mechanisms, philosophical underpinnings, and topic evolutions, this debate draws attention to the field's structural features, new problems, and predominant research paths.

4.1 Growth Dynamics and Research Maturity

The steady rise in annual scientific production observed between 2020 and 2025 signals the rapid growth of research on AI assisted content moderation. This pattern, which was obtained directly from the yearly publication analysis **Fig. 1**, shows that automated moderation and misinformation detection have developed into major research areas rather than supporting roles in social media studies.
The noticeable acceleration that occurred after 2020 implies that outside factors, like worldwide health crises and increased political debate on the internet, have served as triggers for more academic curiosity. Although this conclusion comes from the dataset's historical distribution of publications, comparable growth trajectories have been documented in earlier extensive surveys of disinformation research, supporting the pattern's wider applicability outside of the current analysis [2], [8].
Furthermore, the continued expansion after the initial crisis suggests a shift away from short-term, reactive research and toward long-term methodological advancement. This change is suggestive of growing methodological sophistication and research maturity, which is in line with the broader use of deep learning and natural language processing methods in misinformation detection studies [1], [19].

4.2 Leading Contributors and Collaboration Structures

A small group of extremely influential and productive authors is shown by the examination of the top contributors. This conclusion is supported by productive rankings and author co-citation

patterns **Fig. 2**, which show that a small number of researchers are crucial in determining the field's methodological standards and research goals.

The country-level collaboration network makes it evident how powerful nations like the United States, India, and the People's Republic of China are at the national level (Fig. 3). This distribution illustrates variations in institutional backing, research capacity, and access to extensive social media data. This tendency may extend beyond the particular dataset examined here, as similar geographic disparities have been observed in earlier studies looking at worldwide AI research output [11], [20].

The institutional collaboration networks **Fig. 4** further emphasize the importance of universities and research centers as areas of knowledge production. Research productivity appears to be significantly influenced by interdisciplinary and multinational partnership, especially when it comes to complicated activities like content moderation across several platforms and disinformation detection, as indicated by the extensive organizational connections found.

4.3 Intellectual Foundations of the Field

The intellectual framework of the field can be observed through the cited-source co-citation analysis **Fig. 6**, which highlights a core set of influential journals and publication venues. They provide as the conceptual and methodological foundation for AI based content moderation research, connecting application-driven social media analysis studies with machine learning advancements.

The widespread use of multiple sources suggests that advancements in misinformation detection depend on combining computational techniques with knowledge from information and communication studies. Although the co-citation patterns found in the dataset serve as the basis for this conclusion, comparable intellectual convergence has been highlighted in earlier evaluations of misinformation detection techniques, supporting the validity of this finding [2], [10].

4.4 Bibliographic Coupling and Research Convergence

A bibliographic coupling study **Fig. 5** shows that recent publications are becoming more similar, with many studies sharing assessment frameworks, datasets, and references. This development indicates that the field is progressively coming together around dominating methodological paradigms, especially graph-oriented and deep learning-based classification.

Meanwhile, the existence of several coupling clusters suggests that diversity continues, with parallel research streams focusing on clarity, robustness, and cross-lingual generalization. As seen in recent optimization-oriented misinformation studies [19], [21], such trends are typical of quickly developing computational research fields where methodological uniformity and subject variety coexist.

4.5 Research Hotspots and Emerging Trends

According to keyword co-occurrence analysis **Fig. 7**, deep learning, social media analysis, and misinformation detection are the main areas of research interest in the field. These themes reflect the ongoing focus on algorithmic methods for spotting deceptive and dangerous information on digital platforms.

The overlay visualization **Fig. 8** shows chronological movement toward new subjects including explainable artificial intelligence, multimodal learning, transformer-based architectures, and false information about health. These patterns, which are directly drawn from the temporal distribution of keywords, point to a shift away from conventional text-based classification and toward more interpretable and context-aware models. Recent research on transformer-based

and multimodal approaches to content moderation has emphasized similar methodological changes [22], [19], and [23].

Additionally, the rising popularity of governance and ethics related keywords shows increasing awareness of the societal implications of automated moderation. This is consistent with recent research highlighting the necessity of striking a balance between technical performance and user trust, accountability, and transparency in online platforms [24], [25].

4.6 The implications for Future Research

Future research should focus on creating explainable and fair AI models, integrating multimodal data sources, and assessing the effects of real-world deployment, according to the synthesis of these findings. Although deep learning is still the predominant methodological paradigm, social scientists and technology researchers will need to work together more closely to solve issues like multilingual toxicity and AI-generated misinformation.

Additionally, the growing emphasis on ethical and governance issues implies that future developments in content moderation will rely not only on algorithmic innovation as well as on platform-level accountability and regulatory frameworks. These paths emphasize how crucial interdisciplinary research initiatives are to improving the efficacy and widespread acceptance of AI based content moderation systems.

5. Conclusion and Future Research Directions

This study provided a thorough bibliometric review of studies conducted between 2020 and 2025 on artificial intelligence-based content moderation and disinformation detection in social media. The analysis offers a structured overview of the recent development and development of this research subject by looking at publication trends, major contributors, networks of collaboration, intellectual foundations, and theme developments.

These results show a steady and rapid increase in scientific findings, emphasizing the growing importance of automated moderation and misinformation detection in response to social problems like social divisiveness, the spread of user-generated content, and global health crises. A concentrated yet globally interconnected research ecosystem is indicated by the dominance of a few numbers of nations, organizations, and highly influential authors, where cooperation is essential to promoting methodological innovation.

Analysis of intellectual structure reveals that the area is based on a core collection of interdisciplinary sources that connect achievements in social media studies, artificial intelligence, and natural language processing. Bibliographic coupling studies also point to increasing methodological convergence, especially in the areas of multimodal techniques, graph-based models, and deep learning. While allowing room for diversity in fields like explainable AI and ethical governance, this convergence reflects growing standardization in datasets, assessment methods, and modeling approaches.

Further evidence of a shift toward transformer-based architectures, multimodal learning frameworks, and health related misinformation comes from the identification of research hotspots and emerging trends. The area is moving away from simply performance-driven research and toward more socially conscious and context aware AI systems, as evidenced by the increased awareness of governance, transparency, and ethical issues.

Despite these developments, there are still several obstacles. The creation of explainable, fair, and reliable models that can handle misinformation produced by AI and in several languages should be a top priority for future study. To guarantee the efficacy and public acceptance of automated content moderation systems, more focus on real-world deployment studies, cross-platform generalization, and multidisciplinary collaboration between technical researchers and social scientists will be crucial. In order to translate methodological advancements into reliable

and long-lasting solutions for handling misinformation in increasingly complex digital settings, it will be imperative to address these issues.

References

[1] R. K. Kaliyar, A. Goswami, P. Narang, and S. Sinha, "FNDNet – A deep convolutional neural network for fake news detection," *Cognitive Systems Research*, vol. 61, pp. 32–44, 2020, doi: 10.1016/j.cogsys.2019.12.005.

[2] M. R. Islam, S. Liu, X. Wang, and G. Xu, "Deep learning for misinformation detection on online social networks: A survey and new perspectives," *Social Network Analysis and Mining*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.1007/s13278-020-00696-x.

[3] Q. Li, Q. Hu, Y. Lu, Y. Yang, and J. Cheng, "Multi-level word features based on attention mechanism for rumor detection in cultural communication," *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 24, no. 2, pp. 259–272, 2020, doi: 10.1007/s00779-019-01289-y.

[4] L. Shang, Y. Zhang, D. Zhang, and D. Wang, "FauxWard: A graph neural network approach for fake news detection using social media comments," *Social Network Analysis and Mining*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: 10.1007/s13278-020-00689-w.

[5] F. E. Ayo, O. Folorunso, F. T. Ibharalu, and I. A. Osinuga, "Hate speech detection in social media using a hybrid method based on cuckoo search and neural networks," *International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics*, vol. 13, no. 4, pp. 485–525, 2020, doi: 10.1108/IJICC-06-2020-0061.

[6] C. Raj, A. Agarwal, G. Bharathy, and S. Mehta, "Cyberbullying detection: Hybrid feature engineering using deep learning and natural language processing techniques," *Electronics*, vol. 10, no. 22, 2021, doi: 10.3390/electronics10222810.

[7] S. V. Morzhov, "Modern approaches to detecting and classifying toxic comments using neural networks," *Automatic Control and Computer Sciences*, vol. 55, no. 7, pp. 607–616, 2021, doi: 10.3103/S0146411621070117.

[8] A. M. Abbas, "Social network analysis using deep learning: applications to misinformation and fake news," *Social Network Analysis and Mining*, vol. 11, no. 1, 2021, doi: 10.1007/s13278-021-00799-z.

[9] E. Elbasani and J. Kim, "AMR-CNN: Abstract Meaning Representation with Convolution Neural Network for toxic content detection," *International Journal of Web Engineering*, vol. 21, no. 3, pp. 677–692, 2022, doi: 10.13052/jwe1540-9589.2135.

[10] C. Raj and P. Meel, "ARCNN framework for multimodal infodemic content detection," *Neural Networks*, vol. 146, pp. 36–68, 2022, doi: 10.1016/j.neunet.2021.11.006.

[11] S. K. Uppada, K. Manasa, B. Vidhathri, and R. J. Babu, "Novel approaches to fake news and fake account detection in OSNs: User social engagement and visual content centric model," *Social Network Analysis and Mining*, vol. 12, no. 1, 2022, doi: 10.1007/s13278-022-00878-9.

[12] M. Alotaibi, B. Alotaibi, and A. Razaque, "A multichannel deep learning framework for cyberbullying detection on social media," *Electronics*, vol. 10, no. 21, 2021, doi: 10.3390/electronics10212664.

[13] D. Jung, E. Kim, and Y. Cho, "Topological and sequential neural networks for rumor detection in social media," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 143925–143935, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3343843.

[14] K. Arunthavachelvan, S. Raza, and C. Ding, "A deep neural network-based approach for rumor stance detection using linguistic and psychological features," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 34, no. 4, pp. 1043–1070, 2024, doi: 10.1007/s11257-024-09413-1.

[15] S. Wang, W. Yang, and Z. Li, "Towards fake news refuter identification: A recommender system with explainable capabilities," *Expert Systems with Applications*, vol. 231, 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.120712.
[16] L. Hatem, A. Omar, A. A. Ali, and M. F. Tolba, "Tackling toxicity in Arabic social media posts through advanced detection techniques," *Scientific Reports*, vol. 15, no. 1, 2025, doi: 10.1038/s41598-025-25879-4.
[17] Y. Kashuv, R. Alharbi, and M. T. Thai, "Predicting user tipping in online social networks with temporal graph neural networks," *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 2025, doi: 10.1109/TCSS.2025.3588804.
[18] M. A. Mosa, "Optimizing text classification accuracy: A hybrid strategy incorporating enhanced NSGA-II and XGBoost techniques for feature selection," *Progress in Artificial Intelligence*, vol. 14, no. 2, pp. 275–299, 2025, doi: 10.1007/s13748-025-00365-0.
[19] M. Fazil, S. Khan, B. M. M. Albahlal, and A. Ahmad, "Attentional multimodal neural networks for fake news prediction," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 16801–16811, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3245823.
[20] M. Asif, M. Al-Razgan, Y. A. Ali, and S. Abbas, "Graph convolution neural network-based fake news detection using deep feature extraction," *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, vol. 13, no. 1, 2024, doi: 10.1186/s13677-024-00600-4.
[21] C. Mallick, S. Mishra, P. K. Giri, and M. N. Das, "A metaheuristic optimized deep learning model for fake news detection in social networks," *International Journal of Electronic Security and Digital Forensics*, vol. 15, no. 3, 2023, doi: 10.1504/IJESDF.2023.133023.
[22] A. M. Koshiry, E. H. I. A. Eliwa, T. El-Hafeez, and M. A. El-Kenawy, "Arabic toxic tweet classification: Leveraging the AraBERT model," *Big Data and Cognitive Computing*, vol. 7, no. 4, 2023, doi: 10.3390/bdcc7040170.
[23] S. Deng, F. Wang, M. Pan, and X. Li, "Identification of AIGC and human-generated implicitly toxic content on social media," *Journal of Information Science*, 2025, doi: 10.1177/01655515251365575.
[24] I. Record and B. Miller, "People, posts, and platforms: Reducing toxic content in online platforms," *Asian Journal of Philosophy*, vol. 1, no. 2, 2022, doi: 10.1007/s44204-021-00012-8.
[25] S. Jadon, K. Bhat, K. R. Jenni, and P. Kumar, "Non-fungible token enhanced blockchain-based online social network to mitigate misinformation," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 92368–92385, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3422530.

INCLUSIVE FUTURES LITERACY AS AN EDUCATIONAL CAPABILITY FOR NAVIGATING UNCERTAINTY AND SUSTAINING LEARNING FUTURES

Paolo FUSCO
University of Salerno, Department of Cultural Heritage Sciences, 84084 Fisciano (SA)

Michele TODINO
University of Salerno, Department of Human, Philosophical and Educational Sciences, 84084 Fisciano (SA)

Alessio DI PAOLO
University of Salerno, Department of Human, Philosophical and Educational Sciences, 84084 Fisciano (SA)

ABSTRACT
This article introduces Inclusive Futures Literacy as an educational capability that reconceptualizes futures thinking from predictive skill to relational and ethical competence centered on accessibility, diversity, and sustainability. Drawing on UNESCO's Futures Literacy framework and inclusive pedagogy research, we argue that anticipatory competence becomes transformative when anchored to epistemic plurality, collective agency, and critical reflection on power relations. The article examines three interconnected dimensions cognitive, affective, and participatory through which Futures Literacy operates in educational contexts, and presents strategic pathways for implementation including culturally grounded scenario building, collaborative sense-making across difference, and connection of personal aspirations with collective sustainability. Particular attention is given to decolonial practice as critical reconstruction rather than wholesale rejection, recognizing valuable contributions of diverse intellectual traditions while addressing historical and ongoing injustices. Applications of foresight methodologies (horizon scanning and scenario planning) demonstrate how educational institutions can navigate uncertainty by exploring multiple plausible futures rather than optimizing for single predicted outcomes. The integration of Futures Literacy with inclusive education generates synergies that ensure anticipatory competencies serve all learners while centering equity and sustainability in futures thinking. Implications for educator capacity building and institutional transformation emphasize that sustainable change requires moving beyond individual skill development to collective capabilities embedded in curricular frameworks, assessment approaches, and organizational cultures.
Keywords: Futures Literacy, Inclusive Education, Sustainability Education, Decoloniality, Scenario Planning, Educational Transformation

INTRODUCTION
The Challenge of Radical Uncertainty
When educational institutions confront rapid social, economic, and environmental change, traditional models increasingly reveal a deeper inability to prepare learners for 'radical uncertainty' futures that cannot be predicted through conventional planning. Students face sustainability crises without precedent, technological disruptions reshaping professional pathways, and social inequalities amplified by systemic transformations. These challenges demand capacities we have barely begun to cultivate systematically: the ability to navigate

multiple possible futures, to think critically about whose visions shape collective trajectories, and to act with agency amid profound uncertainty.

Traditional educational planning often treats the future as singular and knowable something to prepare students for through predetermined curricula and standardized competencies. Yet this preparation-focused model proves inadequate when change accelerates beyond institutional capacity to predict or control outcomes. The inadequacy manifests not simply as failure to update content or methods, but as fundamental inability to cultivate learners who can constructively engage uncertainty, imagine alternatives, and participate meaningfully in shaping collective futures.

Inclusive Futures Literacy: A Conceptual Framework

This article introduces Inclusive Futures Literacy as an educational capability that reconceptualizes futures thinking not as predictive skill but as relational and ethical competence centered on accessibility, diversity, and sustainability. Drawing on UNESCO's Futures Literacy framework (Miller & Sandford, 2018) and contemporary inclusive pedagogy research, we argue that anticipatory competence becomes transformative when anchored to three principles: epistemic plurality that recognizes diverse ways of knowing; collective agency that positions learners as co-creators of futures rather than passive recipients of preparation; and critical reflection on power relations that surfaces whose voices shape what futures become imaginable.

The integration of Futures Literacy with inclusive education represents more than adding one framework to another it constitutes generative synthesis where each domain transforms the other. Inclusive education, in contemporary discourse, extends beyond physical access to creating learning environments that value epistemic diversity, dismantle participation barriers, and empower collective knowledge construction (Bowden et al., 2023). When combined with futures thinking, inclusion becomes not just about present access but about who participates in imagining educational futures, whose visions shape institutional priorities, and how power relations enable different groups to influence what becomes possible.

Theoretical Foundations and Evolution of Futures Thinking

Futures studies evolved from deterministic prediction toward participatory exploration. Inayatullah's (1998, 2007) epistemological framework captures this evolution through four coexisting traditions: predictive approaches using statistical forecasting and trend analysis; interpretive lenses examining how cultural narratives shape imaginable futures; post-structural critique problematizing any settled representation of futures and insisting on their political stakes; and participatory action seeking collectively constructed futures through deliberative processes. Each tradition surfaces different questions, validates different knowledge forms, and implies different modes of action.

Consider a university developing support systems for students with learning disabilities: predictive approaches might project enrollment trends and resource needs; interpretive lenses would examine how institutional culture shapes what 'support' means; post-structural critique would interrogate whose voices are absent from planning and what alternative futures are being foreclosed; participatory action would bring together students, educators, families, and policymakers to collectively envision preferred futures. These aren't competing methods but complementary perspectives revealing different dimensions of futures work.

UNESCO positions Futures Literacy as foundational capability 'the ability that enables people to better understand the role of the future in what they see and do' (Miller & Sandford, 2018). This means developing capacity to productively use diverse future images: interrogating

assumptions embedded in dominant narratives, generating alternatives, and understanding how different futures imaginaries enable or constrain action. A teacher assuming students with learning disabilities will inevitably struggle makes different pedagogical choices than one envisioning futures where neurodiversity is recognized as generative difference.

Research Gap and Contribution

Recent systematic reviews of futures studies in education (Menéndez-Alvarez-Hevia et al., 2022) confirm that while the field offers powerful theoretical and methodological tools, translation into diverse educational contexts remains incomplete. A critical gap persists: the integration of futures literacy with principles of social justice and inclusive education. Existing futures education research tends to focus either on cognitive competencies (scenario building, trend analysis) or on sustainability content, but rarely examines how anticipatory capacities can be cultivated in ways that honor diverse ways of knowing, center marginalized perspectives, and address intersecting inequalities.

This article addresses this gap by: (1) articulating how Futures Literacy operates through cognitive, affective, and participatory dimensions that require integrated pedagogical interventions; (2) presenting strategic pathways for implementation grounded in culturally responsive practice, collaborative sense-making, and connection of personal aspirations with collective sustainability; (3) examining decolonial approaches to futures thinking that reconstruct rather than reject intellectual traditions; (4) demonstrating applications of foresight methodologies through horizon scanning and scenario planning; and (5) identifying implications for educator capacity and institutional transformation.

RESULTS AND DISCUSSION

Dimensions of Inclusive Futures Literacy

Research reveals that Futures Literacy operates through multiple interconnected dimensions in educational contexts. Understanding these dimensions matters not as classification exercise but because each opens distinct possibilities for pedagogical intervention while requiring different forms of institutional support.

The cognitive dimension involves acquiring frameworks for understanding temporal dynamics distinguishing probable, possible, and preferable futures (Bell, 1998), and methods like scenario planning and causal layered analysis. Yet applications reveal conceptual knowledge alone proves insufficient. Institutions identifying critical uncertainties such as AI adoption pace, inclusion prioritization in reforms, or infrastructure adequacy discover the real challenge is understanding how forces interact to create qualitatively different conditions. Pouru-Mikkola and Wilenius (2021) emphasize integrating knowledge acquisition with personalized attitudes toward exploration and mobilizing both toward identifying action pathways. This integrated view suggests cognitive competence in futures thinking is less about accumulating concepts than developing capacity to think systemically about change over time.

The affective dimension recognizes that engaging futures navigates complex emotional terrain hope and anxiety, aspiration and fear. For students with learning disabilities, futures thinking may surface painful experiences of educational marginalization alongside yearning for environments where they flourish. Approaches ignoring these dimensions risk alienation or fatalism. When affective responses are acknowledged and explored, they become learning resources. Inclusive Futures Literacy particularly cultivates what Haggstrom and Schmidt (2021) term 'hopeful realism' critical awareness of present challenges while building collective

transformation capacity. This proves especially crucial in contexts where marginalized groups have experienced repeated promises of change that failed to materialize. Faculty modeling openness rather than anxiety enable students to engage constructively with uncertainty.

The participatory dimension addresses perhaps the most radical implication: that traditional planning treats students as objects rather than agents shaping futures. Participatory approaches invert this logic, recognizing futures emerge through collective actions, decisions, and relationships. Educational practices create opportunities for co-constructing visions and identifying realization pathways through futures workshops, design fictions, and community-based scenario planning (Seongwon & Kang, 2014). This foregrounds power questions: whose voices shape dominant narratives? Who participates in defining what 'support' or 'success' means? Whose ways of knowing are recognized as legitimate sources of insight? Recent research reveals how the very process of identifying 'critical uncertainties' can reproduce or challenge existing power relations depending on who participates and how diverse perspectives are valued.

Strategic Pathways for Implementation

Three strategic pathways emerge from analysis of experimental applications across diverse educational contexts.

Culturally grounded scenario building recognizes that diverse communities hold sophisticated temporal understandings differing from Western linear progress conceptions. Indigenous knowledge systems embed cyclical temporalities and intergenerational responsibilities challenging developmentalist assumptions. When identifying what shapes inclusive education futures, contexts vary significantly: some emphasize technological adoption uncertainties; others focus on inclusion prioritization within national reforms; still others identify societal attitudes and faculty readiness as decisive variables. These different framings aren't errors to be corrected but legitimate reflections of situated experience. Place-based pedagogies (Sandford, 2013) connect anticipatory thinking to specific communities, ecosystems, and histories, enabling rigorous analysis while honoring local knowledge and aspirations. Museum education offers particularly rich contexts for such grounded futures work, connecting cultural heritage with community aspirations and enabling learners to position themselves within longer historical trajectories while imagining alternative futures.

Collaborative sense-making across difference responds to the recognition that navigating irreducible uncertainty requires collective intelligence integrating diverse perspectives. Scenario planning exploring inclusive education futures often identifies multiple plausible pathways: high technological integration combined with strong policy support creating personalized environments ('vision realized'); policy commitment existing alongside implementation lag ('waiting game'); both technological adoption and policy attention remaining underdeveloped ('unwatched pot'); or advanced technology deployed without inclusive intent ('exclusionary innovation'). Working through such scenarios collectively develops meta-cognitive awareness of assumptions, builds empathy across perspectives, and identifies both convergence areas enabling shared action and tensions requiring deeper negotiation. Structured dialogues like futures workshops (Seongwon & Kang, 2014) maintain openness to multiple perspectives while providing sufficient structure that dialogue remains productive.

Connecting personal aspirations with collective sustainability addresses the tension often framed as requiring trade-offs between individual success and commitment to sustainability. Inclusive Futures Literacy rejects this false choice by foregrounding interdependence:

individual flourishing depends on healthy social and ecological systems; collective sustainability requires attending to diverse individual needs and aspirations. Educational practices examine concretely how different groups experience environmental and social challenges climate impacts affect communities unequally; students with disabilities face heightened vulnerability during infrastructure failures. Participatory action research investigating local sustainability challenges while developing community-grounded proposals cultivates systems thinking alongside democratic capabilities. Curricular integration weaves anticipatory thinking across disciplines. Experiences engaging with cultural heritage and community resources increasingly mediated through inclusive digital technologies (Todino, 2024) demonstrate how technological tools can support rather than replace embodied, place-based learning when designed with accessibility and participation as foundational principles.

Applications of Foresight Methodologies

Two complementary foresight methodologies demonstrate practical application: horizon scanning and scenario planning.

Horizon scanning maps signals of change across political, economic, social, and technological domains, often using frameworks like PEST analysis to ensure comprehensive coverage. For inclusive education, technological developments in AI and adaptive learning platforms suggest new personalization possibilities while raising unresolved questions about accessibility, cultural relevance, and ethical data use. Policy shifts embed inclusion within national education strategies, yet implementation varies dramatically across institutions. Societal attitudes evolve as public awareness of neurodiversity increases, while stigma and ableist assumptions persist. Systematic scanning surfaces not just individual trends but their interdependencies: how innovation interacts with policy frameworks, whether economic constraints limit adoption of promising tools, whether shifting cultural attitudes create pressure for institutional change even absent policy mandates. Some drivers prove relatively predictable predetermined elements likely to shape all plausible futures. Others carry high uncertainty critical uncertainties that create genuinely different future conditions.

Scenario planning constructs coherent narratives using critical uncertainties to structure matrices of plausible futures. For instance, two axes might represent technological integration degree and inclusion positioning within reform priorities. Four scenarios emerge: both dimensions align positively (vision realized with AI-powered adaptive learning and institutional implementation capacity); inclusion remains central while technology lags (readiness gap with mandate but insufficient means); rapid technological adoption without inclusion priority (exclusionary innovation with sophisticated systems poorly accessible); both dimensions remain low (neglected present without investment or accountability). Each scenario generates distinct opportunities and challenges for institutional action. Importantly, scenarios serve as strategic tools for testing plan robustness across different futures rather than as predictions to optimize around. Experience with foresight methodologies surfaces several insights: the process of collectively constructing scenarios builds shared language and relationships valuable regardless of which future unfolds; foresight work proves most valuable when integrated into ongoing institutional planning rather than conducted as one-off exercise; power dynamics shape foresight processes in ways requiring constant attention to whose expertise is valued and which future scenarios are deemed worthy of consideration.

Decoloniality as Critical Reconstruction

Coloniality persists as ongoing power pattern structuring what counts as legitimate knowledge, whose voices carry authority, and which futures are deemed feasible (Maldonado-Torres, 2007; Mignolo & Walsh, 2018). It operates through academic performance criteria valorizing particular cognitive styles while pathologizing others; positioning Western knowledge systems as universal while treating other traditions as merely local; concentrating decision-making power while marginalizing diverse communities. For sustainability education, modern/colonial thought positioning humans as separate from and superior to nature has justified environmental degradation while marginalizing indigenous cosmovisions as primitive rather than recognizing them as sophisticated ecological knowledge systems.

Decolonial practice, however, is not about wholesale rejection or demolition but rather critical reconstruction and inclusive transformation. As Andreotti et al. (2019) suggest through their metaphor of the 'house that modernity built,' decoloniality does not seek to render homeless those who depend on existing structures but rather examines foundations, identifies what requires reconstruction, and imagines how we might inhabit spaces more justly. This reconstructive approach recognizes valuable contributions of Enlightenment thought commitments to reason, human rights, scientific inquiry while interrogating how these have been instrumentalized to justify exclusion and domination. The goal is not abandonment but transformation: retaining what enables human flourishing while dismantling what perpetuates oppression.

In educational practice, this means epistemic plurality that accords equal status to diverse knowledge traditions without dismissing Western contributions. Language inclusion matters profoundly multilingual educational environments honor linguistic diversity rather than imposing monolingualism, while recognizing practical realities of scholarly communication. When assistive technologies design primarily for dominant languages with others as afterthoughts, 'technological colonialism' compounds exclusion; solutions involve co-design processes centering marginalized users rather than rejecting technology itself. Curriculum diversification surfaces alternative narratives alongside canonical texts; inclusive pedagogies recognize multiple valid approaches to teaching and assessment; positional reflexivity establishes honest relationships acknowledging situated knowledge. This inclusive decoloniality seeks synthesis rather than substitution, transformation rather than erasure, recognizing that sustainable futures require drawing on humanity's full intellectual heritage while addressing historical and ongoing injustices.

Identity, Power, and Intersectionality

Intersectionality reveals that multiple forms of discrimination do not simply add up but interact to create distinctive experiences of marginalization. For inclusive education futures, this matters in several ways. Different social groups experience sustainability crises and educational barriers differentially communities already marginalized by race, class, gender, disability, or geography typically face heightened vulnerability to climate change and institutional exclusion while having contributed least to creating these problems. Institutional assumptions about 'normal' students reflect dominant group characteristics, rendering others perpetually exceptional and creating barriers often invisible to those not experiencing them. Different positionalities generate different visions of preferable futures reflecting legitimate differences in experience and aspiration. Anti-discriminatory practice therefore requires: recognizing identity complexity; exploring privilege and systemic barriers; building inclusive communities; employing culturally responsive pedagogies; and amplifying marginalized voices. As

transformative sustainability research (Bowden et al., 2023) demonstrates, addressing discrimination connects intrinsically with sustainability both tackle interconnected challenges of inequality and colonial/modernist worldviews embedded in educational systems.

Educator Capacity and Institutional Transformation

Implementing Inclusive Futures Literacy requires building educator capacity not just individual skills but collective capabilities embedded institutionally. Conventional professional development treating educators as vessels for techniques proves inadequate because teaching for uncertain futures requires dispositional transformation. Experiential engagement with futures methodologies (Kazemier et al., 2021) proves essential deep participation in workshops and scenario planning develops embodied understanding transcending technical knowledge. Affective and epistemological exploration creates space for examining assumptions, encountering alternative temporal imaginaries, and processing evoked emotions. Relational capacity development emphasizes dialogical dimensions: facilitating conversations across difference, recognizing diverse ways of knowing, creating conditions where all participants feel empowered to contribute.

Individual educator development proves insufficient without institutional transformation. Curricular frameworks must legitimate futures-oriented pedagogy through explicit learning outcomes and revised evaluation criteria valuing pedagogical innovation. Assessment approaches require rethinking portfolios documenting learning trajectories, presentations of future scenarios, and collaborative projects addressing real-world challenges better capture anticipatory capacities than conventional exams rewarding recall. Organizational cultures treating uncertainty as threat will struggle embracing pedagogies positioning uncertainty as generative. Resource allocation sends powerful signals about institutional priorities and commitment. The European Commission's GreenComp framework (Bianchi et al., 2022) organizes twelve sustainability competencies across four areas: embodying values, embracing complexity, envisioning futures, and acting for sustainability. Yet treating competencies primarily as individual attributes risks reinforcing individualism; inclusive approaches position them as distributed across individuals, communities, and institutions rather than located solely in individual minds.

CONCLUSION

Synthesis of Findings

This article has introduced Inclusive Futures Literacy as educational capability fundamentally reconceptualizing anticipatory competence. Rather than treating futures thinking as predictive skill for preparing students for predetermined trajectories, we position it as relational and ethical competence centered on accessibility, diversity, and sustainability. The research demonstrates that Futures Literacy operates through interconnected cognitive, affective, and participatory dimensions requiring integrated pedagogical interventions and institutional supports. Strategic pathways for implementation culturally grounded scenario building, collaborative sense-making, and connection of personal aspirations with collective sustainability emerge from analysis of experimental applications across diverse contexts.

Foresight methodologies like horizon scanning and scenario planning offer practical tools for navigating uncertainty by exploring multiple plausible futures rather than optimizing for single predicted outcomes. The decolonial approach articulated here emphasizes critical reconstruction rather than wholesale rejection, seeking synthesis that draws on humanity's full

intellectual heritage while addressing historical and ongoing injustices. Attention to identity, power, and intersectionality surfaces how different groups experience educational barriers and imagine preferred futures differently, demanding anti-discriminatory practices that recognize complexity and amplify marginalized voices.

Implications for Practice

Traditional educational models prove inadequate not through execution failure but because their preparation-for-predetermined-futures logic has become problematic when change accelerates and uncertainty deepens. Futures Literacy offers alternative orientation not by predicting better but by acknowledging prediction's impossibility, cultivating capacities for navigating whichever futures emerge. This proves particularly crucial for marginalized groups students with learning disabilities, communities historically excluded from higher education, those bearing disproportionate burdens of climate change rarely centered in dominant educational visions.

Integrating Futures Literacy with inclusive education generates powerful synergies. Inclusion ensures anticipatory competencies serve all learners rather than only the already privileged, centers equity and sustainability in futures thinking, and recognizes that navigating complexity requires collective intelligence drawing from full human diversity. Conversely, futures thinking transforms inclusion from matter of present accommodation to question of collective futures-making participation whose voices shape what becomes possible, whose knowledge is validated, whose visions influence institutional priorities.

Implementation requires sustained commitment across multiple levels. Individual educator development proves necessary but insufficient without institutional transformation of curriculum frameworks, assessment approaches, and organizational cultures. Institutional change remains fragile without supportive policy frameworks and resource allocation. Yet even within constraints, spaces for experimentation exist faculty employing futures methodologies in teaching, departments piloting alternative assessments, students organizing futures workshops and advocating for change. When networked and amplified, such dispersed initiatives can catalyze broader transformation.

Limitations and Future Research

This conceptual and theoretical analysis draws primarily on existing literature and documented experimental applications rather than original empirical research. Future work should include: longitudinal studies examining how sustained engagement with Futures Literacy affects students' sense of agency, institutional capacity, and learning outcomes; comparative research across cultural contexts investigating how different societies understand and practice anticipatory competence; design-based research co-developing and testing specific pedagogical interventions with diverse educational communities; and critical policy analysis examining how futures literacy can be integrated into national education frameworks without becoming technocratic or depoliticizing.

Concluding Reflections

As UNESCO (2021) emphasizes in reimagining education for sustainable futures, educational systems have mistakenly instilled beliefs that short-term prerogatives and individual comfort matter more than long-term sustainability and collective wellbeing. They have emphasized individual success, national competition, and economic development at the expense of solidarity, interdependence, and care for each other and the planet. Inclusive Futures Literacy

offers pathways for transforming these orientations, developing collective capacity to imagine and construct genuinely sustainable, just, livable futures for all.

The challenge is complex, requiring ethical commitment, professional competence, and willingness to experiment and learn. Yet it is also essential. Only by learning to engage futures with openness and creativity, embracing new ways of knowing and being together, can we address problems of the past that continue reproducing themselves in present educational systems. The future arrives not in singular but in plural form multiple possible futures shaped by choices, relationships, and collective actions. Education nurtured by Inclusive Futures Literacy becomes education that enables us to construct sustainable futures where hopelessness is counterbalanced by renewed sense of possibility and collective agency.

REFERENCE

Andreotti, V., Stein, S., Ahenakew, C., & Hunt, D. (2019). Global citizenship education otherwise. Decolonial Futures Collective.

Bell, W. (1998). Making people responsible: The possible, the probable, the preferable. American Behavioral Scientist, 42(3), 323-339.

Bell, W. (2003). Foundations of futures studies: History, purposes, and knowledge. Transaction Publishers.

Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp – The European sustainability competence framework. Publications Office of the European Union.

Bowden, R., Hornig, D., & Lang, U. (2023). A sustainable Europe Learning and Teaching Package 1: Unit 3 - Education for Sustainable Futures. TAP-TS Project.

Haggstrom, M., & Schmidt, C. (2021). Futures literacy – To belong, participate and act! An educational perspective. Futures, 132, 102813.

Inayatullah, S. (1998). Pedagogy, culture, and future studies. American Behavioral Scientist, 42(3), 386-397.

Inayatullah, S. (2007). Questioning the future. Tamkang University Press.

Kazemier, E. M., Damhof, L., Gulmans, J., & Cremers, P. H. M. (2021). Mastering futures literacy in higher education. Futures, 132, 102814.

Maldonado-Torres, N. (2007). On the coloniality of being. Cultural Studies, 21(2-3), 240-270.

Menéndez-Alvarez-Hevia, D., Urbina-Ramírez, S., Forteza-Forteza, D., & Rodríguez-Martín, A. (2022). Contributions of futures studies to education: A systematic review. Comunicar, 30(73), 9-20.

Mignolo, W. D., & Walsh, C. E. (2018). Decoloniality: Concepts, analytics, praxis. Duke University Press.

Miller, R., & Sandford, R. (2018). Futures literacy: The capacity to diversify conscious human anticipation. In R. Poli (Ed.), Handbook of anticipation. Springer.

Pouru-Mikkola, L., & Wilenius, M. (2021). Building individual futures capacity through transformative futures learning. Futures, 132, 102804.

Sandford, R. (2013). Located futures: Recognising place and belonging in narratives of the future. International Journal of Educational Research, 61, 116-125.

Seongwon, P., & Kang, K. (2014). Research on future jobs of youth that has been viewed by futures workshops. Journal of Korean Practical Arts Education, 27(3), 225-243.

Todino, M. D. (2024). Didattica e tecnologie per i beni culturali: prospettive inclusive. Lecce: Pensa Editore.

Todino, M. D. (2024). Museum education. In D. Costantini & M. D. Todino (Eds.), Cultural heritage and inclusive education. Research perspectives.

UNESCO. (2020). Futures literacy: An essential competency for the 21st century.

UNESCO. (2021). Reimagining our futures together: A new social contract for education.

İNMELİ BIREYLERİN YAŞADIKLARI EVLERİN DÜŞME RİSKİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: SAFRANBOLU ÖRNEĞİ

Ece ACAR
Karabuk University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, 100. Yıl, Karabuk
ORCID: 0000-0002-0470-5935

Eylül ESEN
Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, 78050, 100. Yıl, Karabuk
ORCID: 0009-0002-8497-3418

ÖZET
İnme sonrası dönemde denge kaybı ve mobilite kısıtlılığına bağlı olarak ev içi düşmeler önemli bir sorun oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı, inmeli bireylerin yaşadıkları ev ortamlarının güvenlik düzeyini değerlendirmek ve ev içi kazalar açısından risk oluşturan çevresel alanları belirlemektir. Kesitsel tipte tasarlanan bu çalışmaya, Safranbolu'da yaşayan ve klinik olarak inme tanısı almış 25 birey dahil edilmiştir. Ev ortamlarının güvenliği, zeminler, banyo, ev düzeni, aydınlatma, basamaklar, yükseltiler, ev dışı alanlar ve kişisel önlemler alt boyutlarını içeren yapılandırılmış Ev Güvenlik Kontrol Listesi kullanılarak değerlendirilmiştir. Alt boyutların farklı madde sayıları nedeniyle karşılaştırılabilirliğini sağlamak amacıyla puanlar normalize edilmiş ve risk düzeyleri tanımlanmıştır. Değerlendirme sonucunda evlerin %60,0'ı orta riskli, %24,0'ü yüksek riskli ve %16,0'sı güvenli olarak sınıflandırılmıştır. En sık risk saptanan alanlar banyo (%72,0), zeminler (%68,0) ve aydınlatma (%56,0) olmuştur. Basamaklar ve yükseltiler alt boyutlarında orta düzeyde riskler belirlenirken, ev düzeni ve kişisel önlemler alt boyutlarında bireyler arasında değişkenlik gözlenmiştir. Bulgular, inmeli bireylerin yaşadıkları ev ortamlarında düşme riskini artırabilecek çevresel güvenlik sorunlarının yaygın olduğunu göstermektedir. Ev güvenliğine yönelik düzenlemeler, hasta ve bakım veren eğitimleri ile birlikte rehabilitasyon sürecinin ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Ev içi risklerin azaltılmasına yönelik multidisipliner yaklaşımlar, düşmelerin önlenmesi ve yaşam kalitesinin artırılması açısından önem taşımaktadır.
Anahtar Kelimeler: İnme, Ev Güvenliği, Düşme Riski, Ev İçi Kazalar, Çevresel Risk Faktörleri

EVALUATION OF FALL RISK IN THE HOMES OF INDIVIDUALS WITH STROKE: THE SAFRANBOLU SAMPLE

ABSTRACT
Home falls constitute a significant problem in the post-stroke period due to balance impairment and mobility limitations. The aim of this study was to evaluate the safety level of home environments in individuals with stroke and to identify environmental areas that pose a risk for home-related accidents. This cross-sectional study included 25 individuals living in Safranbolu who had been clinically diagnosed with stroke. Home safety was assessed using a structured Home Safety Checklist consisting of the following subdomains: floors, bathroom, home layout, lighting, stairs, elevations, outdoor areas, and personal precautions. To ensure comparability among subdomains with different numbers of items, scores were normalized and risk levels

were defined. As a result of the evaluation, 60.0% of the homes were classified as moderate risk, 24.0% as high risk, and only 16.0% as safe. The most frequently identified risk areas were the bathroom (72.0%), floors (68.0%), and lighting (56.0%). Moderate levels of risk were observed in the stairs and elevations subdomains, while variability among individuals was noted in the home layout and personal precautions subdomains. The findings indicate that environmental safety problems that may increase the risk of falls are common in the home environments of individuals with stroke. Home safety modifications, together with patient and caregiver education, should be considered an integral part of the rehabilitation process. Multidisciplinary approaches aimed at reducing home-related risks are essential for fall prevention and for improving quality of life.
Keywords: Stroke, Home Safety, Fall Risk, Home Accidents, Environmental Risk Factors

1. GİRİŞ

İnme, dünya genelinde erişkinlerde kalıcı özürlülüğün önde gelen nedenlerinden biridir ve her yıl yaklaşık 12 milyon yeni olgu bildirilmektedir (Feigin et al., 2021). İnme sonrası dönemde motor kontrol kaybı, kas kuvvetsizliği, denge bozukluğu ve duyusal defisitler bireylerin günlük yaşam aktivitelerini ve güvenli mobilitelerini önemli ölçüde kısıtlamaktadır (Langhorne et al., 2011). Bu fonksiyonel sınırlılıklar, özellikle ev ortamında düşme riskini belirgin biçimde artırmaktadır.

Düşmeler, inmeli bireylerde sık görülen ve ciddi sonuçlara yol açabilen bir sorundur. Toplumda yaşayan inmeli bireylerin yaklaşık %40–70'inin inme sonrası ilk yıl içinde en az bir kez düştüğü bildirilmektedir (Weerdesteyn et al., 2008; Mackintosh et al., 2006). Düşmeler; kırıklar, yumuşak doku yaralanmaları, düşme korkusu ve bağımsızlık kaybı gibi sonuçlara yol açarak yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir (Batchelor et al., 2012).

Düşme riskini belirleyen faktörler çok boyutludur ve bireysel, çevresel ve davranışsal bileşenleri içermektedir. Kas gücü kaybı, denge bozukluğu ve bilişsel yetersizlikler gibi bireysel faktörlerin yanı sıra, ev ortamındaki çevresel tehlikeler de düşmelerin önemli belirleyicilerindendir (Lord et al., 2006). Özellikle kaygan zeminler, yetersiz aydınlatma, tutunma barlarının olmaması ve düzensiz yerleşim gibi faktörler ev içi düşme riskini artırmaktadır.

Ev ortamına yönelik güvenlik değerlendirmeleri ve çevresel düzenlemeler, düşmelerin önlenmesinde etkili stratejiler arasında yer almaktadır (Clemson et al., 1999; Gillespie et al., 2012). Ev güvenliğinin sistematik olarak değerlendirilmesi, riskli alanların belirlenmesi ve bireye özgü müdahalelerin planlanması açısından kritik öneme sahiptir. Bu amaçla geliştirilen araçlardan biri Ev Güvenlik Kontrol Listesi'dir (Home Safety Checklist), Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Güvenlik Konseyi tarafından ev içi kazalara yol açabilecek çevresel riskleri belirlemek üzere geliştirilmiştir (National Safety Council, 2018).

Bu çalışmanın amacı, Safranbolu'da yaşayan inmeli bireylerin yaşadıkları ev ortamlarının güvenlik düzeyini Ev Güvenlik Kontrol Listesi kullanarak değerlendirmek ve ev içi düşme riski açısından risk oluşturan çevresel alanları belirlemektir. Ayrıca elde edilen bulguların klinik rehabilitasyon uygulamaları açısından yorumlanması hedeflenmiştir.

2. YÖNTEM

İnmeli bireylerin yaşadıkları ev ortamlarının güvenlik düzeyini değerlendirmek ve ev içi düşme riski açısından risk oluşturan çevresel alanları belirlemek amacıyla kesitsel tipte tasarlananan çalışma için Karabük Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul'undan 22.04.2025 tarih ve

2025/2248 karar numaralı etik kurul izni alınarak araştırmaya başlandı. Çalışmaya Safranbolu'da yaşayan ve klinik olarak inme tanısı almış toplam 25 birey dahil edilmiştir.
Çalışmaya dahil edilme kriterleri; 18 yaş ve üzerinde olmak, en az 3 ay önce inme geçirmiş olmak, ev ortamında yaşamını sürdürüyor olmak, Mini Mental Durum Testi (MMDT) puanının ≥24 olması (Folstein et al., 1975), sözel yönergeleri anlayıp yanıt verebilecek düzeyde iletişim kurabiliyor olmak ve yardımla veya yardımsız ambulasyon sağlayabiliyor olmak şeklinde belirlenmiştir. Ciddi görme kaybı bulunan, ağır demansı olan veya değerlendirme sırasında iş birliği kurulamayan bireyler çalışma dışı bırakılmıştır.
Ev ortamının güvenlik düzeyini değerlendirmek amacıyla Ev Güvenlik Kontrol Listesi (EGKL) kullanılmıştır. EGKL, Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Güvenlik Konseyi (National Safety Council) tarafından geliştirilmiş, ev düzenlemesi ve ev içi güvenliğe ilişkin bilgileri içeren 65 maddelik bir ölçektir (National Safety Council, 2018). Ölçek, ev içi kazalar ve düşmeler açısından çevresel risk faktörlerinin sistematik biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır ve farklı popülasyonlarda ev güvenliğini inceleyen çalışmalarda yaygın olarak kullanılmıştır (Clemson et al., 1999; Pynoos et al., 2010).
EGKL dokuz alt boyuttan oluşmaktadır: ev işleri (4 madde), yerler (19 madde), banyo (11 madde), ev düzeni (8 madde), aydınlatma (5 madde), basamaklar (16 madde), yükseltiler (8 madde), ev dışı ve bahçe (9 madde) ve kişisel önlemler (10 madde). Alt boyutların farklı sayıda maddeden oluşması nedeniyle her bir alt boyut puanı için min–maks normalizasyon yöntemi uygulanmış ve puanlar 0–1 aralığına dönüştürülmüştür.
Bireylerin denge ve yürüme performanslarını değerlendirmek amacıyla Tinetti Düşme Etkinlik Ölçeği (Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment; POMA) kullanılmıştır. Ölçek, denge (maksimum 16 puan) ve yürüme (maksimum 12 puan) olmak üzere iki alt bileşenden oluşmakta ve toplam 28 puan üzerinden değerlendirilmektedir. Ölçeğin geçerlik ve güvenirliği farklı popülasyonlarda gösterilmiştir (Tinetti, 1986; Faber et al., 2006).
Verilerin analizi IBM SPSS Statistics 26.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistiklerde sürekli değişkenler için ortalama±standart sapma, kategorik değişkenler için frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Sürekli değişkenlerin dağılımı Shapiro–Wilk testi ile değerlendirilmiş ve normal dağılım göstermedikleri için nonparametrik testler tercih edilmiştir. Nominal değişkenlerle ölçek puanları arasındaki farkların incelenmesinde Mann–Whitney U ve Kruskal–Wallis testleri kullanılmıştır. Ölçekler arası ilişkiler Spearman sıra korelasyon analizi ile değerlendirilmiş ve istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 25 inmeli bireyin yaş ortalaması 61,0±13,5 yıl olup katılımcıların 11'i kadın (%44,0), 14'ü erkek (%56,0) idi. Ortalama inme süresi 18,4±17,3 ay olarak belirlendi. Brunnstrom değerlendirmesine göre üst ekstremite motor seviyesi ortalaması 3,9±1,1, alt ekstremite motor seviyesi ortalaması ise 4,4±1,0 olarak saptandı. Katılımcıların %48,0'inin ambulatuar yardımcı cihaz kullandığı, %52,0'sinin ise yardımsız ambulasyon sağladığı belirlendi.

Tablo 1. Katılımcıların demografik ve klinik özellikleri

Değişken	Ortalama ± SS / n (%)
Yaş (yıl)	61,0 ± 13,5
Cinsiyet (Kadın/Erkek)	11 (%44,0) / 14 (%56,0)
İnme süresi (ay)	18,4 ± 17,3
Brunnstrom ÜE	3,9 ± 1,1
Brunnstrom AE	4,4 ± 1,0
Yardımcı cihaz kullanımı (Var/Yok)	12 (%48,0) / 13 (%52,0)

EGKL toplam normalize puanlarına göre evlerin %60,0'ı orta riskli (n=15), %24,0'ü yüksek riskli (n=6) ve %16,0'sı güvenli (n=4) olarak sınıflandırıldı. Bu dağılım, katılımcıların büyük bir bölümünün düşme açısından riskli ev ortamlarında yaşadığını göstermektedir.

Tablo 2. EGKL toplam risk düzeyine göre evlerin dağılımı

Risk düzeyi	n	%
Güvenli	4	16,0
Orta riskli	15	60,0
Yüksek riskli	6	24,0

Alt boyutlara göre değerlendirildiğinde en sık risk saptanan alanın banyo olduğu görüldü. Banyo alt boyutunda bireylerin %72,0'si (n=18) riskli düzeyde puan aldı. Yerler alt boyutunda %68,0 (n=17), aydınlatma alt boyutunda %56,0 (n=14) oranında riskli düzeyde puan elde edildi. Basamaklar (%48,0) ve yükseltiler (%44,0) alt boyutlarında çoğunlukla orta risk düzeyi gözlendi.

Tablo 3. EGKL alt boyutlarına göre risk dağılımı

Alt boyut	Güvenli n (%)	Orta risk n (%)	Riskli n (%)
Ev işleri	10 (40,0)	9 (36,0)	6 (24,0)
Yerler	5 (20,0)	3 (12,0)	17 (68,0)
Banyo	4 (16,0)	3 (12,0)	18 (72,0)
Ev düzeni	8 (32,0)	11 (44,0)	6 (24,0)
Aydınlatma	6 (24,0)	5 (20,0)	14 (56,0)
Basamaklar	7 (28,0)	12 (48,0)	6 (24,0)
Yükseltiler	8 (32,0)	11 (44,0)	6 (24,0)
Ev dışı ve bahçe	9 (36,0)	10 (40,0)	6 (24,0)
Kişisel önlemler	11 (44,0)	9 (36,0)	5 (20,0)

Normalize edilmiş alt boyut puanlarının ortalama±SS değerleri incelendiğinde en yüksek puanların banyo (0,71±0,18), yerler (0,69±0,17) ve aydınlatma (0,63±0,19) alt boyutlarında olduğu görüldü.

Tablo 4. EGKL alt boyutlarının normalize edilmiş puanları

Alt boyut	Ortalama ± SS
Ev işleri	0,41 ± 0,21
Yerler	0,69 ± 0,17
Banyo	0,71 ± 0,18
Ev düzeni	0,46 ± 0,20
Aydınlatma	0,63 ± 0,19
Basamaklar	0,49 ± 0,22
Yükseltiler	0,47 ± 0,21
Ev dışı ve bahçe	0,44 ± 0,20
Kişisel önlemler	0,39 ± 0,18

Tinetti Düşme Etkinlik Ölçeği toplam puan ortalaması 20,8±4,6 olarak belirlendi. Katılımcıların %36,0'sı yüksek düşme riski (≤18 puan), %44,0'ü orta risk (19–23 puan) ve %20,0'si düşük risk (≥24 puan) grubunda yer aldı.

Brunnstrom alt ekstremite motor seviyesi ile EGKL aydınlatma (r=-0,42, p=0,034) ve yükseltiler (r=-0,39, p=0,048) alt boyutları arasında negatif yönde orta düzeyde anlamlı ilişkiler saptandı. Brunnstrom alt ekstremite motor seviyesi ile Tinetti toplam puanı arasında ise pozitif yönde anlamlı ilişki bulundu (r=0,51, p=0,009).

Ambulatuar yardımcı cihaz kullanan bireylerin EGKL banyo ve yerler alt boyut puanlarının, cihaz kullanmayanlara göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlendi (p<0,05). Ev içi kaza öyküsü bulunan bireylerin banyo ve basamaklar alt boyut puanlarının daha yüksek olduğu saptandı.

TARTIŞMA

Bu çalışmada Safranbolu'da yaşayan inmeli bireylerin ev ortamlarının güvenlik düzeyi Ev Güvenlik Kontrol Listesi (EGKL) kullanılarak değerlendirilmiş ve evlerin büyük bir bölümünün orta ya da yüksek riskli olduğu saptanmıştır. Evlerin %60,0'ının orta riskli, %24,0'ünün yüksek riskli olarak sınıflandırılması, inmeli bireylerin yaşadıkları çevrelerde düşme riskini artırabilecek çok sayıda çevresel tehlikenin bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgu, toplumda yaşayan inmeli bireylerin önemli bir kısmının güvenli olmayan ev ortamlarında yaşadığını bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (Weerdesteyn et al., 2008; Mackintosh et al., 2006; Batchelor et al., 2012).

Çalışmamızda en sık risk saptanan alanların banyo, yerler ve aydınlatma olması dikkat çekicidir. Banyo alt boyutunda %72,0 oranında riskli düzeyde puan elde edilmesi, bu alanın inmeli bireyler için en tehlikeli ev bölümlerinden biri olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde literatürde, banyo ve tuvalet alanlarının kaygan zeminler, tutunma barlarının olmaması ve dar hareket alanları nedeniyle düşmelerin sık görüldüğü bölgeler olduğu bildirilmektedir (Clemson et al., 1999; Pynoos et al., 2010). Gillespie ve ark. (2012) tarafından yapılan Cochrane derlemesinde de çevresel düzenlemelerin, özellikle banyo ve zeminlere yönelik müdahalelerin düşmeleri azaltmada etkili olduğu vurgulanmıştır.

Yerler alt boyutunda %68,0 oranında risk saptanması, kaygan ya da düzensiz zeminlerin ve halı kenarları gibi engellerin inmeli bireyler için önemli bir tehlike kaynağı olduğunu düşündürmektedir. Lord ve ark. (2006), zemin özelliklerinin ve çevresel engellerin yaşlı ve nörolojik hastalığı olan bireylerde düşme riskini belirgin biçimde artırdığını bildirmiştir. Benzer şekilde Shumway-Cook ve ark. (2000), çevresel tehlikelerin denge bozukluğu olan bireylerde düşme olasılığını artıran temel faktörlerden biri olduğunu göstermiştir.

Aydınlatma alt boyutunda %56,0 oranında risk saptanması, yetersiz ışıklandırmanın özellikle gece saatlerinde yönelim bozukluğu ve takılma riskini artırabileceğini düşündürmektedir. Yetersiz aydınlatmanın düşmelerle ilişkili olduğu, toplumda yaşayan yaşlı bireylerde ve inmeli bireylerde yapılan önceki çalışmalarda da bildirilmiştir (Clemson et al., 1999; Jørgensen et al., 2002).

Basamaklar ve yükseltiler alt boyutlarında çoğunlukla orta risk düzeyinde puanlar elde edilmesi, merdiven ve eşik gibi yapısal unsurların tamamen güvenli hale getirilmediğini göstermektedir. Merdivenler, inmeli bireylerde düşmelerin sık görüldüğü alanlardan biri olup, korkuluk eksikliği ve basamak yüksekliği gibi faktörler riski artırmaktadır (Weerdesteyn et al., 2008; Mackintosh et al., 2006).

Ev düzeni ve kişisel önlemler alt boyutlarında bireyler arasında belirgin değişkenlik gözlenmesi, çevresel farkındalık ve güvenlik davranışlarının kişiden kişiye farklılık

gösterdiğini düşündürmektedir. Pynoos ve ark. (2010), ev güvenliği farkındalığı ve çevresel düzenlemelere yönelik tutumların düşme riskini belirlemede önemli rol oynadığını bildirmiştir. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, inmeli bireylerde düşme riskinin yalnızca bireysel motor ve denge yetersizlikleri ile değil, aynı zamanda çevresel faktörlerle de yakından ilişkili olduğu görülmektedir. İnme sonrası dönemde kas gücü kaybı, denge bozukluğu ve yürüme hızındaki azalma gibi faktörlerin düşme riskini artırdığı bilinmektedir (Langhorne et al., 2011; Tinetti, 1986). Ancak çevresel risk faktörlerinin azaltılması, bu bireysel risklerin etkisini dengeleyebilecek önemli ve değiştirilebilir bir müdahale alanıdır.

Ev güvenliğine yönelik çevresel düzenlemelerin ve bireye özgü müdahalelerin rehabilitasyon programlarına entegre edilmesi, düşmelerin önlenmesinde etkili bir strateji olabilir. Campbell ve ark. (1997) ile Gillespie ve ark. (2012), ev ortamına yönelik düzenlemelerin ve çok bileşenli müdahalelerin düşme insidansını azalttığını göstermiştir. Bu nedenle fizyoterapistlerin ve rehabilitasyon ekibinin ev güvenliği değerlendirmelerini rutin klinik uygulamaların bir parçası haline getirmesi önemlidir.

SONUÇ

Bu çalışmanın bulguları, inmeli bireylerin yaşadıkları ev ortamlarında düşme riskini artırabilecek çevresel güvenlik sorunlarının yaygın olduğunu göstermektedir. Evlerin büyük bir bölümünün orta ya da yüksek riskli olarak sınıflandırılması, ev ortamına yönelik sistematik değerlendirmelerin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Özellikle banyo, zeminler ve aydınlatma alanları yüksek riskli bölgeler olarak öne çıkmıştır.

Ev ortamına yönelik güvenlik değerlendirmelerinin rehabilitasyon sürecine entegre edilmesi ve bireye özgü çevresel düzenlemelerin planlanması, düşmelerin önlenmesinde önemli bir strateji olabilir. Bu çalışmanın başlıca sınırlılıkları arasında örneklem büyüklüğünün küçük olması ve kesitsel tasarım yer almaktadır.

REFERENCES

Batchelor, F. A., Mackintosh, S. F., Said, C. M., & Hill, K. D. (2012). Falls after stroke. *International Journal of Stroke, 7*(6), 482–490. https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2012.00803.x

Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N., Buchner, D. M., & Falls Prevention Research Group. (1997). Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ, 315*(7115), 1065–1069. https://doi.org/10.1136/bmj.315.7115.1065

Clemson, L., Cumming, R. G., & Roland, M. (1999). Case-control study of hazards in the home and risk of falls and hip fractures. *Age and Ageing, 28*(2), 145–151. https://doi.org/10.1093/ageing/28.2.145

Feigin, V. L., Stark, B. A., Johnson, C. O., et al. (2021). Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019. *The Lancet Neurology, 20*(10), 795–820. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00252-0

Faber, M. J., Bosscher, R. J., & van Wieringen, P. C. (2006). Clinimetric properties of the Performance-Oriented Mobility Assessment. *Physical Therapy, 86*(7), 944–954. https://doi.org/10.1093/ptj/86.7.944

Folstein, M. F., Folstein, S. E., & McHugh, P. R. (1975). “Mini-mental state”. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research, 12*(3), 189–198. https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6

Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., et al. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9), CD007146.
https://doi.org/10.1002/14651858.CD007146.pub3
Jørgensen, L., Engstad, T., & Jacobsen, B. K. (2002). Higher incidence of falls in long-term stroke survivors. *Stroke, 33*(2), 542–547.
https://doi.org/10.1161/hs0202.102375
Langhorne, P., Bernhardt, J., & Kwakkel, G. (2011). Stroke rehabilitation. *The Lancet, 377*(9778), 1693–1702.
https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60325-5
Lord, S. R., Sherrington, C., & Menz, H. B. (2006). *Falls in older people: Risk factors and strategies for prevention* (2nd ed.). Cambridge University Press.
Mackintosh, S. F., Hill, K. D., Dodd, K. J., Goldie, P. A., & Culham, E. G. (2006). Falls and injury prevention should be part of every stroke rehabilitation plan. *Clinical Rehabilitation, 20*(5), 441–451.
https://doi.org/10.1191/0269215506cr951oa
National Safety Council. (2018). *Home Safety Checklist*. National Safety Council.
https://www.nsc.org/home-safety
Pynoos, J., Steinman, B. A., & Nguyen, A. Q. (2010). Environmental assessment and modification as fall-prevention strategies. *Journal of Safety Research, 41*(5), 439–445.
https://doi.org/10.1016/j.jsr.2010.04.008
Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Physical Therapy, 80*(9), 896–903.
Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society, 34*(2), 119–126.
https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x
Weerdesteyn, V., de Niet, M., van Duijnhoven, H. J., & Geurts, A. C. (2008). Falls in individuals with stroke. *Journal of Rehabilitation Research and Development, 45*(8), 1195–1213.
https://doi.org/10.1682/JRRD.2007.09.0145

STAJYER FİZYOTERAPİSTLERDE ERGONOMİ BİLGİ DÜZEYİ VE POSTÜRAL FARKINDALIĞIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ece ACAR
Karabuk University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, 100. Yıl, Karabuk
ORCID: 0000-0002-0470-5935

Tuna TAŞCI
Karabuk University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, 100. Yıl, Karabuk
ORCID: 0009-0009-1759-8145

Ebru ŞAHİN
Karabuk University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, 100. Yıl, Karabuk
ORCID: 0009-0000-4379-6692

Elif Niray TORUN
Karabuk University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, 78050, 100. Yıl, Karabuk
ORCID: 0009-0005-1877-3954

ÖZET
rgonomik prensipler ve postüral farkındalık, özellikle tekrarlayıcı hareketlerin ve uzun süreli statik postürlerin sık görüldüğü klinik staj döneminde fizyoterapi uygulamalarının temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmanın amacı, stajyer fizyoterapistlerin ergonomi ve postüral farkındalığa ilişkin bilgi ve farkındalık düzeylerini değerlendirmektir. Tanımlayıcı ve kesitsel tipte tasarlanan bu çalışmaya, fizyoterapi ve rehabilitasyon bölümünde klinik stajına aktif olarak devam eden 64 stajyer fizyoterapist dahil edilmiştir. Veri toplama sürecinde sosyodemografik bilgi formu ve bireylerin günlük ve mesleki aktiviteler sırasında postüral farkındalıklarını ve ergonomik prensipleri uygulama düzeylerini değerlendiren Postüral Alışkanlık ve Farkındalık Ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen veriler tanımlayıcı istatistikler ile analiz edilmiştir. Ölçek toplam puan ortalaması 3,53 ± 1,84 olup, bu değer stajyer fizyoterapistlerin ergonomi bilgi düzeylerinin ve postüral farkındalıklarının orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Katılımcıların %68,7'si uzun süreli aktiviteler sırasında postürünün farkında olduğunu belirtirken, yalnızca %41,2'si ergonomik prensipleri klinik uygulamalarında her zaman uyguladığını ifade etmiştir. Bu bulgular, postüral farkındalık ile ergonomik davranışların uygulamaya yansıtılması arasında bir farklılık olduğunu ortaya koymaktadır. Klinik staj sürecinde ergonomik prensiplerin yeterince uygulanmaması, mesleğin erken dönemlerinde kas-iskelet sistemi sorunları gelişme riskini artırabilir. Bu nedenle, lisans eğitiminde ve klinik staj programlarında uygulamalı ergonomi eğitimlerinin artırılması önerilmektedir. Ergonomi temelli eğitimlerin güçlendirilmesi, gelecekteki fizyoterapistlerin mesleki sağlığının korunmasına katkı sağlayabilir.
Anahtar Kelimeler: Ergonomi, Postüral Farkındalık, Stajyer Fizyoterapistler, Klinik Eğitim, Mesleki Sağlık

EVALUATION OF ERGONOMIC KNOWLEDGE AND POSTURAL AWARENESS IN PHYSIOTHERAPY INTERNS

ABSTRACT

Ergonomic principles and postural awareness are essential components of physiotherapy practice, particularly during clinical internships where repetitive movements and prolonged static postures are common. The aim of this study was to evaluate the level of knowledge and awareness regarding ergonomics and posture among physiotherapy interns. This descriptive cross-sectional study included 64 physiotherapy interns who were actively attending clinical internships in the Department of Physiotherapy and Rehabilitation. Data were collected using a sociodemographic information form and the Postural Habits and Awareness Scale. The scale evaluates individuals' awareness of posture during daily and professional activities as well as their application of ergonomic principles. Collected data were analyzed using descriptive statistical methods. The mean total score of the Postural Habits and Awareness Scale was 3.53 ± 1.84, indicating a moderate level of ergonomic knowledge and postural awareness among participants. According to self-reported responses, 68.7% of the interns stated that they were aware of their posture during prolonged activities, while only 41.2% reported that they consistently applied ergonomic principles in clinical practice. These findings suggest a discrepancy between postural awareness and the practical implementation of ergonomic behaviors. The results highlight that although physiotherapy interns possess a certain level of awareness regarding posture, the regular application of ergonomic principles remains insufficient. Inadequate ergonomic behaviors during clinical practice may increase the risk of musculoskeletal disorders in the early stages of professional life. Therefore, incorporating structured and practice-oriented ergonomics training into undergraduate physiotherapy education and clinical internship programs is strongly recommended. Enhancing ergonomic awareness through applied education may contribute to injury prevention and promote long-term occupational health among future physiotherapists.

Keywords: Ergonomics, Postural Awareness, Physiotherapy Interns, Clinical Education, Occupational Health

1. GİRİŞ

Fizyoterapistler, hasta transferi, manuel terapi ve tekrarlayıcı klinik görevler nedeniyle iş-ilişkili kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları (İKSR) açısından yüksek risk altındadır. Önceki çalışmalar, fizyoterapistlerde bel, boyun ve üst ekstremite bölgelerinde yüksek prevalansta İKSR görüldüğünü bildirmiştir (Cromie et al., 2000; Bork et al., 1996).

Prospektif kohort verileri, fizyoterapistlerde yeni gelişen kas-iskelet sistemi yaralanmalarının önemli bir bölümünün mezuniyet sonrası ilk yıllarda ortaya çıktığını göstermektedir (Campo et al., 2008). Bu durum, ergonomik davranışların mesleğin erken döneminde kazandırılmasının önemini ortaya koymaktadır.

Ergonomik risk faktörleri arasında uygunsuz postür, tekrarlayıcı hareketler, aşırı kuvvet gereksinimi ve uzun süreli statik yüklenmeler yer almaktadır (NIOSH, 2024). Bu faktörlerin kontrol altına alınmaması, mesleğe özgü kas-iskelet sistemi yakınmalarının gelişimine zemin hazırlamaktadır (Glover et al., 2005).

Klinik staj dönemi, fizyoterapi öğrencilerinin teorik bilgilerini uygulamaya aktardıkları ve mesleki davranış kalıplarını kazandıkları kritik bir süreçtir. Bu dönemde ergonomik prensiplere uygun çalışma alışkanlıklarının geliştirilmesi, mezuniyet sonrası dönemde İKSR riskini azaltabilir (Vieira et al., 2016).

Postüral farkındalık ve alışkanlıkların değerlendirilmesinde geçerli ve güvenilir ölçüm araçlarının kullanılması önemlidir. Postüral Alışkanlık ve Farkındalık Ölçeği (PHAS), bireylerin postüral alışkanlıklarını ve farkındalık düzeylerini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş ve geçerlik-güvenirliği gösterilmiş bir ölçektir (Bayar et al., 2023).
Bu çalışmanın amacı, klinik stajına aktif olarak devam eden stajyer fizyoterapistlerin ergonomi ve postüral farkındalık düzeylerini tanımlamak ve farkındalık ile ergonomik davranışların klinik uygulamaya yansıması arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir.

2. YÖNTEM

Bu çalışma tanımlayıcı ve kesitsel tipte tasarlanan çalışma için Karabük Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurul'undan 21.05.2025 tarih ve 2025/2294 karar numaralı etik kurul izni alınarak araştırmaya başlandı Çalışmaya, Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde klinik stajına aktif olarak devam eden 64 stajyer fizyoterapist dahil edilmiştir.
Veriler, sosyodemografik bilgi formu ve Postüral Alışkanlık ve Farkındalık Ölçeği (PHAS) kullanılarak toplanmıştır. Sosyodemografik formda yaş, cinsiyet ve dominant taraf gibi değişkenler yer almıştır.
PHAS; bireylerin günlük yaşam ve mesleki aktiviteler sırasında postüral farkındalıklarını ve alışkanlıklarını değerlendiren öz-bildirim temelli bir ölçektir. Ölçeğin geliştirilme çalışmasında geçerlik ve güvenirlik özellikleri gösterilmiştir (Bayar et al., 2023).
Veriler tanımlayıcı istatistiklerle analiz edilmiştir. Ortalama ± standart sapma (SS), minimum–maksimum, yüzde ve frekans değerleri hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Çalışmaya katılan 64 stajyer fizyoterapistin yaş ortalaması 22,41 ± 1,21 yıl olup (min–maks: 20–26 yıl), katılımcıların %56,3'ü erkek (n=36) ve %43,7'si kadın (n=28) olarak belirlenmiştir. Dominant taraf dağılımı incelendiğinde katılımcıların %81,3'ünün sağ (n=52) ve %18,7'sinin sol (n=12) dominant olduğu görülmüştür.

Tablo 1. Katılımcıların sosyodemografik özellikleri

Değişken	*Değer*
Yaş (yıl), ort ± SS	22,41 ± 1,21
Yaş (min–maks)	20–26
Cinsiyet, n (%)	Erkek: 36 (%56,3) – Kadın: 28 (%43,7)
Dominant taraf, n (%)	Sağ: 52 (%81,3) – Sol: 12 (%18,7)

Postüral Alışkanlık ve Farkındalık Ölçeği toplam puan ortalaması 3,53 ± 1,84 olarak bulunmuştur. Bu değer, stajyer fizyoterapistlerin ergonomi bilgisi ve postüral farkındalık düzeylerinin genel olarak orta seviyede olduğunu göstermektedir.
Ölçek maddeleri incelendiğinde, katılımcıların en yüksek ortalamaya sahip olduğu ifadelerin günlük yaşam ve ayakta duruş sırasında postür farkındalığına ilişkin maddeler olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, bilinçli olarak doğru duruş pozisyonunu sürdürmeye yönelik maddelerin ortalamalarının görece daha düşük olduğu belirlenmiştir.
Katılımcıların %68,7'si (n=44) uzun süreli aktiviteler sırasında postürünün farkında olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte yalnızca %41,2'si (n=26) ergonomik prensipleri klinik uygulamalarında her zaman uyguladığını ifade etmiştir. Katılımcıların %59,4'ü (n=38) ise ergonomik prensipleri bazen veya nadiren uyguladığını bildirmiştir.
Bu bulgular, postüral farkındalık düzeyinin görece yüksek olmasına karşın, ergonomik davranışların klinik uygulamalara tutarlı biçimde yansıtılmasında güçlük yaşandığını göstermektedir.

Tablo 2. Postüral farkındalık ve ergonomik davranışlara ilişkin öz-bildirim oranları

Değişken	n (%)
Uzun süreli aktivitelerde postürünün farkında olduğunu belirtenler	44 (%68,7)
Ergonomik prensipleri klinikte her zaman uygulayanlar	26 (%41,2)
Ergonomik prensipleri bazen/nadiren uygulayanlar	38 (%59,4)

Cinsiyete göre Postüral Alışkanlık ve Farkındalık Ölçeği toplam puanları karşılaştırıldığında, erkek ve kadın katılımcılar arasında belirgin bir farklılık gözlenmemiştir. Benzer şekilde dominant tarafa göre yapılan karşılaştırmalarda da sağ ve sol dominant bireyler arasında ölçek toplam puanları açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Bu bulgular, postüral farkındalık ve ergonomik davranış düzeylerinin cinsiyet ve dominant taraf değişkenlerinden bağımsız olduğunu düşündürmektedir.

Elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, stajyer fizyoterapistlerin postüral farkındalık düzeylerinin orta seviyede olduğu, ancak ergonomik prensiplerin klinik uygulamalara düzenli biçimde yansıtılmasında belirgin güçlükler yaşandığı görülmektedir. Özellikle farkındalık düzeyi ile davranışın uygulamaya dönüşmesi arasındaki uyumsuzluk dikkat çekicidir.

Bu sonuçlar, klinik staj sürecinde ergonomik davranışların kazandırılmasına yönelik yapılandırılmış ve uygulamalı eğitim programlarına duyulan gereksinimi desteklemektedir.

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada stajyer fizyoterapistlerin postüral farkındalık düzeylerinin orta seviyede olduğu ve ergonomik prensipleri klinik uygulamaya düzenli biçimde yansıtmakta zorlandıkları görülmüştür. Bu bulgu, fizyoterapistlerde yüksek prevalansta İKSR bildirilen önceki çalışmalarla uyumludur (Cromie et al., 2000; Bork et al., 1996).

Prospektif veriler, yeni yaralanmaların mezuniyet sonrası erken dönemde daha sık geliştiğini göstermektedir (Campo et al., 2008). Bu durum, ergonomik davranışların klinik staj döneminde kazandırılmasının önemini desteklemektedir.

Ergonomik risk faktörleri; uygunsuz postür, tekrarlayıcı hareketler ve uzun süreli statik yüklenmelerden oluşmaktadır (NIOSH, 2024). Klinik staj ortamında hasta yoğunluğu ve zaman baskısı, bu risk faktörlerinin etkisini artırabilir (Glover et al., 2005).

Ergonomi temelli eğitim programlarının, postür ve iş alışkanlıklarını iyileştirebildiği gösterilmiştir (Sanaeinasab et al., 2018). Bu tür yapılandırılmış müdahalelerin, farkındalık düzeyinin davranışa dönüşmesini destekleyebileceği bildirilmektedir (Vieira et al., 2016).

Bu çalışmanın bulguları, stajyer fizyoterapistlerin postüral farkındalıklarının görece iyi olmasına rağmen, ergonomik davranışların klinik uygulamaya yeterince yansıtılamadığını göstermektedir. Klinik staj programlarında uygulamalı ergonomi modüllerinin yer alması önerilmektedir.

5. SONUÇ

Stajyer fizyoterapistlerin ergonomi bilgisi ve postüral farkındalık düzeyleri orta seviyededir. Farkındalık ile ergonomik davranışların uygulanması arasında uyumsuzluk bulunmaktadır. Uygulamalı ergonomi eğitimlerinin lisans programlarına ve klinik stajlara entegre edilmesi önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tubitak 2209-a Öğrenci projeleri 2024/1. dönem kapsamında destek alan "Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Öğrencilerine Uygulanan Ergonomi Eğitiminin Kas Aktivasyonu ve Postüral Alışkanlıklara Etkisi" isimli projeden üretilmiştir.

REFERENCES

Bayar, B., Gönül, B., & Yılmaz, Ö. T. (2023). Development of the Postural Habits and Awareness Scale (PHAS): Validity and reliability study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 36*(2), 355–364. https://doi.org/10.3233/BMR-220049

Bork, B. E., Cook, T. M., Rosecrance, J. C., Engelhardt, K. A., Thomason, M. E., Wauford, I. J., & Worley, R. K. (1996). Work-related musculoskeletal disorders among physical therapists. *Physical Therapy, 76*(8), 827–835. https://doi.org/10.1093/ptj/76.8.827

Campo, M., Weiser, S., Koenig, K. L., & Nordin, M. (2008). Work-related musculoskeletal disorders in physical therapists: A prospective cohort study with incident cases. *Physical Therapy, 88*(5), 608–619. https://doi.org/10.2522/ptj.20070127

Cromie, J. E., Robertson, V. J., & Best, M. O. (2000). Work-related musculoskeletal disorders in physical therapists: Prevalence, severity, risks, and responses. *Physical Therapy, 80*(4), 336–351. https://doi.org/10.1093/ptj/80.4.336

Glover, W., McGregor, A., Sullivan, C., & Hague, J. (2005). Work-related musculoskeletal disorders affecting members of the Chartered Society of Physiotherapy. *Physiotherapy, 91*(3), 138–147. https://doi.org/10.1016/j.physio.2005.06.001

NIOSH. (2024). *About ergonomics and work-related musculoskeletal disorders*. Centers for Disease Control and Prevention. https://www.cdc.gov/niosh/topics/ergonomics/

Sanaeinasab, H., Saffari, M., Valipour, F., Al Zaben, F., Koenig, H. G., & Pakpour, A. H. (2018). The effectiveness of a model-based health education intervention to improve ergonomic posture in office computer workers: A randomized controlled trial. *International Archives of Occupational and Environmental Health, 91*(8), 951–962. https://doi.org/10.1007/s00420-018-1333-3

Vieira, E. R., Schneider, P., Guidera, C., Gadotti, I. C., & Brunt, D. (2016). Work-related musculoskeletal disorders among physical therapists: A systematic review. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation, 29*(3), 417–428. https://doi.org/10.3233/BMR-150653

SARIÇAM ODUNUNUN YANMA DAYANIMINA SİLİKAT ESASLI YANGIN GECİKTİRİCİ SOLUSYON VE VERNİKLERİN ETKİSİ

Haci İsmail KESİK
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Wood Products Industrial Engineering, 06500 Beşevler, Ankara
ORCID: 0000-0003-0900-6671
Asiye KÖYLÜOĞLU
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Wood Products Industrial Engineering, 06500 Beşevler, Ankara
ORCID: 0009-0000-3591-9824

ÖZET
Bu çalışmada, silikat esaslı yangın geciktirici sistemler ile muamele edilen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun, tek alev kaynaklı yanma davranışı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için, deney örneklerine silikat esaslı vernikler (V199, V200, V201, V202) tek başına uygulanmış, daha sonra silikat esaslı MBÇ12 yangın geciktirici solüsyon ile birlikte kullanılarak (MBÇ12+V199, MBÇ12+V200, MBÇ12+V201 ve MBÇ12+V202) çok katmanlı koruyucu sistemler oluşturulmuştur.
Hazırlanan numuneler, TS EN ISO 11925-2 standardına uygun olarak tek alev kaynaklı yanma testlerine tabi tutulmuştur. Yanma etkisi, iki ayrı bölge dikkate alınarak değerlendirilmiştir: birinci bölge, alevin doğrudan etkisiyle oluşan kömürleşmiş alanı; ikinci bölge ise is etkisiyle meydana gelen kirli beyaz bölgeyi de kapsayan toplam tahrip alanını ifade etmektedir. Deney numunelerinin yüzeylerinde oluşan yanma izlerinin boyları ölçülerek ortalama yanma mesafeleri belirlenmiştir. Deney sonuçlarına göre, en düşük tek alev kaynaklı toplam yanma mesafesi MBÇ12+V199 ile muamele edilen numunelerde 3,79 cm olarak belirlenirken, en yüksek toplam yanma mesafesi V200 verniği ile tek başına işlem gören numunelerde 5,61 cm olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, silikat esaslı solüsyon ve verniklerin birlikte kullanımının, yalnızca vernik uygulamasına kıyasla sarıçam odununda daha etkili bir yangın geciktirici koruma sağladığını ortaya koymaktadır.
Sonuç olarak, silikat esaslı çok katmanlı sistemlerin ahşap malzemelerin yangın güvenliğini artırma potansiyeline sahip olduğu görülmüş olup, gelecekte yapılacak çalışmalarda ahşap yapı uygulamalarına yönelik yeni silikat formülasyonlarının geliştirilmesi ve farklı test yöntemleriyle değerlendirilmesi önerilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Sarıçam, yanma direnci, yangın geciktirici, tek alev kaynaklı yanma.

EFFECTS OF SILICATE-BASED FIRE RETARDANT SOLUTIONS AND VARNISHES ON THE COMBUSTION RESISTANCE OF SCOTS PINE WOOD

ABSTRACT
This study aims to determine the effects of silicate-based fire retardant systems on the single-flame source combustion behavior of Scots pine (Pinus sylvestris L.) wood. To achieve this objective, silicate-based varnishes (V199, V200, V201, V202) were applied to the test samples individually; subsequently, multi-layered protective systems were established by combining these varnishes with the silicate-based fire retardant solution MBÇ12 (MBÇ12+V199, MBÇ12+V200, MBÇ12+V201, and MBÇ12+V202).
The prepared samples were subjected to single-flame source combustion tests in accordance with the TS EN ISO 11925-2 standard. The combustion effect was evaluated by considering

two distinct zones: the first zone represents the charred area formed by the direct effect of the flame, while the second zone represents the total damaged area, including the off-white region caused by soot. The average combustion distances were determined by measuring the lengths of the burn marks on the surfaces of the test specimens. According to the experimental results, the lowest total single-flame combustion distance was observed in samples treated with MBÇ12+V199 at 3.79 cm, whereas the highest total combustion distance was recorded in samples treated only with V200 varnish at 5.61 cm. The findings demonstrate that the combined use of silicate-based solutions and varnishes provides more effective fire retardant protection for Scots pine wood compared to the application of varnish alone.
In conclusion, it was observed that silicate-based multi-layered systems have the potential to enhance the fire safety of wood materials. For future studies, the development of new silicate formulations for timber construction applications and their evaluation through different testing methods are recommended.
Keywords: Scots pine, combustion resistance, fire retardant, single-flame source combustion.

1. GİRİŞ

Ahşap, doğal kökenli bir malzeme olması ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi nedeniyle günümüzde sürdürülebilir yapı anlayışının temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Üretim süreçlerinde görece düşük enerji gereksinimi ve kullanım süresince sunduğu estetik ve işlevsel avantajlar, ahşabın hem yapı hem de çeşitli teknik uygulamalarda tercih edilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte, lignoselülozik bileşimi nedeniyle ısıya karşı duyarlı bir davranış sergilemesi, yangın güvenliği açısından önemli sınırlamalar doğurmaktadır. Yangın anında yüzeyde hızlı tutuşma meydana gelmesi, kısa sürede yüksek sıcaklıkların oluşması ve taşıyıcı kapasitenin erken safhada zayıflaması, ahşap esaslı yapı elemanlarının güvenliğini doğrudan etkilemektedir Bu nedenlerle, ahşabın yapı sistemlerinde güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için yangın performansının iyileştirilmesi kritik bir gereklilik hâline gelmiştir (Lowden and Hull, 2013; Öztürk and Perker, 2024; Fan et al., 2025).

Ahşabın yanma süreci, tek bir reaksiyonla açıklanamayacak kadar karmaşık bir mekanizma içermektedir. Isıl etki altında malzemenin ana bileşenleri olan selüloz, hemiselüloz ve lignin farklı sıcaklık aralıklarında bozunmaya uğramakta; bu bozunma sonucunda açığa çıkan uçucu ürünler yanma olayını tetiklemektedir. Ortaya çıkan bu gaz fazı ürünler, malzemenin hızlı bir şekilde alev almasına ve yanmanın yüzey boyunca ilerlemesine neden olmaktadır. Yangın geciktirici sistemler ise bu sürece müdahale ederek, bozunma hızını düşürmeyi ve yanıcı ürün oluşumunu kontrol altına almayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda yüzeyde gelişen karbonlaşmış tabaka sayesinde ısı akışı ve oksijen teması sınırlandırılarak alevin ilerlemesi geciktirilmektedir (LeVan and Winandy, 1990; Lowden and Hull, 2013; Mensah et al., 2023; Pecenko et al., 2023; Fang et al., 2025).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, ahşap malzemelerin yangın davranışını iyileştirmeye yönelik inorganik esaslı sistemlerin dikkat çekici sonuçlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu kapsamda özellikle silikat temelli modifikasyonların, ahşabın tutuşma eğilimini azalttığı ve yanma süreci boyunca daha stabil bir davranış sergilemesini sağladığı rapor edilmiştir. Silika esaslı infiltrasyon yöntemleriyle muamele edilen ahşaplarda sınırlayıcı oksijen indeksi değerlerinde belirgin artışlar gözlenmiş, buna paralel olarak tutuşma sürelerinin uzadığı bildirilmiştir (Kacikova et al., 2020; Liu et al., 2020; Lin et al., 2023; Tu et al., 2025). Bunun yanı sıra, alumino-silikat yapılı inorganik polimerlerle işlem gören numunelerde yalnızca yangın geciktirici performansın değil, aynı zamanda mekanik dayanım özelliklerinin de olumlu

yönde etkilendiği ifade edilmektedir (Mai and Militz, 2004; Giudice and Pereyra, 2009; Lopez et al., 2024; Zheng et al., 2025). Bu bulgular, silikat esaslı sistemlerin ahşabın termal bozunma ve yanma tepkilerini çok yönlü olarak değiştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Lee *et al.,* 2025). Yüzey uygulamalarında kullanılan silikat içeren kaplamaların ise yanma sırasında oluşan duman miktarını ve toplam ısı salınımını sınırlandırabildiği; yanma sonrasında yüzeyde daha yoğun, sürekliliği yüksek ve koruyucu nitelikte bir karbon kalıntısının gelişimini teşvik ettiği bildirilmektedir (Wang et al., 2024). Oluşan bu inorganik–karbon hibrit tabaka, yanma süreci boyunca fiziksel bir bariyer görevi üstlenerek oksijenin malzeme yüzeyine erişimini kısıtlamakta ve alevin ilerlemesini geciktirmektedir (Schartel and Hull, 2007; Pecenko et al., 2023).

Güncel değerlendirme ve derleme çalışmaları, silikat ve benzeri inorganik katkı sistemlerinin hem gaz fazı hem de yoğun faz mekanizmalarını eş zamanlı olarak etkileyebildiğini ve bu özellikleri sayesinde çevre dostu ve sürdürülebilir yangın geciktirici tasarımlar açısından önemli bir potansiyel sunduğunu ortaya koymaktadır (Lian et al., 2025). Bu yaklaşım doğrultusunda, yangın geciktirici uygulamalarda tek bir ürün veya işlem yerine, farklı işlem adımlarının bir arada ele alındığı çok katmanlı sistemlere yönelik ilgi giderek artmaktadır. Özellikle emprenye yöntemlerinin yüzey kaplamalarıyla birlikte kullanılması, ahşap yüzeylerde oluşturulan koruyucu tabakanın sürekliliğini ve etkinliğini artırmakta; bu sayede yangına karşı direnç mekanizmaları daha kararlı ve uzun süreli hâle getirilebilmektedir. Söz konusu hibrit sistemler, farklı yangın geciktirici mekanizmaların sinerjik etkisinden yararlanarak ahşap malzemelerin yangın performansının çok yönlü biçimde iyileştirilmesini hedeflemektedir.

Bu çalışmada, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun silikat esaslı yangın geciktirici sistemlerle muamele edilmesinin tek alev kaynaklı yanma davranışı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deneysel kapsamda, silikat esaslı vernikler (V199, V200, V201 ve V202) tek başına uygulanmış; ayrıca bu vernikler silikat esaslı MBÇ-12 yangın geciktirici solüsyon ile birlikte kullanılarak çok katmanlı koruyucu sistemler oluşturulmuştur. Hazırlanan numuneler, TS EN ISO 11925-2'ye göre test edilmiş ve yanma davranışı, doğrudan alev etkisiyle oluşan kömürleşmiş bölge ile is oluşumunu kapsayan toplam tahrip alanı üzerinden değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda, silikat esaslı verniklerin tek başına ve kombine uygulamalarının sarıçam odununun yangın performansı üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak ortaya konmuş; elde edilen bulguların, ahşap yapı elemanlarında yangın güvenliğini artırmaya yönelik silikat temelli çok katmanlı sistemlerin geliştirilmesine katkı sağlaması amaçlanmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada, ağaç işleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunu deney örneği olarak tercih edilmiştir. Deney örnekleri, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümünden temin edilmiştir.

2.2. Kimyasallar

Bu çalışmada, yangın geciktirici olarak bir adet solüsyon (Mbç12) ve 4 adet vernik (V199, V200,V201,V202) kullanılmıştır. Yangın geciktirici solüsyonlar Ankara'daki işletmelerden temin edilmiştir.

2.3. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örnekleri, 8x32x1 cm ölçülerinde hazırlanmış ve TS 2471'e göre 20±2°C sıcaklıkta ve bağıl nemi %65±3 olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Deney örneklerinin yüzeylerine yangın geciktiriciler fırça ile iki farklı şekilde uygulanmıştır. Birinci uygulamada örneklerin ön yüzüne üç kat vernik uygulanmış, ikinci

uygulamada örneklerin arka yüzüne önce iki kat solüsyon uygulanmış ardından üç kat vernik uygulanmıştır. Uygulamalar arasında kuruma süresine dikkat edilmiştir.

2.4. Tek Alev Kaynaklı Yanma Testi

Alev kaynağını oluşturan brülör, uç açısı 45° olacak şekilde sabitlenmiş ve deney numunelerinin yüzeyine doğrudan karşılık gelecek biçimde konumlandırılmıştır. Alev boyu 20 mm (Şekil 1a) ve alev ile deney numunesi yüzeyi arasındaki mesafe (Şekil 1b) 2 mm olacak şekilde ayarlandıktan sonra, her bir deney numunesi TS EN ISO 11925-2 standardında belirtilen koşullara uygun olarak 30 süreyle alev maruziyetine tabi tutulmuştur.

Şekil 1a. Alev boyu

Şekil 1b. Alev ve örnek arası mesafe

Yanma süresinin tamamlanmasının ardından alev kaynağı deney numunelerinden uzaklaştırılmış ve numune yüzeylerinde yanmanın devam etmediği gözlemlenmiştir. Silikat esaslı vernik (V199,V200,V201,V202) ve MBÇ12 ile işlem gören deney numunelerine ait örnek görüntüler Şekil 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b, 5a ve 5b'de verilmiştir.

a

b

Şekil 2. V199 (a) ve MBÇ12-V199 (b) ile işlem gören örnekler

a

b

Şekil 3. V200 (a) ve MBÇ12-V200 (b) ile işlem gören örnekler

a

b

Şekil 4. V201 (a) ve MBÇ12-V201 (b) ile işlem gören örnekler

a

b

Şekil 5. V202 (a) ve MBÇ12-V202 (b) ile işlem gören örnekler

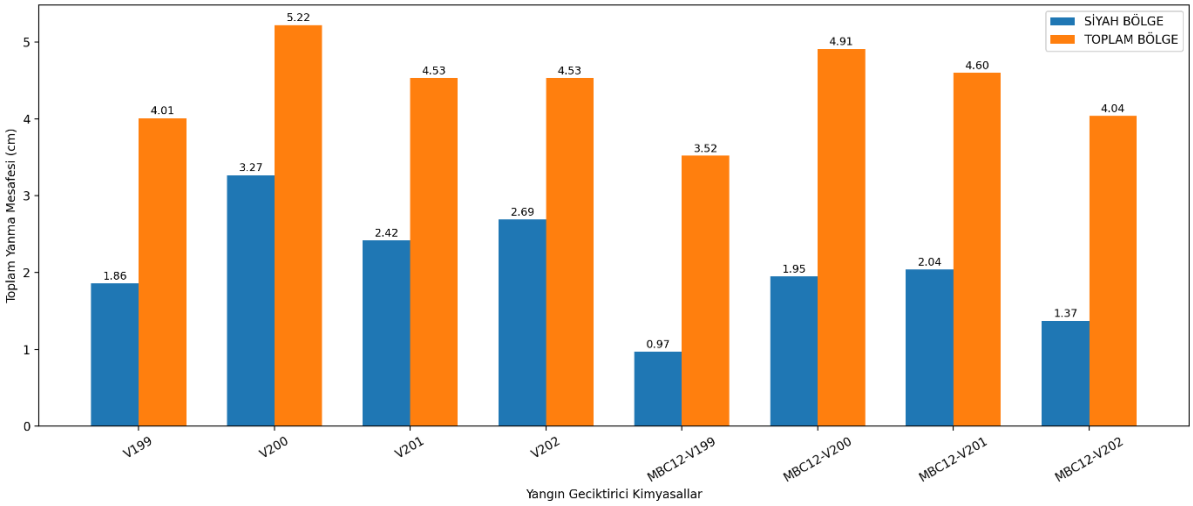
Yanma etkisinin değerlendirilmesi amacıyla, deney numuneleri üzerinde oluşan siyah ve kirli beyaz renkteki yanık izlerinin uzunlukları ayrı ayrı ölçülerek kaydedilmiştir. Bu kapsamda, alevin birinci derecede etkili olduğu bölgede yüzeyin yanarak karbonlaşması sonucu siyah renkli bir iz oluştuğu; alevin ikinci derecede etkili olduğu bölgede ise yüzeyin kirli beyaz bir görünüme dönüştüğü belirlenmiştir.

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Vernik (V199, V200, V201, V202) ve solüsyon (MBÇ12) +Vernik (V199, V200, V201, V202)'nin yangın geciktirici olarak ard arda kullanıldığı deney örnekleri, tek alev kaynaklı yanmaya maruz bırakılmıştır. Alev etkisi ile deney örneklerinde oluşan yanma izi boyları ölçülmüş ve verilere ilişkin aritmetik ortalamalar alınarak değerlendirme yapılmıştır. Verilerin ortalamaları ve standart sapmalar Microsoft Excel programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

Yangın geciktirici kimyasallara göre yanma mesafesi (cm) değerlerinin karşılaştırması Grafik 1'de verilmiştir



Grafik 1. Yangın geciktirici kimyasallara göre yanma mesafesi (cm) değerlerinin karşılaştırması.

Grafik 1'de görüldüğü üzere, alevin doğrudan etkisiyle oluşan kömürleşmiş alanı temsil eden siyah bölge değerleri benzer bir eğilim gözlenmiştir. Verniklerin tek başına uygulandığı numunelerde siyah bölge ortalamaları 1,99–3,45 cm aralığında değişirken, MBÇ12 solüsyonu ile oluşturulan çok katmanlı sistemlerde bu değerlerin belirgin biçimde azaldığı görülmektedir. Özellikle MBÇ12-V199 numunelerinde siyah bölge yanma mesafesinin 1,00 cm'ye kadar düşmesi, en yüksek yangın geciktirici etkinin bu kombinasyonda elde edildiğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, vernik altı astar olarak uygulanan silikat esaslı MBÇ12 solüsyonunun ahşabın yanma direncini artırarak alevin yüzey boyunca ilerlemesini etkin biçimde sınırlandırdığını ortaya koymaktadır. Deney numunelerine uygulanan solüsyonlar ile kısa süreli maruziyetlerde yanma bölgelerinde oluşan izlerin toplam boy ortalamaları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Yangın geciktiriciler ile işlem gören deney örneklerinin yanma süresi (30 sn.) ve yanma bölgesinde oluşan izlerin toplam boy (cm) ortalamaları

NO	Yanma Bölgesi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ort	StSp
V199	**Siyah Bölge**	2,1	2,7	1,9	1	2,3	1,9	2	2,3	1,8	1,9	1,99	0,44
	Toplam Bölge	4,2	5,9	3,7	3,5	5	4,4	4,3	4,4	3,5	4,2	4,31	0,72
V200	**Siyah Bölge**	2,3	3,1	3,5	4,9	1,5	2,7	5,9	3,9	3,2	3,5	3,45	1,26
	Toplam Bölge	4,2	6,3	5,4	7,1	3,8	5,4	6	5,9	6	6	**5,61**	0,98
V201	**Siyah Bölge**	2,4	1,9	2,3	1,5	2,3	2,3	2,9	3,7	3,5	3	2,58	0,69
	Toplam Bölge	4,1	3,7	4,1	3,4	4,2	4,2	5,4	6,5	6,4	6,3	4,83	1,20
V202	**Siyah Bölge**	3,2	2,3	3,7	2,2	1,9	1,9	3,5	3	4	3	2,87	0,76
	Toplam Bölge	4,7	4,6	4,3	4,1	4	4,7	5,5	5,7	5,5	5,7	4,88	0,66
MBÇ12-V199	**Siyah Bölge**	1,2	1,1	1,8	1,7	0,5	0	0,5	1	1,7	0,5	1,00	0,62
	Toplam Bölge	3	3,7	3,9	4,4	3,4	4,8	3,8	3,5	4,4	3	**3,79**	0,60
MBÇ12-V200	**Siyah Bölge**	1,6	1,9	2,3	3,1	1,5	2,3	1,6	1,9	1,9	2,7	2,08	0,52
	Toplam Bölge	5,5	4,2	5,7	7,2	4	6,8	5,1	4,2	5,4	4,5	5,26	1,10
MBÇ12-V201	**Siyah Bölge**	2,3	1,8	2,3	1,5	2,3	2,5	2	2,4	2,5	2,4	2,20	0,33
	Toplam Bölge	4,3	3,9	4,2	3,4	4,2	5,5	5,2	5,9	6,3	6,3	4,92	1,05
MBÇ12-V202	**Siyah Bölge**	1,9	1,4	1	1	2	3	1	1	1	1	1,43	0,68
	Toplam Bölge	3,7	5,2	4,1	4,2	3,6	5,9	4,2	3,4	4	5	4,33	0,79

Tablo 2'ye göre, silikat esaslı verniklerin (V199, V200, V201 ve V202) tek başına uygulanması ile silikat esaslı MBÇ-12 yangın geciktirici solüsyon ile desteklenen çok katmanlı sistemler arasında yanma davranışı açısından belirgin farklılıklar belirlenmiştir. Toplam yanma mesafeleri (toplam bölge) değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama yanma mesafesinin 5,61 cm ile V200 verniğinin tek başına uygulandığı numunelerde gerçekleştiği belirlenmiştir. Buna karşılık, en düşük toplam yanma mesafesi MBÇ12-V199 kombinasyonunda elde edilmiş olup, bu grupta söz konusu değer 3,79 cm olarak ölçülmüştür.

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, sarıçam odununun yanma direncinin uygulanan koruyucu sistemin yapısına bağlı olarak belirgin farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur.

Verniklerin tek başına uygulandığı numunelerde daha yüksek yanma mesafeleri ve daha geniş tahribat alanları gözlemlenirken, MBÇ12 solüsyonunun vernik altı astar katmanı olarak kullanıldığı çok katmanlı sistemlerin yangın geciktirici performansı anlamlı düzeyde artırdığı belirlenmiştir. İncelenen sistemler arasında MBÇ12-V199 kombinasyonu, en düşük toplam yanma mesafesini sağlayarak en etkili çözüm olarak öne çıkmıştır. Çok katmanlı uygulamalarda yüzeyde oluşan kömürleşmiş tabakanın, alevin ahşap iç bünyesine ilerlemesini fiziksel olarak engellediği ve yanma direncini artırdığı sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, literatürde silikat ve benzeri inorganik esaslı sistemlerin ahşap malzemelerin yangın davranışını iyileştirdiğini ortaya koyan bulgularla uyum göstermektedir (Schartel and Hull, 2007; Lin et al., 2023; Lian et al., 2025). Özellikle silikat esaslı solüsyonların vernik altı astar olarak kullanılması, yüzeyde daha kararlı ve sürekliliği yüksek bir inorganik–karbon koruyucu tabakanın oluşmasını teşvik ederek alevin yüzey boyunca ilerlemesini sınırlandırmaktadır. Bu durum, çok katmanlı sistemlerin yalnızca tek bir mekanizma üzerinden değil, hem yoğun fazda fiziksel bariyer oluşumu hem de yanıcı ürün salınımının sınırlandırılması yoluyla etkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, silikat esaslı çok katmanlı uygulamaların ahşap yapı elemanlarının yangın güvenliğini artırmada önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

Bu çalışma, silikat esaslı verniklerin yangın geciktirici performansının, uygun bir inorganik solüsyon ile kombine edildiğinde önemli ölçüde artırılabileceğini deneysel olarak ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, ahşap yapı elemanlarında çevre dostu ve sürdürülebilir yangın geciktirici sistemlerin geliştirilmesine yönelik literatüre katkı sağlamaktadır. Özellikle MBÇ12-V199 kombinasyonunun gösterdiği üstün performans, çok katmanlı ve sinerjik yaklaşımların yangın güvenliği tasarımında dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Gelecek çalışmalarda, bu tür sistemlerin uzun süreli dayanıklılıkları, mekanik özellikler üzerindeki etkileri ve farklı ahşap türlerine uygulanabilirliği ile birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma, Doç. Dr. Hacı İsmail Kesik danışmanlığındaki bitirme tezinden üretilmiştir [Köylüoğlu, A. (2026). Sarıçam odununun yanma dayanımına silikat esaslı yangın geciktirici solüsyon ve verniklerin etkisi, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü]. Silikat esaslı yangın geciktirici kimyasalların temini için Zirokom Madencilik Lt. Şti ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Mustafa Bülent Çelik'e teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Lowden, L. A. and Hull, T. R. (2013). *Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction*. *Fire Science Reviews*, 2:4.

Öztürk, H. and Perker, Z. S. (2024). A Methodological Analysis Focused on Combustion Properties for the Use of Impregnated Wood in Architecture. Tasarım Mimarlık ve Mühendislik Dergisi, 4(2), 92-104.

Fan, Z., Li, Y., He, J., Song, B., Chang, M., Fang, X., Yu, L., Yang, G., Guo, H. and Liu, Y., 2025, Bio-based intelligent multifunctional coating for wood: Flame retardancy, fire warning, smoke suppression, thermal insulation and antibacterial activity, Construction and Building Materials, 465: 140244.

LeVan, S. L. and Winandy, J. E. (1990). Effects of fire retardant treatments on wood strength: A review. *Wood and Fiber Science*, 22(1), 113–131.

Mensah, R. A., Jiang, L., Renner, J. S. and Xu, Q. (2023). Characterisation of the fire behaviour of wood: From pyrolysis to fire retardant mechanisms. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 148(4), 1407-1422.

Pečenko, R., Hozjan, T. and Huč, S. (2023). Modelling charring of timber exposed to natural fire. Journal of Wood Science, 69(1), 19.
Fang, Y., Chen, K., Xu, L., Zhang, Y., Xiao, Y., Yuan, Y. and Wang, W. (2025). Advances in Wood Processing, Flame-Retardant Functionalization, and Multifunctional Applications. Polymers, 17(19), 2677.
Kačíková, D., Kubovský, I., Eštoková, A., Kačík, F., Kmeťová, E., Kováč, J. and Ďurkovič, J. (2021). The influence of nanoparticles on fire retardancy of pedunculate oak wood. Nanomaterials, 11(12), 3405.
Liu, Q., Chai, Y., Ni, L., & Lyu, W. (2020). Flame retardant properties and thermal decomposition kinetics of wood treated with boric acid modified silica sol. Materials, 13(20), 4478.
Lin, C. F., Zhang, C., Karlsson, O., Martinka, J., Mantanis, G. I., Rantuch, P. and Sandberg, D. (2023). Phytic acid-silica system for imparting fire retardancy in wood composites. Forests, 14(5), 1021.
Tu, K., Liu, J., Li, J., Li, S., Zhang, X. and Li, S. (2025). Silicified wood with dual fire retardancy and thermal management Functionalities. Polymers, 17(17), 2293.
Mai, C. and Militz, H. (2004). Modification of wood with silicon compounds: Treatment systems based on inorganic silicon compounds. *Wood Science and Technology*, 38, 339–348.
Giudice, C. A. and Pereyra, A. M. (2009). Silicate coatings for fire protection of wood. *Progress in Organic Coatings*, 64(2–3), 372–378.
Lopez, M. E., Garcia, D. and Alvarez, V. A. (2024). Aluminosilicate-based inorganic coatings for enhanced fire resistance of wood substrates. *Journal of Materials Research and Technology*, 27, 4211–4223.
Zheng, Y., Liu, Q. and Xu, W. (2025). Fire performance and mechanical behavior of wood treated with inorganic aluminosilicate systems. *European Journal of Wood and Wood Products*, 83, 215–228.
Lee, S. H., Park, J. H. and Kim, H. J. (2025). Thermal stability and fire retardancy of silicate-modified wood materials. *Fire Safety Journal*, 139, 103812.
Wang, X., Ren, H. and Zhang, S. (2024). Sodium silicate-based fire-retardant coatings for wood: Combustion behavior and smoke suppression. *Molecules*, 29(13), 3021.
Schartel, B. and Hull, T. R. (2007). Development of fire-retarded materials—Interpretation of cone calorimeter data. *Fire and Materials*, 31(5), 327–354.
Lian, H., Zhang, Y. and Chen, Z. (2025). Sustainable fire-retardant strategies for wood-based materials: Gas-phase and condensed-phase mechanisms. *Construction and Building Materials*, 392, 131998.
TS 2471. (2005). Wood, determination of moisture content for physical and mechanical tests. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini
TS EN ISO 11925-2, 2004, Yapı malzemeleri- Yangın dayanımı deneyleri- Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik- Bölüm 2: Tek alev kaynağıyla deney, TSE.

AHŞAP TEKNELERDE KULLANILAN KAYIN VE AYOUS ODUNLARINA SİLİKAT ESASLI ÇÖZELTİ, VERNİK VE BOYA UYGULAMALARI İLE YANGINA KARŞI PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

Haci İsmail KESİK
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Wood Products Industrial Engineering, 06500 Beşevler, Ankara
ORCID: 0000-0003-0900-6671
Sena Nur YAMANER
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Wood Products Industrial Engineering, 06500 Beşevler, Ankara
ORCID: 0009-0006-1385-8120

ÖZET
Bu çalışmada, ahşap tekne iç mekân bölme panellerinde kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum.) odunlarının tek alev kaynaklı yanma davranışları üzerinde silikat esaslı yangın geciktirici sistemlerin etkileri incelenmiştir. Deneysel çalışmalarda, silikat esaslı yangın geciktirici çözelti (MBÇ 12), vernik (MBÇ 166 ve MBÇ 4950) ve boya (MBÇ 62 ve MBÇ 204) sistemleri tekil ve ardışık uygulamalar hâlinde değerlendirilmiştir. Numunelerin yoğunlukları, katman kalınlıkları, katı madde oranları ve çözelti tutunma miktarları belirlenmiş; yanma davranışları TS EN ISO 11925-2'ye göre test edilmiştir.
Deney sonuçları, kullanılan ağaç türünün yoğunluğu ve uygulanan yüzey işlemi kombinasyonunun yanma performansı üzerinde belirleyici olduğunu göstermiştir. Vernik esaslı sistemlerin tek başına uygulanması, her iki ağaç türünde de toplam yanma mesafelerini düşürürken; silikat esaslı çözelti ile verniklerin ardışık uygulanması yanma mesafelerinde artışa neden olmuştur. Buna karşılık, silikat esaslı çözelti ile boya sistemlerinin birlikte uygulanması, hem kayın hem de ayous numunelerinde yanma mesafelerini anlamlı ölçüde azaltmıştır. Elde edilen bulgular, uygun silikat esaslı yangın geciktiricilerin ahşap tekne iç mekân elemanlarında kullanılması ile yangın güvenliğinin artırılabileceğini ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Ahşap tekne, Yangın güvenliği, Silikat esaslı kaplama, Kayın, Ayous, Tek alev kaynaklı yanma.

DETERMINATION OF FIRE PERFORMANCE OF BEECH AND AYOUS WOODS USED IN WOODEN BOATS BY SILICATE-BASED SOLUTION, VARNISH, AND PAINT APPLICATIONS

ABSTRACT
In this study, the effects of silicate-based fire retardant systems on the single-flame combustion behavior of Oriental beech (*Fagus orientalis* L.) and ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum.) woods used in interior partition panels of wooden boats were investigated. In the experimental studies, silicate-based fire retardant solution (MBÇ 12), varnish (MBÇ 166 and MBÇ 4950), and paint (MBÇ 62 and MBÇ 204) systems were evaluated as single and sequential applications. The densities of the samples, coating layer thicknesses, solid content ratios, and solution retention amounts were determined, and combustion behavior tests were carried out according to TS EN ISO 11925-2.
The results showed that the density of the wood species and the combination of surface treatments applied were decisive factors affecting combustion performance. While the application of varnish-based systems alone reduced the total burning distances in both wood

species, the sequential application of silicate-based solution and varnish caused an increase in burning distances. In contrast, the combined application of silicate-based solution and paint systems significantly reduced burning distances in both beech and ayous samples. The findings indicate that fire safety can be improved in wooden boat interior elements through the use of appropriate silicate-based fire retardants.
Keywords: Wooden boat, Fire safety, Silicate-based coating, Beech, Ayous, Single-flame combustion.

1. GİRİŞ

Ahşap malzeme, düşük yoğunluğu, yüksek özgül mukavemeti ve işlenebilirliği sayesinde denizcilik sektöründe, özellikle küçük ve orta ölçekli tekne yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yenilenebilir bir kaynak olması ve üretim süreçlerinde düşük çevresel etki oluşturması, ahşabın sürdürülebilir tekne tasarımlarında tercih edilmesini desteklemektedir. Ancak, lignoselülozik yapısı ve yüksek karbon içeriği nedeniyle yanıcı bir malzeme olması (Öztürk and Perker, 2024; Fan et al., 2025), sınırlı hacimlere sahip deniz araçlarında önemli bir güvenlik riski oluşturmaktadır. Yangın sırasında ahşap yüzeylerde hızlı alev ilerlemesi ve buna eşlik eden kısa süredeki dayanım kayıpları, tekne iç mekânlarında can ve mal güvenliğini doğrudan tehlikeye sokabilmektedir. Bu nedenle, ahşap elemanların yangın geciktirici maddelerle korunması ya da yüzeylerine yangına dayanımı artıran kaplamaların uygulanması (Östman and Tsantaridis, 2016; Demir and Aydın, 2016; İstek et al., 2017; Hansen-Bruhn and Hull, 2023; Weng et al., 2024), yanma sürecinin yavaşlatılması ve yangın anında yapısal stabilitenin korunması açısından zorunlu hâle gelmektedir. Bu çerçevede, ahşabın deniz araçlarında güvenli şekilde kullanılabilmesi için yanıcılığını azaltmaya yönelik koruyucu yöntemlerin geliştirilmesi ve bu yöntemlerin yangın performansı üzerindeki etkilerinin deneysel çalışmalarla ortaya konulması büyük önem arz etmektedir.

Ahşabın yanması, selüloz, hemiselüloz ve lignin yapılarının ısıl etki altında parçalanmasıyla başlamakta; bu ayrışma sırasında ortaya çıkan uçucu ve yanıcı bileşenlerin tutuşması sonucu gerçekleşmektedir. Ortaya çıkan bu mekanizma, ahşabın kısa sürede alev almasına ve yanmanın yüzey boyunca hızla yayılmasına zemin hazırlamaktadır (Meng et al., 2024). Yangın geciktirici sistemler ise esas olarak bu ısıl bozunma sürecini yavaşlatmayı, yanıcı gazların oluşum miktarını sınırlamayı ve yanma sırasında yüzeyde oluşan kömürleşmiş tabaka sayesinde ısı ile oksijenin malzemeye ulaşmasını engellemeyi amaçlamaktadır (Lowden and Hull, 2013). Bu kapsamda, ahşap malzemelerde tutuşma olasılığının azaltılması, alevin ilerleme hızının düşürülmesi ve dış ısı kaynağı ortadan kalktığında yanma sürecinin kendiliğinden sona ermesi (Fu et al., 2017; Fang et al., 2025), yangın geciktirici sistemlerden beklenen başlıca performans göstergeleri olarak kabul edilmektedir.

Güncel literatür incelendiğinde, silikat temelli inorganik yangın geciktirici sistemlerin ahşap malzemelerin yanma performansını geliştirmede önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Silikat içerikli çözelti ve kaplamalar, yangın esnasında ahşap yüzeyinde camsı ve inorganik karakterde bir bariyer oluşturarak alev yayılımını mekanik olarak engellemekte ve oluşan kömürleşmiş tabakanın daha kararlı ve süreklilik gösteren bir yapı kazanmasını sağlamaktadır. Bu etki sayesinde, yanma süreci boyunca ahşap elemanların taşıyıcı ve yapısal özellikleri daha uzun süre korunabilmektedir (Mai and Militz, 2004; Alongi et al., 2015; Lin et al., 2023; Tu et al., 2025). Bunun yanı sıra, çeşitli çalışmalar silikat esaslı kaplama sistemlerinin duman miktarını ve toplam ısı açığa çıkışını belirgin biçimde düşürebildiğini ortaya koymaktadır (Wang et al., 2022).

Ahşap teknelerin iç mekânlarında yer alan bölme panelleri, görsel kalite ile birlikte kullanım işlevlerini karşılayan kritik yapı bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu panellerde kullanılan

ahşap türlerinin yoğunluk değerleri (White and Dietenberger, 2010) ve hücresel yapıları, yangın karşısındaki tepkileri belirleyen temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Doğu kayını, yüksek yoğunluğu ve kompakt dokusu sayesinde üstün mekanik özellikler sunarken; ayous ise düşük yoğunluğu nedeniyle ağırlığın azaltılmasının hedeflendiği tasarımlarda tercih edilmektedir. Bununla birlikte, farklı ağaç türlerinin yanma karakteristikleri ve uygulanan yüzey işlemlerine verdikleri tepkiler arasında belirgin farklılıklar bulunabilmektedir (Rowell, 2012). Öte yandan, bazı yangın geciktirici kimyasalların higroskopik özellik göstermesi, ahşapla temas eden metal bağlantı elemanlarında korozyon riskini artırabilmekte ve uzun vadede koruyucu sistem performansını olumsuz etkileyebilmektedir (Lowden and Hull, 2013).

Bu çalışmada, ahşap tekne iç mekân bölme panellerinde kullanılan kayın ve ayous odunlarının tek alev kaynaklı yanma davranışları üzerinde silikat esaslı çözelti, vernik ve boya sistemlerinin tekil ve kombine uygulamalarının etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Çalışmanın amacı, farklı yoğunluk ve yüzey işlem kombinasyonlarının yangın performansı üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, ahşap tekne uygulamalarında yangın güvenliğini artırmaya yönelik bilimsel bir değerlendirme sunmaktır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu bölümde, kullanılan materyaller, fiziksel testler ve yanma deneylerine ait bulgular detaylandırılmıştır.

2.1. Ağaç Malzeme

Bu çalışmada, ağaç işleri endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) odunu ve ayous (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum.) odunu deney örneği olarak tercih edilmiştir. Deney örnekleri, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümünden temin edilmiştir.

2.2. Kimyasallar

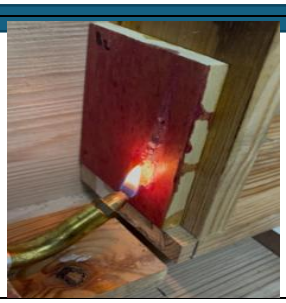
Bu çalışmada, yangın geciktirici olarak bir adet solüsyon (MBÇ12), 2 adet vernik (MBÇ166, MBÇ4950) ve boya (MBÇ62, MBÇ204) kullanılmıştır. Yangın geciktirici solüsyonlar Ankara'daki Zirokom işletmesinden temin edilmiştir.

2.3. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örnekleri, TS 2471 standardına uygun olarak 32 x 8 x 1 cm ölçülerinde hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler, 20 ± 2 °C sıcaklık ve %65 ± 5 bağıl nem koşullarına sahip iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Yüzey işlemleri; kontrol grubunun yanı sıra tekil (yalnızca solüsyon, vernik veya boya) ve kombinasyon (solüsyon + vernik veya solüsyon +boya) uygulamaları olarak gruplandırılmıştır. Kimyasal maddeler, her bir yüzeye ikişer kat olacak şekilde uygulanmış ve katlar arasında tam kuruma sağlanması için yeterli süre bırakılmıştır. Deney numuneleri, her bir ahşap parçanın ön ve arka yüzeyleri farklı işlemlere tabi tutularak ayrı ayrı kodlanmış ve değerlendirilmiştir.

2.4. Tek Alev Kaynaklı Yanma Testi

Alev kaynağını oluşturan brülör, uç açısı 45° olacak şekilde sabitlenmiş ve deney numunelerinin yüzeyine doğrudan karşılık gelecek biçimde konumlandırılmıştır. Alev boyu 20 mm (Şekil 1a) ve alev ile deney numunesi yüzeyi arasındaki mesafe (Şekil 1b) 2 mm olacak şekilde ayarlandıktan sonra, her bir deney numunesi TS EN ISO 11925-2 standardında belirtilen koşullara uygun olarak 30 saniye süreyle alev maruziyetine tabi tutulmuştur.

	
Şekil 1a. Alev boyu	**Şekil 1b.** Alev ve örnek arası mesafe

Yanma süresinin tamamlanmasının ardından alev kaynağı deney numunelerinden uzaklaştırılmış ve numune yüzeylerinde yanmanın devam etmediği gözlemlenmiştir. Silikat esaslı vernik ve boyaların (MBÇ166, MBÇ4950 ve MBÇ204 MBÇ62) ve MBÇ12 ile işlem gören deney numunelerine ait örnek görüntüler Şekil 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b, 5a ve 5b'de verilmiştir.

a	**b**	**a**	**b**
Şekil 2. MBÇ166 (a) ve MBÇ12-MBÇ166(b) ile işlem gören örnekler		**Şekil 3.** MBÇ4950 (a) ve MBÇ12-MBÇ4950 (b) ile işlem gören örnekler	

a	**b**	**a**	**b**
Şekil 4. MBÇ62 (a) ve MBÇ12-MBÇ62 (b) ile işlem gören örnekler		**Şekil 5.** MBÇ204 (a) ve MBÇ12-MBÇ204 (b) ile işlem gören örnekler	

Yanma etkisinin değerlendirilmesi amacıyla, deney numuneleri üzerinde oluşan siyah ve kirli beyaz renkteki yanık izlerinin uzunlukları ayrı ayrı ölçülerek kaydedilmiştir. Bu kapsamda, alevin birinci derecede etkili olduğu bölgede yüzeyin yanarak karbonlaşması sonucu siyah renkli bir iz oluştuğu; alevin ikinci derecede etkili olduğu bölgede ise yüzeyin kirli beyaz bir görünüme dönüştüğü belirlenmiştir.

2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Vernik (MBÇ166, MBÇ4950), boya (MBÇ62, MBÇ204) ve solüsyon (MBÇ12) +Vernik (MBÇ166, MBÇ4950,), solüsyon (MBÇ12) +Boya (MBÇ62, MBÇ204)'nin yangın geciktirici olarak ard arda kullanıldığı deney örnekleri, tek alev kaynaklı yanmaya maruz bırakılmıştır. Alev etkisi ile deney örneklerinde oluşan yanma izi boyları ölçülmüş ve verilere ilişkin aritmetik ortalamalar alınarak değerlendirme yapılmıştır. Verilerin ortalamaları ve standart sapmalar Microsoft Excel programı kullanılarak hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1 Katı Madde ve Kuru Film Kalınlığı Tayini Bulguları

Numunelerin hava kurusu yoğunlukları; kayın odununda 0,65 g/cm³, ayous odununda ise 0,31 g/cm³ olarak hesaplanmıştır. Kayın ağacının yüksek yoğunluğu ve sık lif yapısı yanmaya karşı

doğal bir direnç sağlarken, ayous ağacının gözenekli yapısı kimyasal emilimini kolaylaştırmıştır. Çözelti tutunma miktarları; ayous odununda 0,29 g, kayın odununda ise 0,33 g olarak belirlenmiştir. En yüksek katı madde miktarı MBÇ 62'de belirlenirken, en yüksek kuru film kalınlığı ise MBÇ 166'da tespit edilmiştir. Koruyucu katmanların katı madde miktarları ve katman kalınlıkları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1. Katı madde oranı ve kuru film kalınlığı miktarları

Koruyucu Katman	Katı Madde Miktarı (%)	Kuru Film Kalınlığı (µm)
MBÇ 166	41,08	60
MBÇ 4950	39,58	50
MBÇ 62	47,26	40
MBÇ 204	39,89	30

3.2 Yanma Deneyi Bulguları

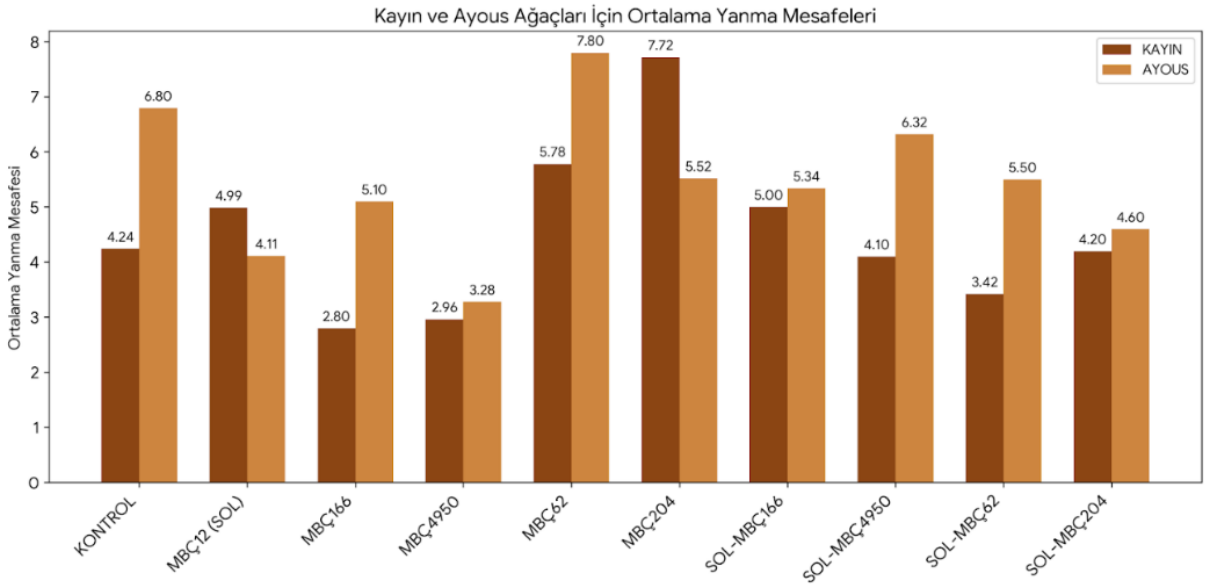
Bu çalışmada, birinci grupta silikat esaslı yangın geciktirici solüsyon (MBÇ12), ikinci grupta silikat esaslı koruyucu katmanlar (MBÇ199, MBÇ200, MBÇ201 ve MBÇ202) tek başına ve iki grup ardı sıra deney örneklerinin yüzeylerine uygulanmıştır. Koruyucu katman uygulanan deney örnekleri 30 sn süreyle tek alev kaynaklı yanmaya maruz bırakılmıştır. Deney örneklerine ait tek alev kaynaklı toplam yanma mesafeleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. **Deney örneklerine ait tek alev kaynaklı toplam yanma mesafeleri**

Tek alev kaynaklı toplam yanma mesafeleri (cm)											
AĞAÇ MALZEME	**SIRA**	**KONTROL**	**MBÇ12**	**MBÇ166**	**MBÇ4950**	**MBÇ62**	**MBÇ204**	**MBÇ12-MBÇ166**	**MBÇ12-MBÇ4950**	**MBÇ12-MBÇ62**	**MBÇ12-MBÇ204**
KAYIN	1	4,00	4,00	3,10	2,20	7,10	9,50	3,70	3,50	3,50	3,80
	2	3,90	5,50	3,00	3,50	6,80	9,50	6,00	4,30	3,00	4,50
	3	4,10	5,40	3,00	2,10	4,90	5,90	4,20	3,80	3,30	4,30
	4	5,50	7,50	2,10	4,00	4,30	6,00	6,10	4,80	3,90	4,20
	5	4,00	5,80	2,80	3,00	5,80	7,70	5,00	4,10	3,40	4,20
	6	3,80	3,90	3,40	2,70	5,80	7,60	4,10	4,10	3,40	3,80
	7	4,00	5,10	2,80	3,10	6,60	8,20	5,20	3,90	3,20	4,20
	8	5,40	3,50	2,90	2,60	5,30	7,10	4,60	4,20	3,30	3,90
	9	3,50	5,80	2,50	3,60	5,40	7,40	5,90	4,30	3,80	4,60
	10	4,20	3,40	2,40	2,80	5,80	8,30	5,20	4,00	3,40	4,50
	Ort	4,24	4,99	**2,80**	**2,96**	5,78	7,72	5,00	4,10	3,42	4,20
	SS	0,67	1,29	**0,38**	**0,61**	0,87	1,23	0,84	0,35	0,27	0,29
AYOUS	1	7,20	4,60	5,30	3,10	7,50	5,10	5,10	6,30	4,80	4,80
	2	6,60	3,90	4,20	2,50	7,30	5,60	6,20	6,30	4,80	4,10
	3	7,60	4,70	5,30	2,50	8,20	5,30	5,20	6,30	5,60	4,60
	4	6,30	3,70	5,10	4,60	8,00	5,80	5,20	6,20	6,10	4,50

	5	5,00	3,70	5,60	3,70	8,00	5,80	5,00	6,50	6,20	5,00
	6	7,20	4,70	5,10	3,10	7,30	5,70	4,90	6,10	5,20	4,50
	7	6,50	3,90	4,80	2,90	7,70	5,50	5,70	6,50	5,10	4,40
	8	7,60	4,70	5,30	3,10	8,20	5,20	5,50	6,40	5,90	4,70
	9	6,30	3,60	5,10	3,50	8,10	5,40	5,20	6,00	5,70	4,30
	10	7,70	3,60	5,20	3,80	7,70	5,80	5,40	6,60	5,60	5,10
	Ort	6,80	4,11	5,10	**3,28**	7,80	5,52	5,34	6,32	5,50	4,60
	SS	0,84	0,50	0,38	**0,64**	0,35	0,26	0,38	0,19	0,51	0,31

Tablo 2'ye göre, en düşük yanma mesafesi MBÇ166 (2.80 cm) ve MBÇ4950 (2.96 cm) uygulanan kayın örneklerinde, MBÇ4950 (3.28 cm) uygulanan ayous örneklerinde belirlenmiştir. Yangın geciktirici kimyasallara göre yanma mesafesi (cm) değerlerinin karşılaştırması Grafik 1'de verilmiştir.



Grafik 1. Yangın geciktirici kimyasallara göre yanma mesafesi (cm) ortalama değerleri

Grafik 1'de görüldüğü üzere, kontrol grubu kayın örneklerde derin yanma 5,5 cm iken, ayous örneklerde bu değer 7,7 cm aralığına çıkarak malzemenin daha savunmasız olduğunu göstermiştir. MBÇ12, kayın örneklerde derin yanma 4,99 cm, ayous ağacında 4,55 cm ölçülmüştür. Her iki örneklerde de derin yanma değerleri azalmış, ancak koruyucu etki sınırlı kalmıştır. MBÇ166 uygulamaları, kayın örneklerde derin yanmayı 4,98 cm'ye çekerken, ayous örneklerde 5,53 cm olarak belirlenmiş ve yüzeysel yanmada artış göstermiştir. MBÇ4950 uygulamalarında, kayın örneklerde ortalama yanma mesafesi 2,96 cm olarak ölçülmüş, ayous örneklerde ise 4,62 cm olarak ölçülmüştür**.**

MBÇ62, kayın örneklerde derin yanma mesafesi ortalama 5,78 cm, ayous örneklerde 5,59 cm ölçülmüştür. MBÇ204, kayın örneklerde derin yanma mesafesi ortalama 7,72 cm, ayous ağacında 4,57 cm ölçülmüştür. MBÇ12+MBÇ166 kombinasyonu; kayın örneklerde derin yanma 4,98 cm, ayous örneklerde ise 5,54 cm olarak ölçülmüştür. MBÇ12+MBÇ4950 kombinasyonu; kayın örneklerde ortalama yanma mesafesi 4,16 cm, ayous örneklerde ise 4,55 cm olarak ölçülmüştür. MBÇ12+MBÇ62 kombinasyonu; kayın örneklerde derin yanma mesafesi ortalama 3,42 cm, ayous örneklerde ise 5,50 cm ölçülmüştür. MBÇ12+MBÇ204 kombinasyonu; kayın örneklerde derin yanma mesafesi ortalama 4,20 cm, ayous örneklerde ise 4,60 cm ölçülmüştür.

4. SONUÇ

Bu çalışmada, silikat esaslı yangın geciktirici çözelti ve kaplama sistemlerinin Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve ayous (*Triplochiton scleroxylon*) ağaç türlerinin yanma direnci üzerindeki etkileri deneysel olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, ahşap türüne bağlı olarak yanma davranışının anlamlı biçimde farklılaştığını ortaya koymuştur. Yüksek yoğunluklu ve daha kompakt anatomik yapıya sahip kayın ağacının, düşük yoğunluklu ve gözenekli yapıya sahip ayous ağacına kıyasla yangına karşı daha dirençli olduğu belirlenmiştir. Bu durum, yoğunluk artışıyla birlikte ısı transferinin yavaşlaması ve yanıcı uçucu bileşenlerin açığa çıkış hızının azalmasıyla açıklanmakta olup, literatürle (White and Dietenberger, 2010) uyumludur. Ayous ağacında gözlenen düşük yanma direnci, malzemenin düşük yoğunluğu ve açık hücre yapısı nedeniyle ısının daha hızlı nüfuz etmesi ve alev ilerlemesinin kolaylaşmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle, düşük yoğunluklu tropik ağaç türlerinin denizcilik

uygulamalarında kullanılabilmesi için etkin yangın geciktirici sistemlerle korunmasının zorunlu olduğu değerlendirilmektedir.

Silikat esaslı yangın geciktirici çözeltinin ahşap bünyesinde kömürleşmeyi teşvik ederek ısı iletimini sınırlandırdığı ve bu yolla yanma hızını azalttığı tespit edilmiştir. Silikatların yüksek sıcaklıklarda camsı ve inorganik bir bariyer tabakası oluşturarak oksijen ve ısı geçişini kısıtladığı, literatürde (Alongi et al., 2015) yaygın olarak rapor edilmektedir. Bununla birlikte, tek başına silikat çözeltisi uygulamasının, özellikle ayous gibi yüksek gözeneklilige sahip türlerde derinlemesine yanmayı tamamen engellemede yetersiz kaldığı belirlenmiştir.

Çözelti ve vernik kombinasyonunun birlikte kullanıldığı sistemin, yanmayı derinliğe ilerlemeden yüzeyle sınırlamada en etkili yöntem olduğu saptanmıştır. Bu etkinin, silikat esaslı çözeltinin oluşturduğu inorganik bariyer ile vernik tabakasının yüzey bütünlüğünü artırıcı ve oksijen temasını sınırlayıcı etkisinin sinerjik birleşiminden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Benzer şekilde, çok katmanlı yangın geciktirici sistemlerin ahşap yüzeylerde alev yayılımını ve ısı akısını önemli ölçüde azalttığı, önceki çalışmalarda da vurgulanmıştır (Östman and Tsantaridis, 2016).

Sonuç olarak, ahşap teknelerde yangın güvenliğinin artırılması amacıyla, kayın gibi yüksek yoğunluklu ağaç türlerinin tercih edilmesi önerilmektedir. Ayous gibi düşük yoğunluklu ve gözenekli türlerin kullanılması durumunda ise, silikat esaslı çözelti ve vernik kombinasyonlarını içeren çok katmanlı yangın geciktirici sistemlerin uygulanmasının gerekli olduğu değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, hem yanma direncinin artırılması hem de deniz araçlarında iç mekân yangın güvenliğinin sağlanması açısından etkili bir çözüm sunmaktadır.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma, Doç. Dr. Hacı İsmail Kesik danışmanlığındaki bitirme tezinden üretilmiştir [Yamaner, S.N. (2026). Ahşap teknelerde kullanılan kayın ve ayous odunlarına silikat esaslı çözelti, vernik ve boya uygulamaları ile yangına karşı performansının belirlenmesi, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü]. Silikat esaslı yangın geciktirici ve koruyucu kaplamaların temini için Zirokom Madencilik Lt. Şti ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Mustafa Bülent Çelik'e teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

Öztürk, H. and Perker, Z. S. (2024). A Methodological Analysis Focused on Combustion Properties for the Use of Impregnated Wood in Architecture. Tasarım Mimarlık ve Mühendislik Dergisi, 4(2), 92-104.

Fan, Z., Li, Y., He, J., Song, B., Chang, M., Fang, X., Yu, L., Yang, G., Guo, H. and Liu, Y., 2025, Bio-based intelligent multifunctional coating for wood: Flame retardancy, fire warning, smoke suppression, thermal insulation and antibacterial activity, Construction and Building Materials, 465: 140244.

Östman, B., & Tsantaridis, L. (2016). Fire retardant treated wood products–properties and uses. In 47th Annual Meeting of the International Research Group on Wood Protection (IRG47), May 15-19, 2016, Lisbon, Portugal.

Demir, A., & Aydın, İ. (2016). Yangın geciktirici kimyasal maddeler ile emprenye işleminin odun ve odun esaslı malzemelerin teknolojik özellikleri üzerine etkileri. Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 12(1), 96-104.

İstek, A., Özlüsoylu, İ., Çelik, S., & Gönül, Ş. (2017). Ahşap esasli levha sektöründe kullanilan yanma geciktiriciler. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6(3), 389-399.

Hansen-Bruhn, I., & Hull, T. R. (2023). Flammability and burning behaviour of fire protected timber. Fire safety journal, 140, 103918.

Weng, M., Fu, Y., & Xu, W. (2024). Flame-Retardant Coating on Wood Surface by Natural Biomass Polyelectrolyte via a Layer-by-Layer Self-Assembly Approach. Forests, 15(8), 1362.

Meng, H., Wen, M., Shi, J., Liang, Y., & Jian, H. (2024). Biomass flame retardants with application of cellulose, lignin, and hemicellulose from wood resources and their flame retardant technologies in related materials: A review. Sustainable Chemistry and Pharmacy, 42, 101816.
Lowden, L. A., & Hull, T. R. (2013). Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. Fire Science Reviews, 2(1): 1-19.
Fu, F., Lin, L., & Xu, E. (2017). Functional pretreatments of natural raw materials. In Advanced high strength natural fibre composites in construction (pp. 87-114). Woodhead Publishing.
Fang, Y., Chen, K., Xu, L., Zhang, Y., Xiao, Y., Yuan, Y., & Wang, W. (2025). Advances in Wood Processing, Flame-Retardant Functionalization, and Multifunctional Applications. Polymers, 17(19), 2677.
Mai, C. and Militz, H. (2004). Modification of wood with silicon compounds: Treatment systems based on inorganic silicon compounds. Wood Science and Technology, 38, 339–348.
Alongi, J., Han, Z., & Bourbigot, S. (2015). Intumescence: Tradition versus novelty. A comprehensive review. Progress in Polymer Science, 51, 28-73.
Lin, C. F., Zhang, C., Karlsson, O., Martinka, J., Mantanis, G. I., Rantuch, P. and Sandberg, D. (2023). Phytic acid-silica system for imparting fire retardancy in wood composites. Forests, 14(5), 1021.
Tu, K., Liu, J., Li, J., Li, S., Zhang, X. and Li, S. (2025). Silicified wood with dual fire retardancy and thermal management Functionalities. Polymers, 17(17), 2293.
Wang, Y., Ran, Y., Shao, Y., Zhu, J., Du, C., Yang, F. and Zhang, W. (2024). A novel intumescent MCA-modified sodium silicate/acrylic flame-retardant coating to improve the flame retardancy of wood. Molecules, 29(13), 3021.
White, R. H. and Dietenberger, M. A. (2010). Fire safety of wood construction. Wood handbook: wood as an engineering material: chapter 18. Centennial ed. General technical report FPL; GTR-190. Madison, WI: US Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010: p. 18.1-18.22., 190, 18-1.
Rowell, R. M. (2012). Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. CRC Press.
TS 2471. (2005). Wood, determination of moisture content for physical and mechanical tests. Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini. TSE, Ankara.
TS EN ISO 11925-2, 2004, Yapı malzemeleri- Yangın dayanımı deneyleri- Aleve doğrudan maruz kaldığında tutuşabilirlik- Bölüm 2: Tek alev kaynağıyla deney, TSE, Ankara.

KÜLTÜREL MİRASIN ULUSLARARASI İLİŞKİLERDE YUMUŞAK GÜÇ ARACI OLARAK KULLANIMI: GÖBEKLİTEPE ÖRNEĞİ

Dilan KAYA
Munzur University, Graduate School of Education (Institute of Graduate Studies),
Department of International Relations, Tunceli
ORCID: 0000-0001-8519-0576

ÖZET

Bu çalışma, kültürel mirasın uluslararası ilişkiler bağlamında yumuşak güç ve kültür diplomasisi çerçevesinde nasıl bir rol üstlendiğini incelemektedir. Soğuk Savaş sonrası dönemde uluslararası sistemde yaşanan dönüşümle birlikte güç kavramı yalnızca askerî ve ekonomik kapasite üzerinden açıklanamaz hâle gelmiş; kültür, kimlik ve algı gibi maddi olmayan unsurlar devletlerin dış politika araçları arasında daha görünür bir konuma yerleşmiştir. Bu süreç, kültürel miras alanlarının da yalnızca korunması gereken tarihsel değerler olmaktan çıkmasına ve uluslararası imaj oluşturma, prestij üretme ve sembolik güç inşası açısından stratejik bir enstrüman hâline gelmesine yol açmıştır. Çalışmada yumuşak güç ve kültür diplomasisi literatürü teorik bir temel olarak benimsenmiş; kültürel mirasın dış politika pratiklerindeki rolü bu çerçevede analiz edilmiştir. Araştırmanın örnek olayını, insanlık tarihine ilişkin sunduğu bulgular nedeniyle küresel ölçekte dikkat çeken Göbeklitepe oluşturmaktadır. Göbeklitepe'nin UNESCO Dünya Mirası Listesi'ne dâhil edilmesi, alanın uluslararası görünürlüğünü artırmış ve Türkiye'nin kültürel miras temelli yumuşak güç kapasitesini değerlendirmek açısından önemli bir zemin oluşturmuştur. Araştırma, nitel yöntemlere dayalı bir örnek olay analizi olarak tasarlanmıştır. Bu kapsamda açık erişimli akademik yayınlar, UNESCO belgeleri ve uluslararası raporlar incelenmiş; Göbeklitepe'nin uluslararası alanda nasıl temsil edildiği söylem analizi yoluyla değerlendirilmiştir. Bulgular, Göbeklitepe'nin Türkiye'nin uluslararası imajına katkı sağlayan ve kültür diplomasisi bağlamında anlam üreten önemli bir unsur hâline geldiğini göstermektedir. Sonuç olarak çalışma, kültürel mirasın uluslararası ilişkilerde yalnızca kültürel değil, aynı zamanda siyasal ve stratejik bir kaynak olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yumuşak güç, kültür diplomasisi, kültürel miras, uluslararası ilişkiler, Göbeklitepe

THE USE OF CULTURAL HERITAGE AS A SOFT POWER TOOL IN INTERNATIONAL RELATIONS: THE CASE OF GÖBEKLİTEPE

ABSTRACT

This study examines the role of cultural heritage in international relations within the framework of soft power and cultural diplomacy. Following the transformation of the international system in the post–Cold War era, the concept of power has increasingly become insufficient to explain global influence solely through military and economic capabilities. Instead, intangible elements such as culture, identity, and perception have gained greater visibility within states' foreign policy instruments. In this context, cultural heritage sites have moved beyond being merely historical assets in need of preservation and have turned into strategic resources for international image-building, prestige production, and symbolic power construction.

The study adopts the literature on soft power and cultural diplomacy as its primary theoretical foundation and analyzes the role of cultural heritage accordingly. The case study focuses on Göbeklitepe, which has attracted global attention due to its significant contributions to

discussions on human history. Göbeklitepe's inscription on the UNESCO World Heritage List has increased its international visibility and provides an important basis for evaluating Türkiye's capacity to generate soft power through cultural heritage.Methodologically, this research is designed as a qualitative case study. Open-access academic publications, UNESCO documents, and international reports are reviewed, and discourse analysis is employed to examine how Göbeklitepe is represented in the international arena. The findings suggest that Göbeklitepe has become a meaningful element of Türkiye's international image and functions as an effective instrument within the context of cultural diplomacy. Overall, the study argues that cultural heritage should be considered not only a cultural domain but also a political and strategic resource in international relations.
Keywords: Soft power, cultural diplomacy, cultural heritage, international relations, Göbeklitepe

1. GİRİŞ

Uluslararası ilişkiler disiplininde güç kavramı uzun yıllar boyunca askerî yetenek, ekonomik kaynaklar ve zorlayıcı kapesite temelinde ele alınmıştır. Özellikle realist ve neo-realist yaklaşımlar, devletlerin uluslararası sistemdeki davranışlarını maddi güç unsurları üzerinden açıklamayı tercih etmiş; kültür, kimlik ve algı gibi maddi olmayan unsurları ikincil faktörler olarak değerlendirmiştir. Ancak Soğuk Savaş'ın sona ermesiyle birlikte uluslararası sistemde meydana gelen siyasal, ekonomik ve toplumsal dönüşümler, bu yaklaşımın açıklayıcılığını sınırlamıştır.

1990'lı yıllardan itibaren küreselleşmenin hız kazanması, iletişim teknolojilerinin gelişmesi ve uluslararası kamuoyunun artan etkisi, devletlerin dış politika pratiklerinde maddi olmayan unsurların önemini artırmıştır. Kültür, değerler, kimlik ve söylem gibi unsurlar, uluslararası etkileşimin merkezî bileşenleri hâline gelmiştir (Fan, 2008; Hayden, 2012). Bu dönüşüm, uluslararası ilişkiler literatüründe güç kavramının yeniden düşünülmesini zorunlu kılmıştır.

Bu bağlamda yumuşak güç kavramı, güç anlayışının dönüşümünü açıklayan önemli bir analitik araç olarak öne çıkmaktadır. Yumuşak güç, bir devletin diğer aktörleri zorlayıcı yöntemler kullanmaksızın, kültürel çekicilik, normatif değerler ve meşruiyet algısı aracılığıyla etkileme kapasitesini ifade etmektedir (Nye, 2008). Bu yaklaşım, dış politikanın yalnızca kısa vadeli çıkarlar üzerinden değil, uzun vadeli algı ve ilişki inşası üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Yumuşak gücün pratikte nasıl işletildiğini anlamak açısından kültür diplomasisi ve kamu diplomasisi kavramları giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Kültür diplomasisi, devletlerin kültürel unsurlar aracılığıyla yabancı toplumlarla iletişim kurmasını ve karşılıklı anlayış geliştirmesini amaçlayan uzun vadeli bir dış politika aracıdır (Cull, 2009). Bu noktada kültürel miras, kültür diplomasisinin en somut ve kalıcı unsurlarından biri olarak dikkat çekmektedir.

Kültürel miras alanları, yalnızca geçmişe ait tarihsel değerler değil; aynı zamanda günümüz uluslararası ilişkilerinde sembolik anlamlar üreten ve devletlerin uluslararası imajını şekillendiren araçlar hâline gelmiştir (Smith, 2006). UNESCO Dünya Mirası Listesi gibi uluslararası mekanizmalar, kültürel mirasın küresel ölçekte tanınmasını sağlayarak bu alanları uluslararası politikanın bir parçası hâline getirmektedir (UNESCO, 1972).

Türkiye, sahip olduğu zengin kültürel ve arkeolojik miras aracılığıyla kültür diplomasisi alanında önemli bir potansiyele sahiptir. Bu miras alanlarından biri olan Göbeklitepe, insanlık tarihine dair sunduğu verilerin yanı sıra UNESCO Dünya Mirası Listesi'ne dâhil edilmesiyle birlikte uluslararası düzeyde önemli bir görünürlük kazanmıştır. Bu çalışma, Göbeklitepe'yi

Türkiye'nin yumuşak güç kapasitesi bağlamında ele alarak kültürel mirasın uluslararası ilişkilerdeki rolünü analiz etmeyi amaçlamaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE: YUMUŞAK GÜÇ VE KÜLTÜR DİPLOMASİSİ

Uluslararası ilişkiler literatüründe yumuşak güç kavramı, maddi olmayan güç unsurlarını analiz sürecine dâhil etmesi bakımından önemli bir teorik açılım sunmaktadır. Soft power (yumuşak güç) bir aktörün başka aktörlerin davranış ve tutumlarını zorlayıcı güç unsurları ile değil, onların tercihlerini şekillendirecek, etkileyecek, istemelerini sağlayacak güç kapasitesi anlamına gelir. Başkalarının senin istediğini istemesidir şeklinde tanımlanabilen yumuşak güç zorlama, cezalandırma ya da ödeme yerine çekicilik unsuru ile dış politika üretmesini amaçlar.

Yumuşak güç anlayışı, sert güç unsurlarını dışlamamakta; aksine bu unsurların tamamlayıcısı olarak değerlendirilmektedir. Etkili bir dış politika, sert ve yumuşak güç araçlarının dengeli bir biçimde kullanılmasını gerektirmektedir. Bu yaklaşım, yumuşak gücün uzun vadeli ve dolaylı etkilerine vurgu yapmaktadır (Hayden, 2012).

Yani yumuşak güç sert gücün bir alternatifi değil, sert güçle birlikte fakat farklı bir mantıkla etkileme biçimidir. Böylelikle sert güç ile elde edilen kısa vadeli dış politika hedefleri yerine yumuşak güç ile *gönüllü rıza* ve *uzun vadeli kabullenme* ile dış politikada kalıcı ortaklarla katılım sağlanırken, aynı zamanda daha az maliyetle hedeflere ulaşılır (Nye, 2008 :95).

Nichola Cull'a göre kamu diplomasisi; dinlenme, savunma, değişim diplomasisi, uluslararası yayıncılık ve kültürel diploması olarak beş temel etkinlik alanından oluşmaktadır (Cull,2009: 10). Kültürel miras kültür diplomasisinin en güçlü ve kalıcı araçlarından biri olarak değerlendirilmekte; miras alanları, geçmişle günümüz arasında süreklilik kurarak ortak insanlık anlatıları üretmektedir. Bu yönüyle kültürel miras, ulusal kimliğin yanı sıra evrensel değerlerle de ilişkilendirilebilen sembolik bir güç kaynağı hâline gelmektedir. Kültür diplomasisi, Amerika Birleşik Devletleri Kültürel Diploması Dayanışma Komitesi raporunda kamu diplomasinin bir alt başlığı olarak ele alınmıştır (US Departman of State 2005:2)

Nye 1990'larda yumuşak güç teriminin ilk formile ederken üç esas kaynağa dayandığını savunur. Bunlardan birincisi başkaları için de çekici olabilecek devletlerin kültür kaynakları, ikincisi devletlerin yurt içinde ve uluslararası arenada uyguladıkları siyasi değerlerin evrenselliği, son olarak da meşru ve ahlaki bir otoriteye sahip dış politika kaynaklarıdır. Ancak burada kritik nokta kültürün tek başına bir çekim üretemeyeceğidir. Kültürel ürünler bir aktör üzerinde çekimle hayranlık yaratırken başka bir aktörün tepkisine yol açabilir. Kamu diplomasisinin iletmek istediği mesaj kadar, iletilen mesajın hedef kitlede nasıl bir yankı uyandırdığı da belirleyici bir noktadır (Nye, 2008:95-97).

Bir sonuca varabilmesi zaman alan yumuşak güç tamamen devlet kontrolünde olmadığı gibi meşrutiyet ve algının yumuşak gücü etkinliğinde merkezi bir konumu vardır. Dolayısıyla yumuşak güç nazik ya da zararsız bir güç türü olarak düşünülmemeli, aksine uluslararası rekabetin daha az görünür ama oldukça etkili bir cephesi olduğu kabul edilmelidir

Kültür diplomasisi, yumuşak gücün dış politika bağlamında somutlaştığı başlıca alanlardan biridir. Devletlerin kültürel unsurlar aracılığıyla yabancı toplumlarla etkileşim kurmasını ve uzun vadeli ilişkiler inşa etmesini hedeflemektedir (Cull, 2009). Bu süreç, tek yönlü propaganda faaliyetlerinden ziyade karşılıklı anlayış ve diyalog temelinde şekillenmektedir (Melissen, 2011). Yumuşak gücün yükselişi ile birlikte aktörlerin dışişleri teşkilatlarının kamu diplomasisine ilgisi artmış, böylelikle kamu diplomsinin bilgi yayma misyonunun yanında yabancı aktörlerle karşılıklı bir etkileşime evrilmiştir (Melissen,2005:10-12).

Çekicilik; bir ülke gündemini belirleyebilir, ortaklıklarla maliyetsiz bir kapı açabilir, sert gücün neden olduğu direnci düşürebilir. Ancak bu çekiciliğin devamını sağlanabilmesi, iç ve dış

politika arasındaki tutarlı ilişkiye, hedef kitlenin algısına ve uluslararası konjonktürün hızla değişen dinamiğine bağlıdır (Nye,2008:95-96; Fan, 2008:6-7)

Kültür diplomasisinin etkinliği, kültürel unsurların evrensel değerlerle ilişkilendirilebilmesine bağlıdır. Bu noktada kültürel miras, geçmişle günümüz arasında süreklilik kuran ve ortak insanlık anlatıları üreten bir araç olarak öne çıkmaktadır. Kültürel miras alanları, yalnızca ulusal kimliğin değil, aynı zamanda evrensel insanlık mirasının bir parçası olarak sunulmaktadır (Smith, 2006).

2.1. Kültür Diplomasisi ve Kültürel Miras

Kültür diplomasisi ise "*En iyi fikirlerin, değerlerin, geleneklerin, kültürün ve kimliğin karşılıklı paylaşılmasını teşvik eden, ilişkileri geliştirmek, sosyal kültürel işbirliğini güçlendirmek, uluslar çıkarları teşvik eden uygulamaların belli bir plan halinde uygulamasıdır*". (İletişim Başkanlığı 167-171)

Kültür varlıkları, 2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu'nda *"Tarih öncesi ve tarihi devirlere ait bilim, kültür, din ve güzel sanatlarla ilgili bulunan veya tarih öncesi ya da tarihi devirlerde sosyal yaşama konu olmuş bilimsel ve kültürel açıdan özgün değerler taşıyan yer üstünde yer altında veya su altındaki bütün taşınır ve taşınmaz varlıklardır."* şeklinde tanımlanır (2863 Sayılı Kanun,1983: Md. 3.) Kültürel miras ise dünya üzerinde yaşayan toplulukların geçmişten günümüze kadar korunan maddi ve manevi tüm eserleri ve kalıntıları toplamı şeklinde karşımıza çıkarken, uygarlıklara ait kültürel varlıkların tüm eserler bütün insanlığa ait olduğu üzerine durulmuştur (Vehbi Koç Vakfı, 2013)

Kültürel miras, bir toplumun geçmişten bugüne taşıdığı tüm somut veya somut olmayan öğeleri gelecek kuşaklarına aktaran, bu ögeler ile bir toplumun hafızasını kimliklerini ve değerlerini oluşturan bir hikayedir. Kültür varlıkları bu mirasın somut ve koruma altında alınması gereken toplumların hikayesini anlatan başlıca taşıyıcılardır. Bu bağlamda kültür varlıkları, bir toplumun somut kültürel mirası olarak geçmişten gelen kimlik ve değerleri temsil ederken, bu mirasın evrensel ölçekte korunması ve paylaşılması kültür diplomasisi aracılığıyla toplumlar arasında karşılıklı anlayış, iş birliği ve kültürel etkileşimi güçlendiren bir sürece dönüşmektedir. Kültürel diplomasisi modern çağ ürünü gibi algılansa da olarak geçmişte kaşifler, gezginler, tüccarlar, öğretmenler, sanatçılar farklı kültürlerle sanat, bilim, müzik, edebiyat, ekonomi, spor ve birden fazla alanda çift yönlü bir etkileşimde bulunurken kültür diplomasi bağlamında önemli birer aktör olarak değerlendirilir. Temel dayanağı benzer kültürler arasında daha rahat siyasal etkileşim sağlayabilmektir. Kültür diplomasisiyle ülkeler arasında kültür bağının kurulması, yaşanacak herhangi bir kriz sonrasında kültürel potansiyel kullanılarak krizin etkilerini azaltılması, karşılıklı kültürel değişimin ve etkileşimin sağlanılması, ülkelerin sahip olduğu değerlerin paylaşılması, resmi ilişkileri aşan bir ilişki biçiminin kurulmasının yanı sıra yaratıcı esnek ve olası fırsatları değerlendiren bir anlayışın gelişmesi amaçlanmıştır (İletişim Başkanlığı,2022: 167-171)

Ayrıca kültür yumuşak gücün, temel bileşenlerinden bir tanesidir (Yağmurlu,2019:1187). Kültür diplomasisi, devletlerin kültürel unsurlar aracılığıyla yabancı toplumlarla iletişim kurmasını, karşılıklı anlayış geliştirmesini ve uzun vadeli ilişkiler inşa etmesini amaçlamaktadır. Bu süreç, propaganda faaliyetlerinden farklı olarak karşılıklılık, diyalog ve süreklilik esasına dayanmaktadır.

Uluslararası ilişkiler literatüründe kültürel miras uzun yıllar boyunca ikincil bir araştırma alanı olarak değerlendirilmiştir. Ancak son yıllarda uluslararası politika ve diplomaside önemli bir yere sahip olmuştur (Harrison, 2013; Winter,2014). Kültürel miras yalnızca ulusal kimliği bilgilendiren bir konu değil, küresel aidati bir parçası olması nedeniyle kültürel miras alanları ulus devlet hikayelerini evrensel değerlerle ilişkiler kurularak geniş bir açıdan ele almıştır.

Böylelikle kültürel miras yumuşak güç literatüründe normatif boyutları teorik bir zemine sahip olmuştur (Smith, 2006)

Kültürel mirası yumuşak gücün bir alt başlı olarak ele alınmasını eleştirenlerde söz konusudur. kültürel mirasın politik amaçlarla araçsalaştırılması etnik sorunları doğurabileceği de ileri sürülmektedir. Rekabet ve prestij arayışınlarının bir parçası haline gelen kültürel miras, miras alanlarını koruma ilkeleri göz ardı edilebilmesiyle karşı karışya kalabilir (Labadi,2013).

Kültürel mirası yumuşak güç ele alırken dikkatli ve dengeli bir yaklaşım sağlanmalı,diplomatik bir araç olarak kültürel miras alanları kullanırken etnik ilkeler çerçevesinde ve sürdürülebilir politikalar uygulanmalıdır.

Uluslararası ilişkiler disiplinde kültürel mirasın rolü son yıllardaki çalışmalarında artış göstermektedir. Kültürel mirasın somut ve soyut alanları ile öğelerinin devletlerin uluslararası konjektördeki imajını şekillendirirken aynı zamanda küresel kamuoyunda pozitif bir algı oluşturan unsur olarak karşımıza çıktığını görmekteyiz (Harrison, 2013).

UNESCO Dünya Mirası Sözleşmesi, kültürel mirasın uluslararası boyut kazanmasında belirleyici bir rol oynamaktadır. Evrensel üstün değer kavramı çerçevesinde tanımlanan miras alanları, ulus-devlet sınırlarını aşarak insanlığın ortak mirası olarak sunulmaktadır. Bu durum, kültürel miras alanlarını uluslararası politikanın ve diplomasinin bir parçası hâline getirmektedir. Bir alanın bu listeye dâhil edilmesi, yalnızca koruma statüsü kazanması anlamına gelmemekte, aynı zamanda uluslararası prestij ve görünürlük sağlamaktadır (Labadi,2013). Bu durum, kültürel mirası devletlerin yumuşak güç stratejilerinin ayrılmaz bir parçası hâline getirmektedir.

Kültürel miras alanları üzerinden yürütülen tanıtım faaliyetleri, turizm politikaları ve akademik iş birlikleri, devletlerin uluslararası toplumla kurduğu ilişkileri derinleştirmektedir. Bu bağlamda kültürel miras, yalnızca korunması gereken tarihsel alanlar değil; aynı zamanda aktif bir dış politika aracı olarak değerlendirilmektedir (Winter, 2014).

3. GÖBEKLİTEPE: KÜLTÜREL MİRAS VE YUMUŞAK GÜÇ

Modern devletlerin sahip oldukları kültürel miras alanları uluslararası ilişkilere tarihi ve bilimsel katkı sağlarken, devletlerin ulusal imaj, prestij ve küresel temsil alanlarında da önemli bir yere sahiptir. Özellikle kültür diplomasisi açısından bakıldığında kültürel miras alanlarının UNESCO Dünya Mirası listesine dahil edilmesiyle "*evrensel değer*" söylemi kuramsal bir çerçeveye oturtulmaması sağlanır. Böylelikle modern devletler küresel bir görünürlük kazanırken kültürel diplomasi kapasitesin de artar (UNESCO, 2018).

Göbeklitepe, Neolitik dönemin anıtsal yapılarıyla insanlık tarihine ilişkin yerleşik kabulleri sorgulayan bir arkeolojik alan olarak uluslararası literatürde önemli bir yer edinmiştir. Alanın keşfi ve kazı süreci, yerleşik hayata geçişin tarım öncesinde başlamış olabileceğine dair yeni tartışmaları gündeme getirmiştir (Dietrich ark., 2012). Bu bilimsel bulgular, Göbeklitepe'yi yalnızca akademik bir araştırma alanı değil, aynı zamanda küresel ölçekte sembolik bir kültürel miras unsuru hâline getirmiştir. Göbeklitepe ülkemizin tanıtımı açısında stratejik bir unsur hâline getirmiştir.

Yumuşak güç perspektifinden bakıldığında Göbeklitepe, Türkiye'nin tarihi geçmişe ve insanlık mirasına sunduğu katkıyı görünür kılan bir anlatı üretmektedir. Göbeklitepe'nin "*medeniyetin başlangıç noktalarından biri"* olarak sunulması, Türkiye'yi hem bölgesel bir aktör olarak hem de insanlık tarihine katkıda bulunan evrensel bir kültürel ikon olarak karşımıza çıkarmaktadır. Bu durum, yumuşak gücün temel bileşenlerinden biri olan çekicilik unsurunu güçlendirmektedir (Fan, 2008).

Göbeklitepe'nin bilimsel önemi uluslararası akademik camianın dikkatini çekmiş, uluslararası dergilerde yayınlanan makaleler konferansları açık girişimli yayınlar ile küresel bir araştırma

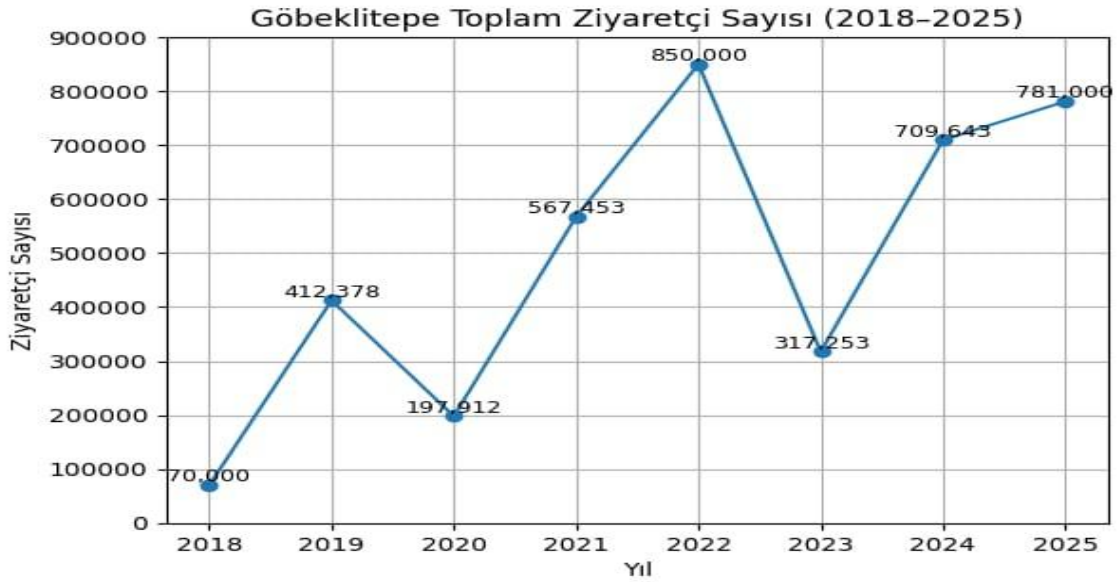
konusu haline gelmiştir. Böylelikle Göbeklitepe bilimsel Diplomasi açısından önemli bir rol üstlenmiştir. 2011'de Charles C. Mann National Geographic dergisindeki "*Dinin Doğuşu*" başlıklı Göbeklitepe'yi anlatan yazısı ile global bir hedef kitlesi oluşturulması amaçlanmıştır. 2016 Andrew Curry "*Dünyanın En Eski Tapınağı Restore Ediliyor"*, 2017 Shaena Nontanari Dünyanın En Eski Tapınağında Kemik Kemikleri bulundu, 2018 Anne Marie McCarthy "*Göbekli Tepe"* adlı yayınlar bölgenin farkındalığını arttırmada katkı sağlamıştır. Ayrıca Türk Hava Yolları uçağında dağıtılan Skylife dergisinde Göbeklitepe ile ilgili tanıtıcı makalelere verilmiştir (Yağmurlu, 2019:56).

Göbeklitepe aynı zamanda bilimsel diplomasi boyutunda da önemli bir görev üstlenmektedir. bu Evrensel anlatıyla medeniyetlerin doğuşu ritüel ve topluluk sembolik dünyanın erken örnekleri gibi evrensel temel olarak ev sahipliği yapan Göbeklitepejeopolitik tartışmadan bağımsız biçimde daha geniş kitlelere ulaşılmasını sağlar. UNESCO statüsü ise bu anlatıyı kurumsal bir destekleyerek uluslararası güvenilirliği sağlar (UNESCO World Heritage Cente, 2018;UNESCO World Heritage Cente n.d.). Alan üzerinde yürütülen kazı çalışmaları, uluslararası akademisyenlerin katkılarıyla gerçekleştirilmiş ve bu durum Türkiye'nin bilimsel iş birliğine açık bir aktör olarak algılanmasına katkı sağlamıştır. Göbeklitepe'nin bilimsel önemi uluslararası akademik camianın dikkatini çekmiş, uluslararası dergilerde yayınlanan makaleler, konferanslar, açık girişimli yayınlar ile küresel bir araştırma konusu haline gelmiştir Böylelikle Göbeklitepe bilimsel diplomasi açısından önemli bir rol üstü almıştır

Akademik yayınlar, konferanslar ve açık erişimli çalışmalar aracılığıyla Göbeklitepe, küresel bilim dünyasında görünürlük kazanmıştır. Örneğin Kazakistan'ın Astana şehrinde açılan sergide Göbeklitepe ve 40 kilometre uzaklığındaki Karantepe kazı alanlarını ziyaret eden sanatçılar bu deneyimle Göbeklitepe'den ilham alınarak eserler oluşturulmuştur (Daily Sabah, 2026). Ayrıca Neolitik döneme ait olan otuz yeni eserinde ortaya çıkartılması ile tarım ve hayvancılık ile yerleşik hayata geçirildiği tarih öncesi paradigmayı değiştirmiştir. Roma'da altı ay açık kalacak "*Göbeklitepe: Kutsal Bir Mekanın Gizemi*" başlıklı bir sergi ile altı milyon kişinin ziyaret etmesi beklenen bir tanıtımla uluslararası düzeyde farkındalık oluşturulması hedeflenmiştir (Anews, 2024). göbeklitepe'nin uluslararası ölçekte sergilenmesi kültür diplomasisinin görünürlük artırıcı araçlarına örnektir. Roma kolezyumunda gerçekleştirilen Bu sergi *kültürel vitrin* stratejisi bakımından önemli bir örnektir.Türkiye'nin kültürel tanıtımında bu sergi önemli bir adım olarak yorumlanmıştır (Artdog İstanbul, 2024).Kitle iletişim araçlarının kamu diplomasi oluşturmada önemli bir etkiye sahiptir Örneğin Netflix'te yayınlanan Atiye dizisi ile Göbeklitepe 190 ülkede izleyicilerin karşısına çıkmıştır.

Taş Tepeler projesi ile bölgesel destinasyonu yükselen Şanlıurfa arkeoturizm'in önemli rotalarında biri olmuştur (Caglayan, 2025). Göbeklitepe'ye artan ilgi, ziyaretçi sayısındaki artış turizm baskısı yaratmaktadır. Ziyaretçi sayıları ve alanın turistik çekiciliği basın yayın kuruluşlarının haberleri ile geniş kitlelere ulaşmak da bu durumun bölgeye ekonomik katkısını artarken alanın koruma risklerini de gündeme getirmektedir (Anadolu Agency,n.d.).Bu nedenle taşıma kapasitesi, ziyaretçi yönlendirme rotaları ve alanın fiziksel bütünlüğünü koruyacak düzenlemeler miras yönetiminde kritik hale gelir (UNESCO, World Heritage Centre, 2018).

Resim 1: Göbekli Tepey'e gelen toplam ziyaretçi sayısı (Maltaş:2025)



Ziyaretçi verileri Kültür ve Turizm Bakanlığı, Anadolu Ajansı ve Şanlıurfa İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü'nün resmi açıklamalarından derlenmiştir.

2018 yılında Göbeklitepe UNESCO listesine yeni girmiş bu nedenle ziyaretçi sayısı düşük iken tanıtım etkisiyle 2019'dan sonra belirginleşmiştir. 2018'de Göbeklitepe 70.000 kişiyi ağırlamıştır. Pandemi etkisiyle2020 yılında turist sayısı 200.000 altına düşmüştür. 2025 yılında ise yaklaşık 781.000 ziyaretçiye kapılarını açmış; Taştepe Projesi, Karahan Tepe kazı alanının dahil edilmesi ve yapılacak TEKNOFEST etkinliği ile 2026 yılında Göbeklitepe'ye gelecek ziyaretçi sayısının bir milyon üzerinde olması hedeflenmiştir (Today Türkiye, 2026). Böylelikle Şanlıurfa'ya ve gelecek olan katılımcılar ulaşım, yeme, içme, konaklama, gezi amaçlı şehrin önemli yerlerini ziyaret ederken ekonomik olarak da katkı sağlayacaktır.

Bununla birlikte Göbeklitepe'nin yumuşak güç potansiyelinin sürdürülebilirliği, kültürel mirasın nasıl yönetildiğiyle doğrudan ilişkilidir. Kültürel mirasın yalnızca tanıtım odaklı bir araç olarak kullanılması, uzun vadeli etkiyi sınırlayabilir. Bu nedenle koruma politikaları, bilimsel şeffaflık ve uluslararası işbirliği, Göbeklitepe'nin yumuşak güç üretme kapasitesinin devamlılığı açısından kritik öneme sahiptir (Labadi, 2013).

Göbeklitepe örneğinde kültür diplomasisi ile kültürel miras yönetimi arasında yapısal bir gerilim söz konusudur kültür diplomasisi göbeklitepe'nin Görünürlüğü arttırıp alanı daha cazip bir hale getirmeyi hedeflerken miras yönetimi fiziksel koruma ve müdahale sınırlarını gözetlemesini savunur (UNESCO World Heritage Cente, 2018).Bu nedenle Göbeklitepe için en temel ilke koruyarak tanımak olmalıdır.

Bu açıdan iki stratejik yaklaşım önem kazanır. birincisi iletişimde Unesco'nun OUV diline yaslanmak ve bilimsel dayanağı zayıf sloganlaşmadan kaçınmak gerekmektedir (UNESCO World Heritage Cente, 2018).Göbeklitepe'yi Taştepeler ağı içerisinde konumlandırarak bölgesel ölçekte sürdürülebilir kültür rotaları oluşturmaktır (Stone mods, n.d.; Türkiye Teurism Promotion and Development Agency Ind. -a; Reuters ,2025)

SONUÇ

Bu çalışma, kültürel mirasın uluslararası ilişkilerde yumuşak güç aracı olarak nasıl işlev gördüğünü Göbeklitepe örneği üzerinden analiz etmiştir. Soğuk Savaş sonrası dönemde güç

kavramının dönüşümüyle birlikte kültür, kimlik ve algı gibi maddi olmayan unsurların dış politika analizlerinde daha görünür hâle geldiği ortaya konulmuştur.

Bulgular, Göbeklitepe'nin yalnızca arkeolojik bir değer değil, aynı zamanda Türkiye'nin uluslararası imajını destekleyen ve kültür diplomasisi bağlamında anlam üreten stratejik bir unsur olduğunu göstermektedir. Göbeklitepe'nin UNESCO Dünya Mirası Listesi'ne dâhil edilmesi, alanın küresel görünürlüğünü artırmış ve Türkiye'nin kültürel miras temelli yumuşak güç kapasitesine katkı sağlamıştır.

Sonuç olarak kültürel miras, geleneksel dış politika araçlarını tamamlayan ve uzun vadeli etki yaratma potansiyeline sahip bir güç unsuru olarak değerlendirilmelidir. Göbeklitepe örneği, uluslararası ilişkiler literatüründe kültürel miras temelli analizlerin önemini vurgulamakta ve bu alanda yapılacak yeni çalışmalara zemin hazırlamaktadır. UNESCO statüsü sayesinde Göbeklitepe uluslararası kültürel temsil kapasitesini arttırıp, sergi diplomasisi ve bilim diplomasisi kanalıyla yumuşak güç unsurlarını güçlendiren bir dünya mirası haline gelmiştir. Bununla birlikte artan ziyaretçi sayısı ve alanın korunmasına ilişkin yükümlülükler sürdürülebilir miras yönetiminin önemini arttırmaktadır. Dolayısıyla kültür toplanması stratejileri miras yönetimi ilkeleri ile uyumlu biçimde tasarlanmalı, koruma hedefleri eşgüdümlü olarak şekillenmelidir.

KAYNAKÇA

2863 sayılı kanun https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2863&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5 , Son Erişim:26.01.2026

Maltaş, R.,2025 "Göbeklitepe'nin günlük ziyaretçi sayısı ortalama 5 bini buldu". https://www.aa.com.tr/tr/kultur/gobeklitepenin-gunluk-ziyaretci-sayisi-ortalama-5-bini-buldu/3716516?utm_source=chatgpt.com

Anadolu Agency. (n.d.). Göbeklitepe visitor numbers / tourism-related coverage (English news page). Retrieved January 16, 2026, from https://www.aa.com.tr/en/search/?q=Gobeklitepe

Anews, 2024. "Göbeklitepe'nin ziyaretçi sayısında %50 artış görüldü, 2024'te 600.000 kişiye ulaşılması hedefleniyor." https://www.anews.com.tr/gallery/turkey/gobeklitepe-sees-50-increase-in-visitors-600000-in-2024

ArtDog Istanbul. (2024, October 28). Göbeklitepe comes to Rome. Retrieved January 16, 2026, from https://artdogistanbul.com/en/gobeklitepe-comes-to-rome/

Caglayan, C.,2025. "Türkiye'nin güneydoğusunda yapılan yeni keşifler, Neolitik çağa dair tabloyu genişletiyor." https://www.reuters.com/science/new-finds-turkeys-southeast-add-picture-neolithic-age-2025-11-26/?utm_source=chatgpt.com

Cull J. N. (2009) Public Diplomacy: Lessons from the Past, Figueroa Press, Los Angeles.

Daily Sabah,2026. "Göbeklitepe Astana sergisinde çağdaş Kazak sanatına ilham veriyor" https://www.dailysabah.com/arts/gobeklitepe-inspires-contemporary-kazakh-art-in-astana-exhibition/news?utm_source=chatgpt.com Son Erişim:25.01.2026

Dietrich O., Heun M., Notroff J., Schmidt K., Zarnkow M., 2012. "Neolitik toplulukların ortaya çıkışında kült ve ziyafetin rolü. Güneydoğu Türkiye'deki Göbekli Tepe'den yeni kanıtlar. Antik Çağ" . 2012;86(333):674-695. doi:10.1017/S0003598X00047840 https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/A1AA4FB20657599F859860D94CCD090E/S0003598X00047840a.pdf/the-role-of-cult-and-feasting-in-the-emergence-of-neolithic-communities-new-evidence-from-gobekli-tepe-south-eastern-turkey.pdf .

Fan, Y., 2008. "SOFT POWER: POWER OF ATTRACTION OR CONFUSION? Place Branding and Public Diplomacy" https://scispace.com/pdf/soft-power-power-of-attraction-or-confusion-1bn1prfm5s.pdf 4:2, 147-158.fan

Harrison, R. (2013). Heritage: Critical approaches. Routledge.
Hayden,C., 2012. Hayden, C. (2012). The rhetoric of soft power. Lexington Books. https://www.scribd.com/document/627128285/The-Rhetoric-of-Soft-Power-Public-Diplomacy-in-Global-Contexts
İletişim Başkanlığı, 2022. https://www.iletisim.gov.tr/images/uploads/dosyalar/Kulturel DiplomasiveIletisimPRESS.pdf
Labadi, S., 2013. UNESCO, cultural heritage, and outstanding universal value.
Melissen, J., 2011"The new public diplomacy." https://culturaldiplomacy.org/academy/pdf/research/books/soft_power/The_New_Public_Diplomacy.pdf
Nye, J.S. 2008. Kamu Diplomasisi ve Yumuşak Güç. *Amerikan Siyasal ve Sosyal Bilimler Akademisi Yıllıkları , 616* (1), 94–109. https://doi.org/10.1177/0002716207311699. https://scispace.com/pdf/public-diplomacy-and-soft-power-4h8xp4j97b.pdf
Reuters, 2025a, August 28. Tiny carved animals found in Turkey tell story of prehistoric myth making. Retrieved January 16, 2026, from https://www.reuters.com/science/tiny-carved-animals-found-turkey-tell-story-prehistoric-myth-making-2025-08-28/
Smith, L., 2006. Uses of Heritage. Routledge.
Stone Mounds. (n.d.). StoneMounds – Taş Tepeler. Retrieved January 16, 2026, from https://stonemounds.app/en/home/index
Today Türkiye, 2026. "Göbeklitepe 2025'te 781 bin ziyaretçi çekti, 2026'da 1 milyon ziyaretçi hedefliyor." https://www.turkiyetoday.com/culture/gobeklitepe-draws-781k-visitors-in-2025-eyes-1m-in-2026-3212603?utm_source=chatgpt.com&s=1 Son Erişim: 20.01.2026
Türkiye Tourism Promotion and Development Agency. (n.d.-a). Türkiye illuminates its Neolithic heritage with TAŞ TEPELER. Retrieved January 16, 2026, from https://tga.gov.tr/en/press-room/press-releases/turkiye-illuminates-its-neolithic-heritage-with-tas-tepeler
Türkiye Tourism Promotion and Development Agency. (n.d.-b). Magnificent discoveries at Karahantepe and Göbeklitepe: Largest human statue and first painted animal statue. Retrieved January 16, 2026, from https://tga.gov.tr/en/press-room/press-releases/magnificent-discoveries-at-karahantepe-and-gobeklitepe-largest-human-statue-and-first-painted-animal-statue
UNESCO. 1972 "World Heritage Convention." https://whc.unesco.org/en/convention/ Son Erişim: 17.01.2026
UNESCO, 2018. https://whc.unesco.org/en/list/1572/
UNESCO World Heritage Centre. 2018). Göbekli Tepe (Turkey) No 1572: Nomination file [PDF]. https://whc.unesco.org/document/168743
UNESCO World Heritage Centre. 2018. Decision 42 COM 8B.34: Göbekli Tepe (Turkey). Retrieved January 16, 2026, from https://whc.unesco.org/en/decisions/7148/
US Department of State (2005) Cultural Diplomacy The Linchpin of Public Diplomacy- Report of the Advisory Committee on Cultural Diplomacy. https://2009-2017.state.gov/documents/organization/54374.pdf
Vehbi Koç Vakfı, 2013. https://www.vkv.org.tr/haber_detay.aspx?hl=tr&id=308#:~:text=K%C3%BClt%C3%BCrel%20miras%20nedir%3F,insanl%C4%B1%C4%9Fa%20ait%20oldu%C4%9Fu%20fikri%20yat%C4%B1yor , Son Erişim:19.01.2026
Yağmurlu, A., 2019. Kültürel Diplomasi: Kuram Ve Pratikteki Çerçevesi. Selçuk İletişim, 12(2), 1210-1238. https://doi.org /10.18094/josc.596331
Winter, T. (2014). Heritage diplomacy. International Journal of Heritage Studies

AİLEVİ AKDENİZ ATEŞİ ÖN TANILI OLGULARDA SEÇİLMİŞ MEFV GEN MUTASYONLARI İLE HASTALIK BAŞLANGIÇ YAŞI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Ömer Faruk ANAKÖK
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biology and Genetics, Bolu
ORCID: 0000-0002-5747-9644
Livanur YÜCEL
Bolu Abant İzzet Baysal University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biology and Genetics, Bolu
ORCID: 0000-0002-4386-5552

ÖZET
Ailevi Akdeniz Ateşi (AAA), tekrarlayan ateş ve serozit atakları ile seyreden, otozomal resesif geçişli bir otoinflamatuvar hastalıktır. Hastalığın genetik temelini, 16. kromozom üzerinde yer alan MEFV genindeki çeşitli mutasyonlar oluşturmaktadır. Bu çalışmada, AAA ön tanısı ile değerlendirilen olgularda hastalık başlangıç yaşı ile sık görülen bazı MEFV gen mutasyonları arasındaki ilişkinin tanımlayıcı düzeyde incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya, 2016–2019 yılları arasında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi İzzet Baysal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıbbi Genetik Anabilim Dalı'na yönlendirilen veya başvuran toplam 250 olgu dahil edilmiştir. Klinik ve demografik veriler retrospektif olarak hasta kayıtlarından elde edilmiş, MEFV genine yönelik mutasyon analizleri standart moleküler genetik yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler tanımlayıcı istatistikler ve uygun karşılaştırma testleri ile analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, bazı MEFV gen mutasyonları ile hastalık başlangıç yaşı arasında farklı dağılımlar gözlenmiştir. Özellikle M694V mutasyonunu taşıyan olgularda daha erken başlangıç eğilimine işaret eden bulgular elde edilmiştir. Bu bulgular, FMF'de genetik varyasyonların klinik özellikler üzerindeki olası etkilerine dikkat çekmekte ve genetik verilerin klinik değerlendirmelerde destekleyici bir unsur olarak ele alınabileceğini düşündürmektedir.
Anahtar Kelimeler: Ailevi Akdeniz Ateşi, MEFV geni, başlangıç yaşı

ASSESSMENT OF THE RELATIONSHIP BETWEEN AGE AT ONSET AND SELECTED MEFV GENE MUTATIONS IN PATIENTS EVALUATED FOR FAMILIAL MEDITERRANEAN FEVER

ABSTRACT
Familial Mediterranean Fever (FMF) is an autosomal recessive autoinflammatory disease characterized by recurrent episodes of fever and serosal inflammation. Genetic variations in the MEFV gene located on chromosome 16 are known to contribute to disease susceptibility. This study aimed to descriptively evaluate the relationship between age at disease onset and selected common MEFV gene mutations in patients assessed for FMF. A total of 250 patients referred to or admitted to the Department of Medical Genetics at Bolu Abant İzzet Baysal University İzzet Baysal Training and Research Hospital between 2016 and 2019 were included. Clinical and demographic data were retrospectively obtained from medical records, and MEFV gene mutation analyses were performed using standard molecular genetic techniques. Data were analyzed using descriptive statistics and appropriate comparative methods. The analyses revealed variations in age at disease onset among patients carrying different MEFV gene

mutations. In particular, an earlier onset tendency was observed in patients harboring the M694V mutation. These findings draw attention to the potential role of genetic variation in shaping the clinical presentation of FMF and suggest that genetic data may serve as a supportive component in clinical evaluation.
Keywords: Familial Mediterranean Fever, MEFV gene, age, of onset

1. INTRODUCTION

1.1. Definition

Familial Mediterranean Fever (FMF) is an autoinflammatory disease inherited in an autosomal recessive manner and characterized by recurrent attacks of fever, abdominal pain, arthralgia, arthritis, serositis, and erysipelas-like erythema. The duration of attacks typically ranges from 6 to 72 hours (Avar Aydın and Yalçınkaya, 2023; Ben-Chetrit and Touitou, 2009; Özen and Bilginer, 2014). FMF is commonly observed among populations of Mediterranean and Middle Eastern origin, including Turks, Italians, Iranians, Greeks, Arabs, Jews, and Armenians (Bhatt and Cascella, 2023; Kaye et al., 2025; Önen, 2006). Familial Mediterranean Fever is also known by several alternative names, such as Periodic Peritonitis, Familial Paroxysmal Polyserositis, Periodic Disease, Siegal–Cattan–Mamou Disease, Wolff Periodic Disease, or Reimann Syndrome. It is a genetic disorder that leads to recurrent febrile episodes and serosal inflammation involving the abdomen, lungs, and joints, often resulting in severe pain (Bhatt and Cascella, 2023).

1.2. History

Familial Mediterranean Fever (FMF) was first described in 1908 by Janeway and Mosenthal as a clinical entity termed “unusual recurrent peritonitis,” observed in a 16-year-old Jewish girl presenting with recurrent abdominal pain, high fever attacks, and leukocytosis. In 1945, Siegal redefined the disease as “benign recurrent peritonitis” after identifying similar clinical findings in himself and in 10 Ashkenazi Jewish individuals living in New York. Subsequently, in 1956, Mamaiu and Catton demonstrated that the disease exhibits familial transmission and is associated with amyloidosis (Çobankara and Kiraz, 2000; Özkan, 2024; Pras et al., 1997).

In Türkiye, Familial Mediterranean Fever was first described in 1946 by Abrevaya Marmaralı in an adult patient and was referred to as “a peculiar abdominal pain syndrome.” The term “Familial Mediterranean Fever” was first introduced in 1958 by Heller and colleagues (Dinarello et al., 1974; Örün and Yalçınkaya, 2003). The MEFV (Mediterranean Fever) gene associated with FMF was first identified in 1997. The MEFV gene is localized on the short arm of chromosome 16 (16p13.3) and constitutes the genetic basis of the disease. In the same year, a study conducted by the French FMF Consortium identified four major disease-associated mutations in 85% of carrier chromosomes. These mutations were reported as M694V, M680I, M694I, and V726A (French FMF Consortium, 1997). In 1998, four additional rare mutations located in exon 10 were identified in addition to these variants. The MEFV gene encodes a 781–amino acid protein known as pyrin/marenostrin. Pyrin is a regulatory protein expressed in neutrophils and plays a role in suppressing inflammation by regulating neutrophil activation. In Familial Mediterranean Fever, mutations in the MEFV gene result in altered pyrin protein function, leading to dysregulation of neutrophil activation (The International FMF Consortium, 1997; Tunca, 2006).

1.3. Genetics

The MEFV (Mediterranean Fever) gene responsible for Familial Mediterranean Fever was first identified in 1997 by the International FMF Consortium and the French FMF Consortium. The

gene was named “pyrin” by the International FMF Consortium and “marenostrin” by the French Consortium. The genetic basis of the disease consists of autosomal recessively inherited mutations in the MEFV gene. The MEFV gene is localized on the short arm of chromosome 16 at locus 13.3 (16p13.3), spans approximately 10 kb, and consists of 10 exons. Four major point mutations have been identified on FMF-associated chromosomes: M694V, M680I, M694I, and V726A (French FMF Consortium, 1997; Ocak et al., 2024; The International FMF Consortium, 1997; Touitou, 2001; Ugan and Ermiş, 2011). In Türkiye, the most frequently reported mutations associated with Familial Mediterranean Fever are R202Q and M694V. The M694V mutation is among the most common and most severe mutations and is associated with an increased risk of amyloidosis. It has been reported that the homozygous form of the R202Q mutation is associated with the FMF phenotype, whereas homozygous R202Q mutations have not been detected in asymptomatic individuals, although heterozygous R202Q carriage has been observed. Additionally, the coexistence of the R202Q polymorphism with the M694V mutation has been reported to result in more pronounced clinical manifestations (Kandur et al., 2022; Yiğit et al., 2012). The M694V mutation has been reported as the most frequently detected mutation not only in the Turkish population but also among Armenian and Jewish populations. The M680I mutation has been identified as the second most common mutation in the Turkish population. In a study conducted by Yılmaz et al. (2001) on Turkish patients with Familial Mediterranean Fever, the most frequently observed MEFV gene mutations were M694V (51.55%), M680I (9.22%), E148Q (3.55%), V726A (2.88%), and M694I (0.44%). In the same study, the carrier frequency of FMF in the Turkish population was reported as 20% (Yılmaz et al., 2001).

1.4. Clinical Manifestations

Familial Mediterranean Fever is a disease caused by mutations in the MEFV gene and is generally characterized by recurrent attacks of fever and serositis. Attacks typically develop within 2–4 hours and last between 6 hours and 3 days; however, prolonged attack-free periods may be observed in some patients (Bhatt and Cascella, 2023). It has been reported that approximately 90% of patients experience their first attack before the age of 20 years (Yosunkaya Fenerci, 2007). Fever is a characteristic finding observed in more than 96% of inflammatory attacks in Familial Mediterranean Fever, with body temperature usually ranging between 38–40 °C. Chills preceding fever are observed in approximately 25% of patients, and self-limiting attacks have been reported to last 1–4 days, with an average duration of 17 hours (Maggio and Corsello, 2020; Üstebay et al., 2015). Severe abdominal pain due to peritonitis is the second most common clinical manifestation after fever and is observed in approximately 90% of patients. Because acute abdominal pain may mimic appendicitis, 30–40% of patients have been reported to undergo unnecessary abdominal surgical interventions. While constipation is commonly observed during attacks, diarrhea has been reported in 10–20% of patients (Özkan, 2024; Üstebay et al., 2015). Joint involvement is the third most frequent clinical finding after fever and abdominal pain and is observed in approximately 75% of patients. In some cases, it may occur in the absence of fever or abdominal pain. Joint involvement presents as arthritis in 70% of patients and as arthralgia in 30%. Vasculitis is considered an important group of disorders associated with FMF and, due to similarities in clinical and laboratory findings, may be encountered both in the differential diagnosis and concomitantly with FMF. The most frequently reported cutaneous lesion in FMF is erysipelas-like erythema, with a reported incidence ranging from 3% to 46%. These lesions typically present as unilateral, erythematous, edematous eruptions measuring 10–15 cm in diameter, localized predominantly on the lower extremities, and usually resolve spontaneously within 2–

3 days (Abbara et al., 2019; Demirkaya et al., 2016; Üstebay et al., 2015). Myalgia is observed in approximately 25% of patients and may present as exercise-induced myalgia, self-limiting myalgia, or prolonged febrile myalgia syndrome. In classic FMF-associated myalgia, pain and functional impairment are reported to be less severe (Haghighat et al., 2006; Üstebay et al., 2015). The most important and undesirable complication of Familial Mediterranean Fever is amyloidosis. Amyloid is an insoluble protein whose production is known to increase during FMF. During febrile attacks, elevated inflammatory markers are accompanied by increased levels of serum amyloid A protein, and the kidneys responsible for clearing these proteins from the circulation are unable to perform this function adequately. Consequently, amyloid accumulates in tissues, particularly impairing renal function and leading to clinical manifestations. It has been reported that approximately 35% of FMF patients with amyloidosis develop hypertension and may progress to renal failure. Proteinuria has been identified as the first clinical manifestation associated with amyloidosis in FMF. If left untreated, proteinuria may progress to nephrotic syndrome and uremia and, in advanced stages, to renal failure. Patients with FMF-related amyloidosis are generally reported to be normotensive and non-hematuric; however, organ damage may still develop even in cases with a normotensive course. Additionally, hematuria is frequently absent in patients with renal involvement (Kivity et al., 2011; Lidar and Livneh, 2007; Üstebay et al., 2015).

1.5. Diagnosis and Treatment

The diagnosis of Familial Mediterranean Fever is primarily based on the evaluation of clinical findings and longitudinal patient follow-up. In the diagnostic process, it is essential to assess patients both during attack periods and in attack-free intervals. Typical attacks are characterized by the occurrence of high fever, abdominal pain, chest pain, and arthritis. In addition, cutaneous manifestations such as erysipelas-like erythema may also be observed in patients with FMF. FMF attacks generally last between 6 hours and 3 days, and patients are reported to return to their baseline clinical status following the resolution of attacks (Özkan, 2024). Colchicine, which has been reported to be effective in reducing the frequency of FMF attacks and preventing the development of amyloidosis, has been used as a therapeutic agent since 1972. The mechanism of action of colchicine is attributed to its binding to tubulin monomers, thereby inhibiting microtubule polymerization and altering the organization of the actin cytoskeleton, which results in a protective effect on the inflammatory response (El Hasbani et al., 2019; Kallinich et al., 2007). It has been reported that lifelong and regular use of colchicine is required to maintain its therapeutic efficacy. Colchicine treatment may generally be initiated at a daily dose of 1 mg, regardless of age or body weight, and the dose may be increased by 0.5 mg per day up to 1.5 mg or 2 mg until clinical remission is achieved. When the daily dose is 1.5 mg or higher, it is generally recommended that the medication be administered in two divided doses. However, in some cases, a single daily dose of 1.5 mg may be preferred to improve patient adherence (Bhatt and Cascella, 2023; Üstebay et al., 2015). In pediatric patients, the effective dose of colchicine should be adjusted according to body weight, with a recommended dose of 0.02–0.03 mg/kg/day and a maximum daily dose not exceeding 2 mg (Alghamdi, 2017; Haghighat et al., 2006).

1.6. Familial Mediterranean Fever and Age of Onset

Familial Mediterranean Fever is an autosomal recessive disorder predominantly observed in populations of Mediterranean origin and is characterized by recurrent attacks of fever and serositis (Yin et al., 2022). Clinical manifestations of the disease typically emerge during childhood, and early age at onset has been reported to play a decisive role in disease diagnosis and clinical severity. One of the most frequently detected mutations in the MEFV gene, M694V,

has been associated with earlier disease onset and a more severe clinical course. Furthermore, it has been reported that individuals carrying homozygous or compound heterozygous mutations tend to experience disease onset at an earlier age and exhibit a more severe clinical phenotype (Aydın et al., 2022; Kuru et al., 2015).

The clinical manifestations of Familial Mediterranean Fever most commonly begin during childhood. In early-onset cases, the disease has been reported to exhibit a more severe clinical course, and delays in diagnosis are more frequently encountered. In particular, patients whose symptoms begin before the age of three have been shown to have a higher prevalence of the M694V mutation. In early-onset FMF cases, clinical features such as increased attack frequency, joint involvement, and colchicine resistance have been reported to be more pronounced, highlighting the importance of early diagnosis and appropriate therapeutic approaches (Özçakar et al., 2015; Yavuz et al., 2018).

2. MATERIALS AND METHODS

This study was designed as a retrospective and descriptive investigation. Within the scope of the research, patients who were referred to or directly admitted to the Department of Medical Genetics at Bolu Abant İzzet Baysal University İzzet Baysal Training and Research Hospital between 2016 and 2019 and who had a preliminary diagnosis of Familial Mediterranean Fever (FMF) were included in the evaluation. Statistical analyses were performed using JASP version 0.19.0 software. Categorical variables were analyzed using the chi-square test. The normality of distribution for continuous variables was assessed using the Shapiro–Wilk test. Student's t-test was applied to compare normally distributed variables, whereas the Mann–Whitney U test was used for variables that did not show a normal distribution. Relationships between variables were examined using correlation analyses, and a p value of less than 0.05 was considered statistically significant.

3. RESULT

The distribution of sex and age at disease onset among patients with Familial Mediterranean Fever included in the study (n = 250) was evaluated. The analyses demonstrated no statistically significant differences between female (n = 151) and male (n = 99) patients with respect to either age or age of disease onset.

3.1. Age of Disease Onset According to M694V Genotype

The distribution of age of disease onset according to the M694V genotype was evaluated. As the data did not conform to a normal distribution, comparisons between groups were performed using the Kruskal–Wallis test. The analysis revealed a statistically significant difference in age of disease onset among the genotype groups. Dunn post-hoc analysis conducted to identify the source of this significance demonstrated a statistically significant difference between heterozygous and homozygous individuals, while the difference between normal and homozygous groups remained at a borderline level of significance. No statistically significant difference was observed between the normal and heterozygous groups.

3.2. Age of Disease Onset According to E148Q Genotype

The distribution of age of disease onset according to the E148Q genotype was evaluated. Due to the non-normal distribution of the data, the Kruskal–Wallis test was used for comparisons between groups. The analysis indicated no statistically significant difference in age at disease onset among the genotype groups.

3.3. Age of Disease Onset According to V726A Genotype

The distribution of age at disease onset according to the V726A genotype was evaluated. As the data did not show a normal distribution, comparisons between groups were performed using

the Mann–Whitney U test. The analysis revealed no statistically significant difference in age at disease onset between the genotype groups.

3.4. Age of Disease Onset According to M680I Genotype

The distribution of age at disease onset according to the M680I genotype was evaluated. Due to the non-normal distribution of the data, the Kruskal–Wallis test was applied for comparisons between groups. The analysis demonstrated a statistically significant difference in age of disease onset among the genotype groups. Dunn post-hoc analysis indicated a statistically significant difference between the normal and homozygous groups, whereas no significant differences were observed between the homozygous and heterozygous groups or between the normal and heterozygous groups.

4. DISCUSSION

In this study, statistically significant differences were identified in terms of age at disease onset according to the M694V genotype. In particular, individuals carrying the M694V mutation in the homozygous state were found to have an earlier age at disease onset. This finding is consistent with previous studies reporting that M694V homozygosity is associated with an earlier onset and a more severe clinical course (Aydın et al., 2022; Yaşar Bilge et al., 2019). In contrast, no statistically significant difference in age of disease onset was observed between individuals with normal and heterozygous M694V genotypes. In the evaluations performed according to the E148Q genotype, no statistically significant difference in age at disease onset was detected among the genotype groups. Although a tendency toward later disease onset was observed in individuals with the homozygous E148Q genotype, this difference did not reach statistical significance. This finding is consistent with the literature indicating that the effect of the E148Q mutation on the age of clinical onset may be limited. Similarly, analyses conducted for the V726A genotype revealed no statistically significant difference in age at disease onset between normal and heterozygous individuals. This result suggests that the V726A mutation does not have a pronounced effect on determining the age of disease onset.

5. CONCLUSION AND RECOMMENDDATIONS

In this study, the relationship between MEFV gene mutations and age at disease onset was retrospectively evaluated in patients with a preliminary diagnosis of Familial Mediterranean Fever (FMF). The findings contribute to the existing literature by elucidating the association between the genetic background of FMF and its clinical onset characteristics. In addition, it is considered that the evaluation of family history during the genetic counseling process may contribute to diagnostic and follow-up procedures. Future studies employing prospective designs with larger and multicenter cohorts may enable the combined assessment of genetic and clinical data, thereby contributing to a more comprehensive understanding of the genetic and clinical features of FMF.

6. REFERENCES

Abbara, S., Grateau, G., Ducharme-Bénard, S., Saadoun, D. & Georgin-Lavialle, S. (2019). Association of vasculitis and Familial Mediterranean Fever. Frontiers in Immunology, 10, 763. https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00763

Alghamdi M. (2017). Familial Mediterranean Fever, review of the literature. Clinical Rheumatology, 36(8), 1707–1713. https://doi.org/10.1007/s10067-017-3715-5

Ancient Missense Mutations in a New Member of the Roret Gene Family are Likely to Cause Familial Mediterranean Fever. The International FMF Consortium. (1997). Cell, 90(4), 797–807. https://doi.org/10.1016/s0092-8674(00)80539-5

Avar Aydın, P. Ö. ve Yalçınkaya, F. (2023). Ailevi Akdeniz Ateşi: Genetik ve patogenez. Turkiye Klinikleri Pediatric Rheumatology-Special topics, 4(1), 5-10.

Aydın, O., Egeli, B. H., Özdoğan, H. & Uğurlu, S. (2022). Late-Onset Familial Mediterranean Fever: single-center experience and literature review. Internal and emergency medicine, 17(5), 1301–1306. https://doi.org/10.1007/s11739-021-02912-8

Ben-Chetrit, E. & Touitou, I. (2009). Familial Mediterranean Fever in The World. Arthritis and rheumatism, 61(10), 1447–1453. https://doi.org/10.1002/art.24458

Bhatt, H. & Cascella, M. (2023). Familial Mediterranean Fever. In StatPearls. StatPearls Publishing. (Kitaplık Kimliği: NBK560754)

Çobankara, V. ve Kiraz, S. (2000). Ailesel Akdeniz Ateşi Hacettepe Tıp Dergisi Hacettepe Üniversitesi yayınları Ankara, 31:310-9

Demirkaya, E., Acikel, C., Hashkes, P., Gattorno, M., Gul, A., Ozdogan, H., Turker, T., Karadag, O., Livneh, A., Ben-Chetrit, E., Ozen, S. & FMF Arthritis Vasculitis and Orphan disease Research in Pediatric Rheumatology (FAVOR) (2016). Development and Initial Validation of International Severity Scoring System for Familial Mediterranean Fever (ISSF). Annals of the Rheumatic Diseases, 75(6), 1051–1056. https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2015-208671

Dinarello, C. A., Wolff, S. M., Goldfinger, S. E., Dale, D. C. & Alling, D. W. (1974). Colchicine therapy for Familial Mediterranean Fever. A double-blind trial. The New England Journal of Medicine, 291(18), 934–937. https://doi.org/10.1056/NEJM197410312911804

El Hasbani, G., Jawad, A. & Uthman, I. (2019). Update on the management of colchicine resistant Familial Mediterranean Fever (FMF). Orphanet Journal of Rare Diseases, 14(1), 224. https://doi.org/10.1186/s13023-019-1201-7

French FMF Consortium (1997). A Candidate Gene for Familial Mediterranean Fever. Nature Genetics, 17(1), 25–31. https://doi.org/10.1038/ng0997-25

Haghighat, M., Derakhshan, A. & Karamifar, H. (2006). Familial Mediterranean Fever. Shiraz E Medical Journal 2006; 7: 1-18

Kallinich, T., Haffner, D., Niehues, T., Huss, K., Lainka, E., Neudorf, U., Schaefer, C., Stojanov, S., Timmann, C., Keitzer, R., Ozdogan, H. & Ozen, S. (2007). colchicine use in children and adolescents with Familial Mediterranean Fever: Literature review and consensus statement. pediatrics, 119(2), e474–e483. https://doi.org/10.1542/peds.2006-1434

Kandur, Y., Kocakap, D. B. S., Alpcan, A. & Tursun, S. (2022). Clinical significance of MEFV gene variation R202Q. Clinical Rheumatology, 41(1), 271–274. https://doi.org/10.1007/s10067-021-05906-1

Kaye, A. D., Islam, R. K., Nguyen, I. D., Robin, C. J., Norwood, H. A., Baptiste, C. J., McGregor, D. W., Jr, Barrie, S., Parker-Actlis, T. Q., Ahmadzadeh, S., Islam, K. N., & Shekoohi, S. (2025). Familial Mediterranean Fever (FMF): Emerging concepts in diagnosis, pain management, and novel treatment options: A narrative review. Current pain and headache reports, 29(1), 22. https://doi.org/10.1007/s11916-024-01345-0

Kivity, S., Danilesko, I., Ben-Zvi, I., Gilburd, B., Kukuy, O. L., Rahamimov, R. & Livneh, A. (2011). Serum amyloid A levels in kidney-transplanted patients with Familial Mediterranean Fever amyloidosis. The Israel Medical Association Journal: IMAJ, 13(4), 202-205.

Kuru, O., Ozkaya, O., Alayli, G., Genc, G., Durmus, D., Bilgici, A. & Sen, H. E. (2015). Does the age at disease onset cause a delay in diagnosis and affect disease severity in the children with Familial Mediterranean Fever. Pediatric Rheumatology, 13(Suppl 1), P75. https://doi.org/10.1186/1546-0096-13-S1-P75

Lidar, M. & Livneh, A. (2007). Familial Mediterranean Fever: Clinical, molecular and management advancements. The Netherlands Journal of Medicine, 65(9), 318–324.

Maggio, M. C. & Corsello, G. (2020). FMF is not always "Fever": From clinical presentation to "Treat to Target". Italian Journal of Pediatrics, 46(1), 7. https://doi.org/10.1186/s13052-019-0766-z

Ocak, T., Görünen, A., Yağız, B., Coşkun, B. N., Sağ, Ş. Ö., Dalkılıç, H. E. & Pehlivan, Y. (2024). Ailevi Akdeniz Ateşi tanısı olan hastalarda ekzon 10 lokasyonunda mutasyon pozitifliğinin klinik ve laboratuvar yansıması. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 50(1), 29-33.

Önen F. (2006). Familial Mediterranean Fever. Rheumatology International, 26(6), 489–496. https://doi.org/10.1007/s00296-005-0074-3
Örün, E. ve Yalçınkaya, F. (2003). Türk tıbbında Ailevi Akdeniz Ateşî Hastalığı ve amîloîdoz. Türk Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi, 12(1).
Özçakar, Z. B., Şahin-Kunt, S., Özdel, S. & Yalçınkaya, F. (2015). Neonatal onset Familial Mediterranean Fever. Pediatric rheumatology, 13(Suppl 1), P79. https://doi.org/10.1186/1546-0096-13-S1-P79
Özen, S. & Bilginer, Y. (2014). A Clinical Guide to Autoinflammatory Diseases: Familial Mediterranean Fever and next-of-kin. Nature reviews. Rheumatology, 10(3), 135–147.
Özkan, H. İ. (2024). FMF ilişkili ve FMF dışı amiloidozların klinik ve demografik özelliklerinin retrospektif karşılaştırılması. Erişim Tarihi 09 Mart 2025, https://hdl.handle.net/11452/44890
Pras, E., Langevitz, P., Livneh, A., Zemer, D., Migdal, A., Padeh, S., ... & Pras, M. (1997). Genotype–phenotype correlation in Familial Mediterranean Fever (a preliminary report). Familial Mediterranean Fever. Tel Aviv: Freund Publishing House, 260-264.
Touitou, I. (2001). The Spectrum of Familial Mediterranean Fever (FMF) mutations. European Journal of Human Genetics: EJHG, 9(7), 473–483. https://doi.org/10.1038/sj.ejhg.5200658
Tunca, M. (2006). Ailevi Akdeniz Ateşinin Tarihçesi Dünya'da ve Türkiye'de Ailevi Akdeniz Ateşi. Turkiye Klinikleri Journal of Internal Medical Sciences, 2(8), 4-8.
Ugan, Y. & Ermiş, F. (2011). Ailesel Akdeniz Ateşi. Medical Journal of Süleyman Demirel University, 18(4), 139-143.
Üstebay, S., Üstebay, D. Ü. & Yılmaz, Y. (2015). Familial Mediterranean Fever. JAREM. Journal of Academic Research in Medicine, 5(3), 89.
Yaşar Bilge, Ş., Sarı, İ., Solmaz, D., Şenel, S., Emmungil, H., Kılıç, L., Yılmaz Öner, S., Yıldız, F., Yılmaz, S., Ersözlü Bozkırlı, D., Aydın Tufan, M., Yılmaz, S., Yazısız, V., Pehlivan, Y., Bes, C., Yıldırım Çetin, G., Erten, Ş., Gönüllü, E., Şahin, F., Akar, S., …& Kaşifoğlu, T. (2019). The Distribution of MEFV mutations in Turkish FMF Patients: Multicenter study representing results of anatolia. Turkish journal of medical sciences, 49(2), 472–477. https://doi.org/10.3906/sag-1809-100
Yavuz, S., Duru, N. S. & Elevli, M. (2018). Ailevi Akdeniz Ateşi hastalarında klinik, laboratuvar bulguları, hastalık ağırlık skorları ve gen mutasyonları arasındaki ilişki. Medical Bulletin of Haseki/Haseki Tip Bulteni, 56(1).
Yılmaz, E., Ozen, S., Balci, B., Duzova, A., Topaloglu, R., Besbas, N., Saatci, U., Bakkaloglu, A. & Ozguc, M. (2001). Mutation Frequency of Familial Mediterranean Fever and evidence for a high carrier rate in the Turkish Population. European journal of human genetics: EJHG, 9(7), 553–555. https://doi.org/10.1038/sj.ejhg.5200674
Yiğit, S., Karakus, N., Tasliyurt, T., Kaya, S. U., Bozkurt, N. & Kisacik, B. (2012). Significance of MEFV gene R202Q Polymorphism in Turkish Familial Mediterranean Fever Patients. Gene, 506(1), 43–45. https://doi.org/10.1016/j.gene.2012.06.074
Yin, X., Tian, F., Wu, B. & Xu, T. (2022). Interventions for Reducing Inflammation in Familial Mediterranean Fever. The cochrane database of systematic reviews, 3(3), CD010893. https://doi.org/10.1002/14651858.cd010893.pub4
Yosunkaya Fenerci, E. (2007). Ailevi Akdeniz Ateşi hastalığında genotip fenotip ilişkileri. [Yayımlanmış Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

MUSTAFA NECATİ SEPETÇİOĞLU'NUN ESERLERİNDE YUNUS EMRE

Dr. Meltem YANIK
ORCID ID: 0000-0001-7625-286X

ÖZET

Maneviyatı, sevgiyi, hoşgörüyü ve insanın özündeki hakikati dikkate alan Yunus Emre; şair, fikir ve gönül insanı gibi çok yönlü kimliğiyle öne çıkar. Klasik Türk edebiyatında bilhassa Divan, Halk ve Tekke edebiyatı bağlamında ilahileriyle tanınan Yunus Emre, Modern Türk edebiyatında roman, tiyatro, deneme, biyografi ve şiir gibi çeşitli edebî türlerde ele alınan bir figür olarak değerlendirilir. Modern Türk edebiyatında hayatı, şiirleri ve tasavvufî düşünce dünyasıyla tarihsel bir şahsiyet veya kurgusal bir figür olarak yeniden yorumlanan Yunus Emre'yi edebî kişiliğiyle inceleyen yazarlardan biri de Mustafa Necati Sepetçioğlu (1932-2006)'dur. Sepetçioğlu, Osmanlı'nın kuruluş sürecini konu alan *Konak* (1973) adlı romanında Yunus Emre'yi Türkmen halkına yön veren manevi bir otorite ve Kara Osman'ın liderliğini meşrulaştıran bir figür olarak temsil eder. *Yunus Emre* (1993) başlıklı tiyatro eseri ile *Benim Adım Yunus Emre* (1992) adlı romanda ise Yunus Emre, anlatının ana karakteri olarak kurgulanır. Bu eserlerde onun tasavvufî olgunlaşma süreci ve içsel dönüşümü kurgu içinde detaylı bir biçimde anlatılırken aynı zamanda tarihsel bir bilgi aktarımı da sağlanır. Yazarın söz konusu her üç eserinde Yunus Emre edebî, kültürel ve tarihsel bir figür olarak merkeze alınır ve böylece onun düşünce dünyası, tasavvufî birikimi ve insanlarla kurduğu gönül bağı okuyucuya aktarılır. Bu çalışmada, klasik bir tasavvuf yolcusu olarak Yunus Emre'nin modern anlatım biçimleriyle nasıl yeniden kurgulandığı ve edebî bağlamda nasıl yorumlandığı üzerinde durulur. Ayrıca tematik bir yaklaşımla ele alınan eserler "Yunus Emre'nin Tasavvufî Kimliği", "Bilge, Rehber ve Manevi Önder Olarak Yunus Emre" ve "Şiir Dili ve Sözün Gücü" olmak üzere üç başlık altında incelenir. Son olarak çalışmada konuya ilişkin değerlendirmeleri ve genel kanaatleri ortaya koyabilmek amacıyla eserlerden alıntılara yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mustafa Necati Sepetçioğlu, *Yunus Emre*, *Benim Adım Yunus Emre*, *Konak*, tasavvuf.

YUNUS EMRE IN THE WORKS OF MUSTAFA NECATİ SEPETÇİOĞLU

ABSTRACT

Emphasizing spirituality, love, tolerance, and the inner truth of the human being, Yunus Emre stands out with his multifaceted identity as a poet, thinker, and man of heart. Yunus Emre is primarily known for his hymns in classical Turkish literature, while in modern Turkish literature, he is portrayed as a historical and fictional figure across various genres; in this context, Mustafa Necati Sepetçioğlu is one of the prominent authors who examine his literary persona. In his novel *Konak* (1973), which centers on the foundation of the Ottoman Empire, Sepetçioğlu portrays Yunus Emre as a spiritual authority guiding the Turkmen people and as a legitimizing figure for Kara Osman's leadership. In the play titled *Yunus Emre* (1993) and the novel *Benim Adım Yunus Emre* (1992), Yunus Emre is constructed as the central character of the narrative. In these works, his process of Sufi maturation and inner transformation is conveyed in detail through the narrative structure, while simultaneously providing a transmission of historical knowledge. Thus, in all three of the author's works, Yunus Emre is positioned at the center as a literary, cultural, and historical figure, through which his intellectual world, Sufi knowledge, and spiritual connection with people are conveyed to the

reader. This study focuses on how Yunus Emre, as a classical Sufi traveler, is reimagined through modern narrative forms and interpreted within a literary context. The works examined thematically are analyzed under three main headings: “The Sufi Identity of Yunus Emre”, “Yunus Emre as a Sage, Guide, and Spiritual Leader” and “The Poetic Language and Power of Speech”. Finally, excerpts from the works have been included in the study to substantiate the evaluations and general conclusions related to the subject matter.
Keywords: Mustafa Necati Sepetçioğlu, *Yunus Emre*, *Benim Adım Yunus Emre*, *Konak*, Sufism.

GİRİŞ

Cumhuriyet döneminin önemli yazarlarından bir olan Mustafa Necati Sepetçioğlu, roman, tiyatro, araştırma/inceleme ve makale gibi çeşitli türlerde eserler kaleme alarak çok yönlü bir yazar kimliğiyle ön plana çıkar. Sepetçioğlu, eserlerinde bilhassa Türk milletinin değer ve inançları üzerinde durarak “gerek roman ve hikâyelerinde gerekse oyunlarında Türk millî kültürünü inşa etmeye çalışmış[tır]” (Karaca, 2007). Bu doğrultuda tarihsel, toplumsal ve kültürel değerler edebî bir perspektifle yeniden işlenerek anlam kazanır. Yazarın Yunus Emre’yi merkeze aldığı üç farklı eserinde, mutasavvıf şahsiyetin anlatıya dâhil edilme biçimi benzerlik gösterir.

Benim Adım Yunus Emre adlı biyografik romanda Yunus Emre, baştan sona anlatının asli şahsı olarak konumlandırılır ve tasavvufî olgunlaşma süreci, içsel dönüşümü detaylı bir biçimde kurgulanarak işlenir. Ayrıca söz konusu bu eser, Yunus Emre’nin bireysel yolculuğuna odaklanması bakımından oldukça kapsamlı bir malzeme sunar. Romanda Yunus Emre, Konya’dan hemşerilerinin çağrısı üzerine yola çıkar ve yolda karşılaştığı insanlar sırasıyla; Konya’daki çoban, Avratlar Pazarı’nın Çedikçisi Ahmed Usta, Bostan sahibi, epeyce yaşlı balıkçı, gece duvar ören dervişler, Kara Osman ve Molla Kasım’dır. *Yunus Emre* adlı tiyatro eserinde ise *Benim Adım Yunus Emre* romanındaki aynı anlatının belli bir kısmı sahneleme yöntemiyle dramatize edilir. Bu tiyatro eserinde, söz konusu romanda Yunus Emre’nin yolda karşılaştığı gece duvar ören dervişler kısmı ve sonrasında gelişen olaylar, doğrudan aktarılır. Olay örgüsü, karakterler ve söylem açısından tiyatro metni, romanın ilgili bölümünden alınan cümleleri içermekte ve anlatı yapısı sahneleme kurallarına uygun şekilde yeniden biçimlenmektedir. “Oyunun konusu *Benim Adım Yunus Emre* adlı biyografik roman ile aynıdır. Fakat konu Yunus Emre’de daha kısaltılmıştır. Şiirlerin büyük çoğunluğu her iki kitapta da ortaktır” (Çalık, 1993: 313). Dolayısıyla burada yazar, Yunus Emre’nin aynı anlatısını farklı bir türle yeniden okura sunmuştur.

Konak adlı romanda ise Yunus Emre, arka planda yer alan bir figürdür ve Yunus’a duyulan saygı ve sevgi özellikle Kara Osman’ın tutumları aracılığıyla okura aktarılır. Osmanlı’nın kuruluş sürecini konu alan bu romanda Yunus Emre, ilk olarak Kara Osman’la yaptığı kısa bir sohbet sahnesinde görülür. Mustafa Necati Sepetçioğlu, *Benim Adım Yunus Emre* adlı romanında Yunus Emre’nin yolda Ertuğrul’un oğlu Kara Osman ile karşılaşmasına ve onunla kısa bir sohbet edip yemeğini paylaşmasına yer verir. Aynı sahne, yazarın *Konak* adlı romanında da birebir söz ve cümlelerle yeniden ele alınır. Ancak bu kez anlatının bakış açısı değişir. *Benim Adım Yunus Emre* romanında sahne Yunus Emre’nin gözünden aktarılırken; *Konak* romanında olay, Kara Osman’ın perspektifinden sunulur. Bu yaklaşım ise yazarın aynı olayı farklı karakterlerin bakış açılarıyla vererek çok yönlü bir anlatı inşa ettiğini ve karakterlerin iç dünyasına farklı metinlerde derinlik kazandırdığını gösterir. *Konak* romanında Yunus Emre’nin bir diğer anlatımı Mevlânâ, Sarı Saltuk, Geyikli Baba, Tokatlı Barak Baba, Kaygusuz Abdal, Abdal Musa, Tapduk Emre, Şeyh Edebali ve Karaca Ahmet gibi tarihî-mistik

şahsiyetlerle birlikte bir meşveret ortamında görülür. Bu bağlamda Yunus Emre, eserde söz konusu hem Türkmen halkına yön veren bir manevi otoriteyi hem de Kara Osman'ın liderliğini meşrulaştıran bir figürü temsil eder. Son olarak yazarın 1973 yılında yayımlanan *Konak* romanının devamı niteliğindeki *Çatı* adlı eserinde ise Yunus Emre dolaylı biçimde, geçmişe dönük anlatımlarla ve ölümü üzerinden anılarla söz edilir. Bu da Yunus Emre'nin romanda daha çok sembolik bir unsur olarak sunulduğunu gösterir. Dolayısıyla Yunus Emre'nin anlatıdaki sınırlı varlığı ve işlevsel derinliğinin olmaması nedeniyle eser, bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

1. Yunus Emre'nin Tasavvufî Kimliği

Yunus Emre'nin tasavvufî kimliği, içsel sorgulamalar, varoluşsal arayışlar ve iç dünyasında hakikate ulaşma çabası, öz farkındalığı etrafında şekillenir. *Benim Adım Yunus Emre* adlı romanında Yunus Emre, kendini sık sık bağrı taşlı, gözü yaşlı, garip ve yalnız biri olarak tanımlar. Bu tanımlamalar, onun tasavvufî kimliğinin olgunlaşma süreciyle doğrudan ilişkilidir. Birkaç örnek vermek gerekirse "Yeryüzüne savruluvermiş, bağrı taşlı, gözü yaşlı bir garip..." (Sepetçioğlu, 2022, s. 14); "Ben bir gârib âdemim" (Sepetçioğlu, 2022, s. 16); "ben, öylesine önemsenecek biri değildim... şöyle garip bencileyin bir kişi... cik" (Sepetçioğlu, 2022, s. 17); "Ben garib, ben bağrı taşlı gözü yaşlı" (Sepetçioğlu, 2022, s. 35); "Ben tek başıma; ben, yalnız ve garîb ve bağrı taşlı, gözü yaşlı bencileyin bir tek gönül..." (Sepetçioğlu, 2022, s. 41); "Ben garîb, ben yalnız, ben bencileyin bir insan" (Sepetçioğlu, 2022, s. 60); "Ben, bencileyin bağrı taşlı gözü yaşlı garîb insan" (Sepetçioğlu, 2022, s. 119); "Ben bir garîb âdem" (Sepetçioğlu, 2022, s. 131) gibi benlik algısını yansıtan kalıp ifadeler, roman boyunca belirli aralıklarla tekrar eder. Dolayısıyla bu ifadeler, Yunus Emre'nin tasavvufî kimliğini oluşturan algılama yetisinin edebî temsilleri olarak değerlendirilebilir.

Roman boyunca okuyucu, Yunus Emre'nin Allah'a ulaşma gayesiyle çıktığı manevi yolculuğunun içsel dönüşümüne tanıklık eder. Bu yolculuk, onun tasavvufî kimliğini şekillendiren sürecin merkezinde yer alır ve hamlıktan olgunluğa eriş mertebesiyle doğrudan ilişkilendirilir. Yunus Emre, bu durumu daha romanın ilk sayfalarında dile getirerek, "hamlıktan olgunluğa erişi, çiğ iken yoğrulması ve pişmesi gibi bir özleşme idi mesela" (Sepetçioğlu, 2022, s. 5) sözleriyle tasavvufî dönüşümünü simgesel biçimde somutlaştırır. Yunus Emre'nin tasavvufî yolculuğu, "pişmeliydim" (Sepetçioğlu, 2022, s. 46) gibi ifadelerle de olgunlaşma sürecinin sabır, acı ve içsel mücadelesini vurgulayarak yaratılışın anlamını kavrama ve hakikati öğrenme çabasını yansıtır. Ayrıca Yunus Emre "Bize sevmek gerek, dünya gerek, dünya gerekmez. Bize mânâ gerek, dâvâ gerekmez" (Sepetçioğlu, 2004, s. 12); "gerçek..? ve mânâ..? Hangi gerçek idi, hangi mânâ idi? Moğol'un da kendine göre bir gerçeği var idi, Türkmen'in de. Ya benim…? Benim gerçeğim?" (Sepetçioğlu, 2022, s. 65) sözleriyle tasavvufî kimliğini hakikate ulaşma ve mananın peşinden gitme çabası üzerinden derinlikli biçimde yansıtır. Gerçek ve mânâ kavramları, eserde devamlı sorgulanır. Okuyucu, Moğol'un, Türkmen'in ve Yunus Emre'nin kendilerine özgü hakikat anlayışlarına tanıklık eder. Böylece yazar, hakikatin çok boyutlu lakin öznel bir yapıya sahip olduğuna dikkat çeker.

Yunus Emre, Konya'dan hemşerilerinin çağrısı üzerine yola çıktığında, yolculuğu boyunca karşılaştığı kişilerle gerçekleştirdiği diyaloglar, onların doğrudan söyledikleri kadar sezdirerek aktardıkları veya hissettirdikleri sözler etrafında gelişir ve bu sözler, özünde aynı hakikatin farklı biçimlerde tezahür edilmesidir. Zira eserde Yunus Emre, tasavvufî olgunlaşma sürecinin önemli duraklarını vurgularken içsel yolculuğunun zahmetli ve dar geçitlerden oluştuğunu "Yolum bir ince uzun yol, zahmetlicedir. Dar yollardan yürürüm, dar kapılardan geçmekteyim. Durağım dost gönülleridir…" (Sepetçioğlu, 2022, s. 92) ifadesiyle dile getirir. Onun yolda karşılaştığı insanlar sırasıyla; Konya'daki çoban, Avratlar Pazarı'nın Çedikçisi Ahmed Usta,

Bostan sahibi, epeyce yaşlı balıkçı, gece duvar ören dervişler, Kara Osman ve Molla Kasım'dır. Yunus Emre, bu bireylerle kurduğu bağ üzerinden kendi benliğini ve hakikati keşfetmeye yönelir ve onları "benim birer parçam gibiydiler" (Sepetçioğlu, 2022, s. 128) sözleriyle tanımlayarak, bu karşılaşmaların kendi içsel bütünlüğünü tamamlayan unsurlar olduğuna dikkat çeker.

Yunus Emre'nin manevi dönüşüm sürecinde karşılaştığı kişiler arasında Bostan sahibi, onun tasavvufî olgunlaşma sürecinde en derin etkiler bırakan figürlerden biridir. Yunus Emre'nin "sanki Bostan sahibiyle içselleşen benliğim..." (Sepetçioğlu, 2022, s. 42) ifadesi, bu karakterle kurduğu ilişkinin içsel dönüşümündeki belirleyici rolünü pekiştirir. Romanda kâinatla bütünleşme, duaya karışma, vecd içinde inleme ve çok şükür gibi ifadelerle Yunus Emre'nin ilahi aşka ve teslimiyetin doruğuna ulaşması şöyle anlatılır:

"…onun yerine ben geçtim. Hissedilmesi bile imkânsız bir yer değiştirme gerçekleşmesi yaşamak aklımı başımdan aldı. Ne var ki bostan sahibinin yerine geçen beni seyreden de yine ben idim, ben de benden saklı yaşayan bir ben var idi karşımda; bostan sahibinin yerini almıştı. (...) O anda yoğun bir ışık düştü üstüme. Belki ortalık ağarıyordu; kâinat duaya başladı. (...) Kâinatın duasına karıştı bedenim. Hoştu. Güzeldi. Sanki varlık âlemi yeniden yaratıyor, yokluk âlemi dirilme hevesinde secde bekliyordu. Bir sonsuz özlem kaynadı damarlarımda, yüreğimde alevlendi.

Artık çevreyle bir olmuştum. Kâinatın duasındaydım; ikinci defa benlik duvarlarının dışına çıkmıştım. Benim içimde benden beni alan ben de kendi kabuğunu yırtmıştı. (…) Hep birlikte dönüyor, Yaradan'ın yaratış gücüne karışıyorduk; vecd içinde inledim; bir derin iç çekiş göğsümde fırtınalaştı dudaklarımdan incecik bir seher yeli esintisinde çıktı: 'Çok şükür! Çok şükür! Çok şükür Rabbim, çok şükür'…" (Sepetçioğlu, 2022, s. 32-33).

Yazar, yukarıda görüldüğü gibi bu tür betimlemeler aracılığıyla Yunus Emre'nin tasavvufî olgunlaşma sürecini aktarırken okurda derin bir hissiyat uyandırmayı amaçlar. Yunus Emre'nin kâinatla birlikte raks etmesi, doğanın musikisiyle özünü kaptırması evrendeki bütün varlıklarla birleşme, bütünleşme hatta özdeşleşme hâlini ifade eder: "Bütün bunlar benim için, ben var olayım diye yaratıldı, biliyorum. Ben… insanım! Varım..! Varlığımı bilebilmem, yarattıklarını hoş görebilmem için yaratıldı…" (Sepetçioğlu, 2004, s. 8).

Yunus Emre'nin tasavvufî kimliği, romanda cezbe, raks, vecd ve musiki gibi semboller aracılığıyla derinleştirilir. Bilhassa onun ilahi hakikate ulaşma yolculuğu, dünyevi benliğin aşılmasıyla anlam kazanır. Yunus Emre'nin "nereden geldiği anlaşılmaz bir musikide raksın nefes kesici dönüşlerine katıldım. Hiç düşünmeden açılmıştı ellerim" (Sepetçioğlu, 2022, s. 94); "tabiat; sesiyle, kokusuyla, rengiyle bendeşimleşiyordu" (Sepetçioğlu, 2022, s. 171) gibi sözleri, onun iç dünyasında yaşadığı değişimi simgeler. Tüm bu ifadeler, Yunus Emre'nin dünyevi benliğinden arınarak ilahi hakikate ulaşma sürecinin şiirsel ve mistik boyutunu gözler önüne serer.

Roman boyunca Yunus Emre'nin, hemşerilerinin yanına gitmek üzere çıktığı yolculukta karşılaştığı her unsur, onun içsel dönüşümünün bir durağını oluşturur. Yunus Emre, hemşerilerine ulaştığında ise köylüler, ondan Hacı Bektaş Veli dergâhına giderek kendileri için bir yıllık buğday talebinde bulunur. Yunus Emre, dergâhın eşiğine vardığında dünyevî varoluşundan sıyrılarak geçirdiği dönüşümü "Hamlıktan olgunluğa erişi, çiğ iken yoğrulması ve pişmesi gibi bir özleşme idi mesela" (Sepetçioğlu, 2022, s. 286) şeklinde anlatır. Bu süreç, onun tasavvufî kimliğinin olgunlaşmasında önemli bir eşiğe işaret eder. Zira bu durum Yunus Emre'nin nefsiyle hesaplaşarak ruhunun derinliklerinde manevi bir dönüşüm ve içsel bir olgunlaşma geçekleştirmesi ve öz benliğe ulaşma sürecinin edebî ifadesi olarak anlamsal bir derinlik kazanır.

2. Bilge, Rehber ve Manevi Önder Olarak Yunus Emre

Yunus Emre, halkın ona duyduğu derin gönül bağı sayesinden toplumsal liderlik anlamında bir bilge ve önder figürüne dönüşür. Ancak bu figür, sembolik bir değer taşıyan tasavvufî bir rehberlik niteliğindedir. Zira Yunus Emre'nin fikirleri, yol gösterici ve düşündürücü bir güvene dayanan manevî otoriteyi karşılar.

Benim Adım Yunus Emre romanı ve *Yunus Emre* piyesinde Anadolu coğrafyasında yaşayan Türkmenler uzun süredir süregelen kuraklık nedeniyle büyük bir kıtlık ile karşı karşıyadır. Köylerde açlık hüküm sürerken, harmanını alabilen az sayıdaki kişi dahi ürününü sele kaptırır. Bu nedenle halk, yoksulluk ve çaresizlik içerisinde yaşar. Bu zorlu koşullar altında Moğollar, zaten yorgun ve umutsuz durumda olan Türkmenler üzerinde baskı kurarak ellerinde kalan buğdaylara el koyar ve erkekleri maden ocakları ile tuzlalar gibi ağır çalışma alanlarına zorla götürerek köleliğe mahkûm eder. Derin bir yoksunluk içinde kalan köylüler ise son çare olarak Hacı Bektaş Veli dergâhından medet umar. Zira "Hacı Bektaş Veli Anadolu'daki halkı irşat etmek için vazifelendirilmiş velayet sahibi erenlerden biri olarak kabul edilir" (Şahin, 2025, s. 91). Bu noktada umudun taşıyıcısı olarak konumlandırılan Yunus Emre, ön plana çıkar ve köylüler için tek çıkar yol, onun Hacı Bektaş Veli dergâhından buğday getirmesidir: "Bize, daha sonraki yıllarda ödenmek üzere bir yıllık yiyeceğimize yetecek ölçüde buğday verilmesi için aracı olmanı isteyeceğiz senden" (Sepetçioğlu, 2022, s. 185); "Şimdi bizim tek umudumuz oldun. (…) Sen gidersen Bektaş dergâhı kapısını açacaktır" (Sepetçioğlu, 2004, s. 29). Bu durum, Yunus Emre'nin tarihsel gerçeklik bağlamında rolü ile manevi bağlamda bir kurtarıcı ve aracı figür olarak konumlandırıldığını gözler önüne serer. Bu doğrultuda Yunus Emre, Hacı Bektaş Veli'den bir sene yetecek düzeyde buğday istemeye gider. Hacı Bektaş Veli ise Yunus Emre'ye buğday değil nefes vermeyi teklif eder. Ancak Yunus Emre, halkının ihtiyaçlarını kendi içsel taleplerinin önünde tuttuğu için bunu kabul etmez. Yunus, bu yönüyle halkın derdiyle hemhal olmaya çalışan, onların acılarını paylaşan, ihtiyaçlarına manevi karşılıklar sunan bir rehber ve manevi önder olarak betimlenir. Yunus Emre'nin "Sıkıntıya gölge olmak, üretimin dönüşümündeki yorgunluğu dinlendirmeğe gayret etmek çekiciydi benim için" (Sepetçioğlu, 2022, s. 14) gibi ifadesi, onun kendini insanlara adayan, bir derviş kimliğiyle öne çıktığını gösterir. Yunus Emre'nin "umutlarına veya umutsuzluklarına merhem olma" (Sepetçioğlu, 2022, s. 185) ve buna ilaveten "Ezik gönüllere bir sürümlük merhem, yanık yüreklere yarım avuçluk serinlik olabilme" (Sepetçioğlu, 2022, s. 14) arzusu, onu insanlar için teselli kaynağı olarak konumlandırır. Romandaki bazı karakterlerin, Yunus Emre'yi "şu anda bizim tek umudumuzsun Allah'tan sonra… (Sepetçioğlu, 2022, s. 187) ve "Yalnız sen varsın dediler! Dediler; Allahtan ve Resulü'nden sonraki güvencemizsin" (Sepetçioğlu, 2022, s. 252) şeklinde nitelendirmesi halkın ona duyduğu derin güveni ve bağlılığı yansıtır.

Konak romanında Yunus Emre, anlatı içinde iki farklı noktada okuyucunun karşısına çıkar. İlk olarak Kara Osman'la yaptığı konuşmada yol gösterici ve düşündürücü bir figür olarak konumlandırılır. "Yunus Emre, Osman Bey'in yanında bulunduğu süreçte onunla daima kibar, sevecen ve saygılı bir üslûpla konuşur. İfadelerinde yol gösterici bir tavrı benimsemekle birlikte muhatabına üstten bakmaz ve onu incitmez" (Dere, 2021b, 10). Bu da Yunus Emre'nin rehber ve bilgelik yönünü öne çıkararak Kara Osman'ın zihnindeki kararsızlıkları aşmasına katkı sağlar: "Osman, Yunus'un sözlerinin mânâsını çıkarmaya çalıştı. Türlü mânâlara geldiği muhakkaktı. (…) Yunus gibi bir derviş boşuna lâf etmezdi" (Sepetçioğlu, 2024, s. 92).

Romanda Yunus Emre'nin yer verildiği bir diğer kısım ise Mevlânâ, Sarı Saltuk, Geyikli Baba, Tokatlı Barak Baba, Kaygusuz Abdal, Abdal Musa, Tapduk Emre, Şeyh Edebali ve Karaca Ahmet gibi tarihî-mistik şahsiyetlerle bir arada bir meşveret ortamında anlatılmasıdır. Bu toplantıda dervişlerle birlikte Yunus Emre, devletin kuruluşuna dair önemli kararlar alır.

Böylece yazar, Yunus Emre'yi toplumsal ve siyasi düzlemde manevî bir önder olarak konumlandırır. Eserde Yunus Emre'nin anlatıldığı her iki sahne, onun fikirleriyle çevresine yön veren bir şahsiyet olarak işlendiğini ortaya koyar.

3. Şiir Dili ve Sözün Gücü

Mustafa Necati Sepetçioğlu'nun eserlerinde Yunus Emre'nin şiir ve sözleri, halkın gönlünü ferahlatan, topluma umut ve moral aşılayan, manevî ve toplumsal bir direniş bilinci kazandıran mücadele biçimi olarak kurgulandığını söylemek mümkündür.

Konak romanında Yunus Emre'ye ait toplam dört söze yer verilir. Bunlardan ilki, tırnak içinde ve italik biçimde tek bir dörtlük şeklindedir. İkinci söz, telmih yoluyla metne dâhil edilir. Son iki ifade ise, diyalogların akışı içinde, doğrudan alıntılanmaksızın anlam bütünlüğü içerisinde dolaylı olarak aktarılır. Örneğin; Yunus Emre'nin "…'Ben gelmedim dava için, benim işim sevi için' dedi yüreğinde gizlice" (Sepetçioğlu, 2022, s. 168) ifadesi, *Benim Adım Yunus Emre* romanında da tekrarlanarak doğrudan şöyle aktarılır: "Ben yeryüzüne davalar için gelmedim. Dünya meseleleri bana göre değil… benim işim sevi işi; sevmek, erişilebileni ve erişilemeyeni sevmek, sevdirmek… yeryüzünün çetrefilliğine sevgi ile katlanmasını öğrenmek, öğretmek; benim işim bu" (Sepetçioğlu, 2022, s. 20). Dolayısıyla bu sözler, Yunus Emre'nin dünyaya karşı takındığı tasavvufî tavrı yansıtan anlamsal bir derinlik sunar.

Yunus Emre'nin şiirleri, toplumsal ve manevi bir etki aracıdır. Yunus Emre'nin sözlerinin halk arasında dilden dile dolaşması, onun şiirlerinin sözlü kültürdeki yaygınlığını ve toplumsal karşılığını açığa çıkarır. *Konak* adlı romanda Ertuğrul'un küçük oğlu Kara Osman, Yunus'un ilahilerinin "Türkmen'lerin dilinden düşürmediği" (Sepetçioğlu, 2024, s. 91) sözler olduğunu ifade ederken; *Benim Adım Yunus Emre* romanında yine Kara Osman, "benim demelerimin, deyişlerimin çokça sevildiğini, çokça okunduğunu (…) bunların dilden dile gezişi, Söğüt'te okunuşu, Konya'da bilinişi" (Sepetçioğlu, 2022, s. 147) şeklindeki sözleriyle, Yunus Emre'nin sözlerinin toplumsal birliği sağlayan güçlü bir ifade biçimi olduğunu vurgular.

Yazarın *Benim Adım Yunus Emre* romanında, Yunus Emre'nin şiir dili ve sözün kudreti, anlatının tematik ve yapısal bir unsuru olarak değerlendirilir. Roman kurgusu içerisine hem doğrudan hem de dolaylı biçimde yerleştirilen şiirler, Yunus Emre'nin tasavvufî kimliğini inşa eden en önemli araçlardan biri olarak vurgulanır. Eserde toplam 33 şiir yer alır. Bunlar koyu puntolarla ve tırnak içinde verilerek metne doğrudan dâhil edilir. Bu şiirlerden 2 tanesi dörtlük formunda geri kalanlar ise bentler hâlinde yapılandırılmıştır. Ayrıca romanda, anlam yoğunluğu taşıyan 9 adet tek dizelik söz de bulunmaktadır. Eserde Türkmenlerin Yunus'a "Söz yolunu gösterir cana, vezir eyler; söz var yoldan şaşırtır kişiyi rezil eyler. Söz, ekmek gibi, doyurur. Sen doyuruyorsun Yunus Derviş..." (Sepetçioğlu, 2022, s. 152) gibi ifadeleri, Yunus Emre'nin sözlerinin ruhsal besleyiciliği olan bir etki taşıdığına karşılık gelir. Zira şiir, Yunus Emre için hissederek söylenen ve ilhamla doğan bir hakikati karşılar: "Ben öğretmem, öğretmek bana göre değil ki. Ben söylerim, bildiğimce söylerim…" (Sepetçioğlu, 2022, s. 204) sözü, onun varoluşsal ve samimi bir söyleyiş tarzı benimsediğini gösterir. Hatta romanda Çedikçi Ahmet Usta, Türkmenlerin Moğol baskılarıyla yaşadıkları içsel sıkıntıyı biraz olsun hafifletmeleri ve güç almaları için Yunus Emre'ye susmaması gerektiğini ve halkı harekete geçiren direniş dili için "okursun, gönlümün pasını silersin" (Sepetçioğlu, 2022, s. 18); deyişlerinin "Türkmen'e direk olacaktır" (Sepetçioğlu, 2022, s. 19) gibi ifadeleri, tasavvufî anlamda sözün toplumsal işlevini ön plana çıkarır.

Tıpkı *Benim Adım Yunus Emre* romanında olduğu gibi, *Yunus Emre* adlı tiyatro eserinde de şiirlerin yanı sıra, diyalogların içine ustalıkla yerleştirilmiş, anlam yoğunluğu taşıyan sözlere rastlanılmaktadır. Ayrıca Yunus Emre'nin "şiirlerle konuşturulması ise doğrudan doğruya anlatım tekniği ile olay örgüsü arasında organik bir bağın olduğunu ortaya koymaktadır" (Dere,

2021a, s. 127). Eserde iki perdelik metin boyunca toplam 26 şiir yer alır. Bu şiirlerin birinci perdede 19, ikinci perdede ise 7 tanesi sunulur. Bunlar metne italik formda kurgu içine doğrudan dâhil edilir. Şiirlerden ikisi dörtlük, kalanlar ise bent formundadır. Böylece yazar, söz konusu şiirleri eserde dramatik yapı içerisinde anlamca işlevsel hâle getirir. Mustafa Dere'nin de belirttiği gibi Mustafa Necati Sepetçioğlu, Yunus Emre'ye ait şiirleri, olay örgüsünün akışıyla uyumlu tematik bölümlere yerleştirerek metnin bütünlüğünü sağlar. Bu yönüyle piyesin tamamının, şiirlerin çevresinde inşa edilen çerçeve bir metin niteliği taşıdığı söylenebilir. Yazar, Yunus Emre'nin şiirlerinden hareketle kurgusal bir yapı oluşturarak, şiirlerin içerikleri ile anlatının tematik derinliğini örtüştürmeyi amaçlamıştır (2021a, s. 133). Sonuç olarak Mustafa Necati Sepetçioğlu'nun eserlerinde şiir, Yunus Emre'nin iç dünyası ile dış dünya arasında bir köprü işlevi görür. Bu yöntem, Yunus Emre'nin kendini anlatmasının yanı sıra insanlara ulaşmanın da en güçlü yoludur. Böylece Yunus Emre'nin şiirlerinin bireysel bir ifade yöntemi ve toplumsal dönüşümün en somut hâli olduğunu söylemek mümkündür.

SONUÇ

Klasik bir tasavvuf yolcusu olan Yunus Emre'nin düşünce dünyası, tasavvufî birikimi ve insanlarla kurduğu gönül bağı, modern anlatım biçimleriyle Mustafa Necati Sepetçioğlu'nun eserlerinde kültürel ve tarihsel bir figür olarak yeniden ele alınır. Sepetçioğlu, *Yunus Emre* ve *Benim Adım Yunus Emre* adlı eserlerinde Yunus Emre'yi anlatının merkezî kahramanı olarak konumlandırırken, *Konak* romanında onu daha çok manevi bir figür olarak ele alır. Böylece yazar, aynı tarihsel kişiliği farklı eserlerinde değişen işlevlerle yeniden kurgulayarak çok katmanlı bir anlatı sunar.

Benim Adım Yunus Emre romanı ve *Yunus Emre* piyesinde Yunus Emre'nin Allah'a yönelişi tasavvufun temel kavramlarıyla örtüşür her iki eserde de Yunus Emre'nin tasavvufî kimliği, derin bir içsel sorgulama ve hakikat arayışı üzerinden inşa edilir. Bu yönüyle Yunus, klasik bir tasavvuf yolcusunun modern anlatım biçimiyle yeniden kurgulanmış bir temsilidir. *Konak* romanında ise Yunus Emre'nin yol gösterici bilge rolü ve Kara Osman ile halk arasında kurduğu içten bağ sayesinde, manevi bir lider ve toplumsal öncüdür. Her üç eserde de Yunus Emre'nin şiir diliyle kurduğu ilişki, onun manevi hakikatini sözle var eden bir bilge olduğunu ve toplumu ortak bir paydada bir arada tutan niteliğini gözler önüne serer.

KAYNAKÇA

Çalık, E. (1993). *Mustafa Necati Sepetçioğlu'nun Hayatı, Sanatı ve Eserleri*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Dere, M. (2021a). Mustafa Necati Sepetçioğlu'nun Yunus Emre Piyesinde Kurgu ve İçerik. Orhan Kemâl Tavukçu vd. (Ed.), *Yunus Emre-Mehmet Akif Armağanı Türk Edebiyatı Araştırmaları* (s. 123-136). Ankara: Akçağ Yayınları.

Dere, M. (2021b). Osmanlı Devleti'nin Kuruluş Devrinin Anlatıldığı Romanlarda Yunus Emre. *Dede Korkut Uluslararası Türk Dili ve Edebiyatı Araştırmaları Dergisi*, 10/24, s. 1-14.

Karaca, Ş. (2007). Mustafa Necati Sepetçioğlu'nun Toplumsal İçerikli Tiyatro Eserleri. H. Argunşah (Ed.), *Mustafa Necati Sepetçioğlu* (s. 199-209). Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları.

Sepetçioğlu, M. N. (2004*). Yunus Emre*. İstanbul: İrfan Yayıncılık.

Sepetçioğlu, M. N. (2022*). Benim Adım Yunus Emre*. İstanbul: İrfan Yayıncılık.

Sepetçioğlu, M. N. (2024*). Konak*. İstanbul: İrfan Yayıncılık.

Şahin, M. (2025). Yunus Emre'nin Buğdaydan Nefese Dönüşüm Sürecinin Sembolik Dil Açısından Çözümlenmesi. *SÜREK Alevilik-Bektaşilik ve Kültür Araştırmaları Dergisi* (4), 87-102.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

EVALUATING THE NUTRITIONAL IMPROVEMENTS OF KAONG MARSHMALLOWS OVER COMMERCIAL MARSHMALLOWS

Ma. Alexa M. MARFIL
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-5053-5748
Jodel N. **ASCAREZ**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-6556-455X
Alyanna May D. **FESTIN**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6609-0547
Hanz Francois M. **LAURITO**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-5232-1539
Dr. Joan L. **FORTUNA**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-5139-7908

ABSTRACT

The researchers have developed this study that presents the development and evaluation of a kaong (sugar palm fruit) based marshmallow as an innovative confectionery product. This study complies with the new type of marshmallow with a unique variations to provide and is also beneficial to the human body as it provides minerals and vitamins rather than a commercial marshmallow product. The study encompasses the nutritional benefits of the innovative kaong marshmallow over commercial marshmallows; kaong was integrated into the marshmallow formulation to enhance flavor, texture, and product uniqueness compared with commercial marshmallows. An experimental research approach was employed in this study, based on the Product Development Framework proposed by Aramouni and Deschenes (2017). The primary objective was to develop a product by examining key factors such as optimal ingredient formulation, Technological Support, Regulation, Financial, and intrinsic properties including pH level, water activity, and nutritional composition. This study was conducted in the premises of the Cavite State University, Carmona Campus, with a total of 50 participants; which complied with different respondents who have different perspectives. The researchers have developed 2 formulations: formulation 1, with 50% kaong sugar and 50% granulated sugar, and formulation 2, with 70% kaong sugar and 30% granulated sugar. A sensory evaluation was conducted to understand the difference between the two formulations using preferences, affective, and discrimination test with a 9-point hedonic scale. With the help of sensory evaluation that developed well-defined results which complied to the most liked and preferred formulations, formulation 1 received a total of 62% in the total responses. It has concluded that sensory evaluation compromises the marshmallow taste and flavor as formulation 1 is formulated with both 50%, a balanced variation between both ingredients. It was analyzed by the respondents based on its appearance, flavor, texture and after-taste evaluation. Furthermore, the kaong marshmallow demonstrates that it can be successfully utilized as a unique alternative ingredient in marshmallow production, promoting product diversification and the use of indigenous resources in food innovation.

Keywords: *kaong sugar; kaong marshmallow; sensory evaluation; product development.*

1. INTRODUCTION

In today's era, confectionery products are popular among all age groups, particularly by children, due to their sweetness, attractive appearance, and texture , offering a range of flavors and textures that satisfy consumer cravings. These treats not only bring delight but also create moments of joy during celebrations, rewards, or simple everyday indulgence. However, their popularity also highlights the importance of mindful consumption, as excessive intake can impact health and overall well-being. According to Gubsky et al. (2016), commercially available marshmallows are generally sweet and contain minimal nutritional components such as vitamins, fiber, and minerals. This is because marshmallows typically have high levels of sucrose and other sugars. Excessive consumption of sugars such as sucrose, fructose, or glucose can contribute to obesity and metabolic syndrome. Additionally, Insani et al. (2017) reported that most jelly candies on the market contain chemical additives that may pose health risks to consumers. Therefore, it is essential for the food industry to enhance the nutritional value of food products to provide greater health benefits when consumed. In response to increasing interest in more natural and nutrient-rich alternatives, this study introduces kaong marshmallows, a product formulated with kaong sugar derived from the kaong palm. Marshmallows are widely recognized, easy to access snacks and have remained popular over time. These are used in different ways, can be eaten on its own, added to desserts, used in special occasions. Their popularity and ability to appeal to both children and adults make them an interesting product for this study. Commercially available marshmallows typically rely on refined granulated sugar to achieve their sweetness and texture, while kaong marshmallows use kaong sugar as an alternative sweetener that enhances the product's nutritional value. Kaong sugar offers higher health benefits than regular refined sugar, and has a lower glycemic acid, antioxidant, has potassium, iron and nutrients, which contribute to an improved nutritional profile. A natural sweetener derived from the sap of the Arenga pinnata, traditionally harvested in rural areas of the Philippines. Beyond its role as a natural sweetener, kaong sugar serves as a source of income for farmers who have long depended on its traditional production for their livelihood. The production of kaong sugar typically involves minimal process and generates less industrial waste compared to conventional sugar refining, making it a viable option in reducing the environmental footprint. This study examines kaong sugar's potential as a sustainable product that connects environmental awareness with economic benefits. This research aims to compare commercially available marshmallows with kaong marshmallows in terms of ingredient composition, nutritional attributes, and overall product quality, highlighting the potential of kaong sugar as a valuable alternative sweetener in confectionery production. Showcasing the main ingredient kaong sugar by using this locally sourced sweetener, the product helps improve the livelihood of farmers who depend on kaong harvesting. Lastly, introducing kaong sugar into modern treats responds to the increasing demand for healthy food options, making traditional local ingredients with modern consumer preferences.

Theoretical Framework

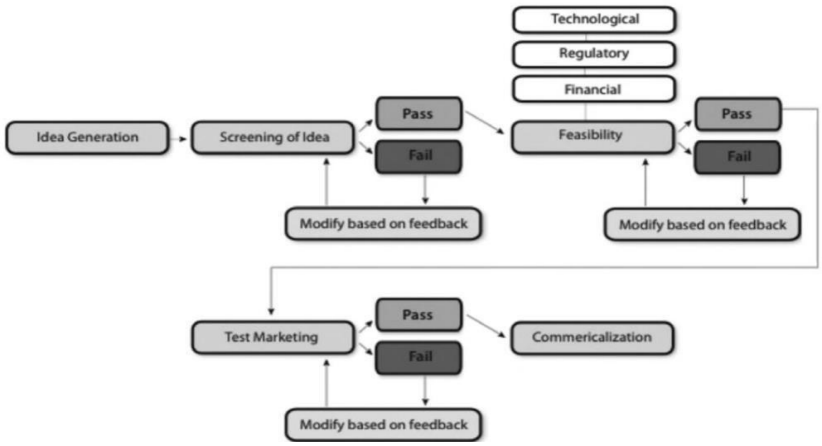


Figure 1. Modified Framework based of Aramouni and Deschenes (2017), Process of Product Development

The framework of the study is based on Aramouni and Deschenes' (2017) *Process of Product Development*, starting from Phase 1: Idea Generation and Screening, where several concepts for new food products were considered and evaluated. The development of marshmallows using kaong sugar as a substitute for granulated sugar was selected for its uniqueness and potential as an alternative sweetener-based confection. Phase 2: Feasibility, where the chosen product idea was explored through trials and adjustments to determine suitable ingredient ratios and preparation techniques. The final versions of the marshmallows were developed and prepared for sensory evaluation. This study will not proceed to the test marketing phase due to limited resources and its academic purpose. The research did not focus on the effective formulation and sensory evaluation of marshmallows made with kaong sugar.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Research Design

This study is based on experimental research, which is suitable for investigating the effects of substituting kaong sugar (Arenga pinnata) for traditional granulated sugar in marshmallow production. The experimental method involves the preparation of marshmallows using proportions of kaong and granulated sugar to observe how these changes influence the product's sensory qualities. The control recipe used in this study is adapted from Sally McKenney's marshmallow recipe. Two formulations will be tested, one with 50% kaong sugar and 50% granulated sugar, and another with 70% kaong sugar and 30% granulated sugar. These formulations will be evaluated using a sensory evaluation method, where respondents will evaluate qualities including taste, mouthfeel, smell, visual presentation, and overall preference. Utilizing both experimental and sensory evaluation techniques aligns with established practices in food product development research.

Table 1. Percentage Formulations

	CONTROL		FORMULATION 1 50-50		FORMULATION 2 70-30	
Marshmallow Ingredients	**Weight in Grams**	**Percent by Weight**	**Weight in Grams**	**Percent by Weight**	**Weight in Grams**	**Percent by Weight**
Granulated sugar	300.0	31.2	150.0	15.6	90.0	9.3
Kaong sugar			150.0	15.6	210.0	21.8
Light corn syrup	325.0	33.8	325.0	33.8	325.0	33.8
Vanilla Extract	10.0	1.0	10.0	1.0	10.0	1.0
Salt	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1
Cold Water	240.0	24.9	240.0	24.9	240.0	24.9
Corn Starch	24.0	2.4	24.0	2.4	24.0	2.4
Unflavored Gelatin	21.0	2.1	21.0	2.1	21.0	2.1
Confectioner Sugar	40.0	4.1	40.0	4.1	40.0	4.1
Total	961.0	100.0	961.0	100.0	961.0	100.0

2.2. Data Gathering Procedure and Process Flow

In conducting this study, researchers followed a systematic process. The process began with idea generation, where researchers brainstorm which product will meet consumer preference and nutritional goals. This led to product formulation, where several experiments were conducted to adjust ingredients according to consumer preference tests. To evaluate the acceptability of the product, researchers conducted a sensory analysis to identify which formulation is acceptable. Aside from taste, texture, and aroma, researchers also perform tests for intrinsic factors to determine pH level, water activity, and nutritional tests to identify the estimated shelf life for its most suitable packaging. Lastly, the process requires the selection of appropriate packaging, ensuring materials chosen will maintain the product's nutritional benefits and its quality.

Methods of Evaluation

To evaluate the quality and effectiveness of Kaong marshmallows, various methods of evaluation were used. The evaluation of the kaong marshmallows will involve both sensory analysis and intrinsic quality assessments to determine their overall acceptability for consumption. The intrinsic factors, such as ph level, water activity, and nutrient content, will

be analyzed using standard laboratory methods. These intrinsic properties are essential in determining stability and the health profile of the product. This study will conduct a preference test for the two formulations to understand the consumer preference. The evaluation will focus on several sensory attributes, including color, aroma, saltiness, off-flavor, texture, and overall acceptability. These attributes will be rated using a 9-point scale, where 1 means "dislike extremely" and 9 to "like extremely. The marshmallows will be packaged and presented in resealable zip-lock pouches made from kraft paper. This eco- friendly packaging was selected to maintain product freshness while supporting sustainability, in line with the health-conscious positioning of the product.

Methods of Evaluation

To evaluate the quality and effectiveness of Kaong marshmallows, various methods of evaluation were used. The evaluation of the kaong marshmallows will involve both sensory analysis and intrinsic quality assessments to determine its overall acceptability for consumption. The intrinsic factors such as ph level, water activity, and nutrient content will be analyzed using standard laboratory methods. These intrinsic properties are essential in determining stability, and the health profile of the product. This study will conduct a preference test for the two formulations to understand the consumer preference. The evaluation will focus on several sensory attributes, including color, aroma, saltiness, off-flavor, texture, and overall acceptability. These attributes will be rated using a 9-point scale, where 1 to "dislike extremely" and 9 to "like extremely. The marshmallows will be packaged and presented in resealable zip-lock pouches made from kraft paper. This eco- friendly packaging was selected to maintain product freshness while supporting sustainability, in line with the health-conscious positioning of the product.

PreferenceTest

To determine which of the two formulations is suitable for consumer consumption. This type of sensory evaluation mostly focuses on personal liking over specific characteristics such as texture, sweetness or color. During the test respondents presented two different formulations of Kaong marshmallow and they will evaluate which one they prefer. This test is useful in developing a product and controlling its quality as it provides insight into consumer preference, it helps the researcher to understand which formulation appeals the most.

Affective Test

The affective test conducted on marshmallows is to ascertain how much consumers like or accept the product depending on their individual preference. Affective tests focus on how users feel about a product whether they like it, find it enjoyable, or are emotionally drawn to it. It will measure them using a 9-point hedonic scale, ranging from “dislike extremely” to “like extremely.” The test evaluates sensory attributes such as sweetness, texture, appearance, aroma, and overall acceptability. It helps researchers identify which formulation is more appealing to consumers and whether the use of kaong sugar affects their liking. It helps the researchers in identifying which of the formulations is more preferred by consumers and if the use of kaong sugar influences their liking. Researchers use affective data to gain deeper insights how people interact with products, helping to design products that meet emotional preferences.

Discrimination Test

To determine whether there are differences between the two formulations presented. It focuses on identifying if there is a noticeable difference in taste, texture, aroma, or appearance. In product development difference tests help to confirm if a new formulation results in a sensory change compared to one formulation. When the test shows a significant difference, it means that the differences perceived indicate the formulation differ in sensory attributes such as taste,

texture, or aroma. Otherwise, if the results indicate no significant difference, it suggests that any observed variations are likely due to random chance, and the respondents could not meaningfully distinguish between the formulations.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Developed Kaong Marshmallows in terms of Appropriate Percentage per Ingredients

The researchers tested two (2) formulations of Kaong marshmallows to determine the most preferred and accepted formulation. The sensory evaluation was conducted on fifty (50) individuals.

Table 2. Consumer Preference between the two formulations of Kaong Marshmallows

	FREQUENCY	PERCENTAGE
Formulation 1	31	62
Formulation 2	19	38
Total	50	100

The result shows that formulation 1, is the most preferred formulation of kaong marshmallows (50% Kaong sugar, 50% Granulated sugar), receiving 31 votes and 62% of the total responses. On the other hand, Formulation 2 received only 19 votes and 38%, resulting in it being the least preferred of the respondents. This table shows that respondents most preferred formulation 1, based on its taste, texture, appearance, and general acceptability.

3.1.1Technology Support

According to Aramouni and Deschenes (2015), in order to launch a new product, the required equipment, facilities, and manufacturing processes must be established. The procedure for preparing Kaong Marshmallows is outlined below.

High-quality raw materials, including kaong sugar, were selected to ensure optimal texture and flavor. Ingredients were measured and equipment sanitized prior to processing. Gelatin was bloomed in cold water, while kaong sugar, water, granulated sugar, and light corn syrup were heated to the soft-ball stage (235–240°F)**.** The hot syrup was gradually combined with bloomed gelatin and whipped at high speed until a light, aerated consistency was achieved. Flavoring agents were incorporated before the mixture was poured into prepared molds. The marshmallow was allowed to set, dusted to prevent sticking, cut to size, weighed for portion control, and subjected to quality inspection. The finished product was packaged in airtight containers and stored in a cool, dry environment to maintain quality and shelf life.

3.1.2 Regulation

The National Agency for Food and Drug Administration and Control (NAFDAC) of Nigeria has a standard for producing a marshmallow. Compromising during production, which is conducted to analyze the formulation that must meet the mandatory compositional standards, helps maintain product quality and safety. Only permitted ingredients such as sugar syrups and approved gelling agents like gelatin or albumin may be used, and the product must remain free from contaminants and excessive mineral hydrocarbons. In accordance with the specific

provisions and allowable variances for each section, the marshmallow must satisfy the following requirements across all classes.

Table 4. Provisions for Concerning Quality

NAFDAC MINIMUM REQUIREMENTS	ACTUAL
It shall be in appropriate softness	By controlling ingredients, mixing, moisture, and temperature during production. It creates a desirable softness that melts in your mouth.
The product shall have a pleasant flavour and taste.	Has a pleasant flavour and taste using quality ingredients and conducting taste checks.
The product shall have not any surface recrystallization of sugar.	Don't have any crystallization because of proper cooking, cooling, and packaging to keep sugars dissolved.
It shall be free from dust, fifth and other foreign matter	Maintained a thorough sanitation, clean equipment, and secure packaging.
Free from contaminants and excessive	Ensured by using clean raw materials,

3.1.3 Financial

Formulation 1 is the most preferred formula of Kaong Marshmallows. Below is the detailed food costing of the most preferred formula.

Table 5. Costing

INGREDIENTS	GRAMS NEEDED	COST	COST PER INGREDIENT
Granulated Sugar	150 g	₱ 19/ 250 g	11. 4
Kaong Sugar	150 g	₱ 160/ 250 g	96
Gelatin	21 g	₱ 17/ 10 g	35.7
Cold Water	240 g	₱ 28/ 500 g	13.44
Light Corn syrup	325 g	₱ 130/ 750 g	56.33
Salt	1 g	₱ 10/ 250 g	0.2
Vanilla	10 g	₱ 55/ 30 g	18.33
Confectioner Sugar	40 g	₱ 85/ 450 g	7.56
Cornstarch	24 g	₱ 15.70/ 75 g	4.8
Total			243.76

Yield= 100; Proce per yield= 2.44

3.2 Acceptability of Kaong Marshmallows in terms of Sensory attributes

Table 6. Sensory evaluation summary of Kaong Marshmallows

CRITERIA	FORMULATION 1 AVERAGE	FORMULATION 2 AVERAGE
Appearance	7.38	7.36
Flavor	8.06	7.68
Texture	7.78	7.82
After taste	7.34	7.30
General Acceptability	8.12	7.61
Grand Mean	**7.73**	**7.55**

Legend: 1 - Dislike Extremely 2 - Dislike Very Much 3 - Dislike Moderately 4 - Dislike Slightly 5 - Extremely Neither Like nor Dislike 6 - Like Slightly 7 - Like Moderately 8 - Like Very Much 9 - Like extremely

Sensory evaluation results indicate that both kaong marshmallow formulations were well accepted**,** with mean scores ranging from "like moderately" to "like very much" on the 9-point hedonic scale. Appearance ratings were comparable between Formulation 1 (7.38) and Formulation 2 (7.36), suggesting that the processing conditions, whipping intensity, and controlled heating were effective in producing a visually appealing, uniform, and aerated product. Texture scores were similarly high (7.78 for Formulation 1 and 7.82 for Formulation 2), indicating that both formulations achieved the characteristic soft, foamy, and porous structure expected of marshmallows. These results imply that moisture control and formulation parameters were sufficient to produce desirable mouthfeel and structural stability.

In terms of flavor and overall acceptability, Formulation 1 showed higher mean scores for flavor (8.06) and general acceptability (8.12), suggesting stronger consumer preference for its sweetness profile and flavor release. This may be attributed to the balance of sugar and flavor components that enhanced immediate taste perception. Aftertaste scores were slightly higher for Formulation 1 (7.34) than Formulation 2 (7.30), although both remained within the acceptable range, reflecting the gentle and lingering sweetness typical of aerated confectionery products. Overall, while both formulations were positively received, Formulation 1 demonstrated a higher grand mean (7.73) compared with Formulation 2 (7.55), indicating greater overall consumer preference.

3.3 Significant Difference of Formulations

Table 7. Significant Difference Between Sample Formulations of Kaong Marshmallows

SENSORY ATTRIBUTES	FORMULATION 1	FORMULATION 2	SIGNIFICANCE VALUE(P-VALUE)	INTERPRETATION
Appearance	M= 7.3	M= 7.3	0.79	Not significant
Flavor	M= 8.0	M= 7.6	0.06	Not significant
Texture	M= 7.7	M= 7.8	0.71	Not significant
After taste	M= 7.3	M= 7.3	0.90	Not significant
General Acceptability	M= 8.1	M= 7.6	0.01	Significant

Sensory evaluation results showed that flavor, texture, and aftertaste did not differ significantly between the two kaong marshmallow formulations. Flavor scores were comparable, with mean values of 8.0 for Formulation 1 and 7.6 for Formulation 2 (p = .06), while texture scores were similarly close (**7.7** and 7.8**,** p = .71). Aftertaste ratings were identical for both formulations (**7.3**, p = .90), indicating no perceptible difference in lingering taste. In contrast, general acceptability differed significantly (p = .01), with Formulation 1 receiving a higher mean score (8.1) than Formulation 2 (7.6), demonstrating a clearer overall consumer preference for Formulation 1

3.4.1 pH Test. pH analysis was conducted to determine the acidity level of the developed product. Identifying the product's pH is essential for finding most suitable packaging materials and estimating potential shelf life, as acidity can influence material compatibility and product stability. To evaluate the acidity of Kaong sugar in marshmallows, pH testing was conducted on three separate batches. The tests produced varying measurements, from which an average pH value was calculated.

Table.8 pH result

PARAMETER	TRIAL 1	TRIAL 2	TRIAL 3	AVERAGE
pH	5.75	5.70	5.69	5.71

According to Raluca-Olimpia Zimbru, Sergiu Pădureţ, Sonia Amariei, The measured pH values of confectionery foam samples were in the slightly acidic zone, showing values close to each other (6.67-6.78). The total acidity of the confectionery products is due to the organic acids used (the citric, malic, tartaric, lactic or acetic acid are commonly used), or due to the raw materials used in the production process, and it has the role to extend or enhance tartness or sour perception in addition to the product-specific functions and also to control the textural characteristics of the product. On the other hand, Kaong marshmallows have a lower pH value (5.71) meaning it's slightly acidic, possibly due to the changes of ingredients.

3.4.2 Water Activity. The water activity result of formulation 1 of kaong marshmallows is 0.67. This result shows that the marshmallows have low moisture content. Most bacteria need a water activity above 0.85 to grow, this value shows that the product has a very low risk of bacterial food poisoning. The kaong marshmallow product is generally safe from molds because it is lower than 0.70 which most molds can grow below 0.75. Therefore, the product is unlikely to develop mold or harmful bacteria. The low water activity suggests that the product is safe and has good potential for a longer shelf life.

3.4.3 Nutritional Analysis. The kaong marshmallows offer several nutritional benefits compared to commercial marshmallows. They contain a higher protein content, from gelatin, and provide essential minerals such as potassium and iron due to the inclusion of palm sugar. Additionally, the product contains no cholesterol, which is advantageous for heart health. However, the marshmallows are not classified as low glycemic index (GI) foods. They are mainly composed of simple carbohydrates, which can cause a rapid increase in blood sugar levels. A typical serving size of 10 pieces contains a high amount of sugar, calories, and sodium factors that may be unsuitable for individuals with diabetes, hypertension, or kidney-related health issues. Although palm sugar has a slightly lower GI than white sugar, it does

3.5 Packaging

The Kaong Marshmallows were packaged in resealable pouches constructed with PET-laminated films to ensure protection and product quality. The PET laminate provides an effective barrier against moisture and oxygen, which helps in maintaining the marshmallows' low water activity (0.67) and acidic pH (5.71). This packaging prevents moisture absorption and oxidation, thereby preserving texture, flavor, and extending shelf life. Additionally, the resealable feature enhances consumer convenience by allowing repeated opening while minimizing exposure to environmental contaminants, ultimately supporting product freshness and safety throughout its intended shelf life.

CONCLUSIONS

Following the completion of the study, several key conclusions were drawn. Two kaong marshmallow formulations were developed and evaluated using a 9-point hedonic scale with 50 respondents. Formulation 1**,** containing an equal ratio of kaong sugar and granulated sugar (50:50), was more preferred, receiving 62% of the votes, compared with 38% for Formulation 2. This indicates that a balanced combination of kaong sugar and granulated sugar provides better overall taste and acceptability.

Both formulations were generally accepted by respondents and rated as "Like Very Much." Most sensory attributes—including appearance, flavor, texture, and aftertaste—showed no significant differences between the two formulations. However, general acceptability was significantly higher for Formulation 1, confirming it as the preferred formulation despite similarities in individual sensory attributes.

The developed kaong marshmallows complied with NAFDAC quality and safety standards, using approved ingredients and maintaining cleanliness and product safety. Physicochemical analysis showed an average pH of 5.71**,** indicating slight acidity suitable for confectionery products and relevant for packaging and shelf-life considerations. The water activity value of 0.67 suggests low moisture content, limiting microbial growth and supporting product safety and extended shelf life.

Nutritionally, kaong marshmallows contain beneficial nutrients such as protein, potassium, and iron, and are free from cholesterol. However, due to their high sugar content, they may not be suitable for individuals with diabetes or those limiting sugar intake. Finally, the use of resealable PET-laminated pouches effectively preserved product quality by preventing moisture and oxygen exposure, maintaining texture and flavor, and enhancing shelf life and consumer convenience.

REFERENCES

Amarra, M. S., & De Los Reyes, F. (2024). Assessment of the intake and sources of total sugar among Filipino children and adolescents based on national consumption data. *Global Health Economics and Sustainability, 2*(1), 2060. https://doi.org/10.36922/ghes.2060

Boerner, L. K. (2022). What's in marshmallows? How just three ingredients work together to make the gooey treats. *ChemMatters*, 12–14. https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/resources/highschool/chemmatters/issues/2021-2022/february-2022/whats-in-marshmallows.pdf

Egunjobi, J. P. (2021). Candy consumption: An inquiry on the candy crush hypothesis. *African Journal of Alcohol & Drug Abuse, 5*, 3–16.

Haagen, A. (2015). *Arenga pinnata (Wurmb) Merr.: Promising source of bioethanol and low glycemic index sugar*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36701.36325

Huzaifah, M., Sapuan, S. M., Leman, Z., Ishak, M. R., & Maleque, M. A. (2017). A review of sugar palm (*Arenga pinnata*): Application, fibre characterisation and composites. *Multidiscipline Modeling in Materials and Structures, 13*(4), 678–698. https://doi.org/10.1108/MMMS-12-2016-0064

Kurniati, F., & Amertaningtyas, D. (2025). The effect of propolis addition on the quality of marshmallows in terms of texture, water content, water activity (aw), and color. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak, 20*(1), 85–96. https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2025.020.01.7

Lantican, C. B., & Haagen, A. (2014). Variability of sap yield in kaong (*Arenga pinnata* (Wurmb) Merr.) in the Philippines. *Ecosystems & Development Journal, 5*(1), 23–30.

NV, N., ON, K., YA, K., NM, P., & S, Y. (2018). Study of the stability of foam and viscoelastic properties of marshmallow without gelatin. *Foods and Raw Materials, 6*(1), 90.

Periche, A., Heredia, A., Escriche, I., Andrés, A., & Castelló, M. (2014). Potential use of isomaltulose to produce healthier marshmallows. *LWT – Food Science and Technology, 62*(1), 605–612. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.024

Rd, C. G. P. (2022, December 28). Food science: Sugar's many roles in s'mores. *Sugar.org*. https://www.sugar.org/blog/food-science-sugars-many-roles-in-smores/

Roots Veyr Organics. (2025, February 13). *Is palm sugar healthy? Facts you should know*. https://www.rootsveyr.com/blogs/is-palm-sugar-healthy-facts-you-should-know/

Sahari, J., Sapuan, S. M., Zainudin, E. S., & Maleque, M. A. (2014). Physico-chemical and thermal properties of starch derived from sugar palm tree (*Arenga pinnata*). *Asian Journal of Chemistry, 26*(4), 955–959. https://doi.org/10.14233/ajchem.2014.15652

Saint-Ève, A., Déléris, I., Panouillé, M., Dakowski, F., Cordelle, S., Schlich, P., & Souchon, I. (2011). How texture influences aroma and taste perception over time in candies. *Chemosensory Perception, 4*(1–2), 32–41. https://doi.org/10.1007/s12078-011-9086-4

Saputro, A. D., Van de Walle, D., & Dewettinck, K. (2019). Palm sap sugar: A review. *Sugar Tech, 21*(6), 862–867. https://doi.org/10.1007/s12355-019-00743-8

Sarkar, T., Mukherjee, M., Roy, S., & Chakraborty, R. (2023). Palm sap sugar is an unconventional source of sugar exploration for bioactive compounds and its role in functional food development. *Heliyon, 9*(4), e14788. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14788

Srikaeo, K., Sangkhiaw, J., & Likittrakulwong, W. (2018). Production and functional properties of palm sugars. *Walailak Journal of Science and Technology, 16*(11), 897–907. https://www.thaiscience.info/Journals/Article/WJST/10990488.pdf

Zimbru, R.-O., Pădureț, S., & Amariei, S. (2020). Effect of aeration on physicochemical, color, and texture characteristics of confectionery foams. *Ukrainian Food Journal, 9*(1), 99–101. https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-1-9

MARTİNE SYMS'İN SANAT PRATİĞİNDE DİJİTAL GÖRSEL KÜLTÜR VE BEDENİN GÖRÜNÜRLÜK BİÇİMLERİ

Assoc. Prof. Engin ASLAN
Dokuz Eylül University, Faculty of Fine Arts, Department of Painting, 35390, Buca, İzmir
ORCID ID: 0000-0001-7838- 7151

ÖZET
Bu çalışma, Martine Syms'in sanat pratiğini dijital görsel kültür bağlamında ele alarak, bedenin görünürlük koşulları altında nasıl konumlandırıldığını incelemeyi amaçlamaktadır. Dijital görüntüler, bedeni kamera, ekran ve dolaşım mecraları aracılığıyla sürekli olarak yeniden düzenleyen bir temsil yapısı üretmektedir. Bu doğrultuda görünürlük, açıklık ve erişilebilirlik vaat eden bir durum olmaktan çok, bedeni belirli konumlara yerleştiren, hareket alanını sınırlayan ve tekrar mekanizmaları üzerinden işleyen bir koşul olarak ele alınmaktadır. Bu çerçevede, Syms'in "Lessons I–CLXXX" (2014–2018) ve 2015 yılında başlattığı "She Mad" çalışmaları, söz konusu sürecin analiz edilmesine olanak tanımaktadır. "Lessons I–CLXXX", metin ve görüntü arasındaki geçişleri yapısal bir strateji olarak kurarak, bedenin bütüncül bir temsil yerine parçalı, süreksiz ve yeniden düzenlenebilir bir yüzey olarak ele alındığını göstermektedir. Metinsel alıntılar, gündelik söylemler ve görsel fragmanlar arasındaki kesintili ilişki, bedenin dijital dolaşımda maruz kaldığı konumlandırmaların geçiciliğini ve istikrarsızlığını açığa çıkarmaktadır. "She Mad" adlı çalışma ise bedenin kamera karşısında tekrar eden hareketler, sınırlandırılmış kadrajlar ve zamansal döngüler içerisinde tutulmasını öne çıkarmaktadır. Bu yapı, dijital görsel kültürde görünür olmanın ürettiği baskının deneyimsel bir düzlemde ele alınmasına olanak sağlamaktadır. Söz konusu çalışmada kamera, yalnızca kayıt yapan bir araç olarak değil, bedeni belirli davranış kalıplarına ve ifade sınırlarına yönlendiren düzenleyici bir unsur olarak işlev görmektedir. Her iki çalışma birlikte değerlendirildiğinde, Syms'in sanatsal pratiğinde bedenin dijital görsel kültür içinde sabit bir özne ya da tutarlı bir temsil olarak ele alınmadığı görülmektedir. Beden, sürekli yeniden yazılan, çerçevelenen ve sınırlandırılan bir yapılandırma olarak konumlandırılmakta; dijital görsel kültür ise bedeni kayda alan, dolaşıma sokan ve belirli koşullar altında işleyen bir düzenek olarak tanımlanmaktadır. Nitekim Martine Syms'in video çalışmaları, görünürlüğü özgürleştirici bir imkân olarak sunmak yerine, bedenin maruz kaldığı teknik ve kültürel koşulları belirginleştirmektedir. Bu yönüyle çalışma, güncel sanat pratiklerinde bedenin dijital görüntü alanındaki konumuna ilişkin eleştirel bir tartışma alanı açmayı hedeflemektedir.
Anahtar Kelimeler: Martine Syms, dijital görsel kültür, görünürlük, beden, video sanatı.

FORMS OF BODILY VISIBILITY IN DIGITAL VISUAL CULTURE WITHIN MARTINE SYMS'S ARTISTIC PRACTICE

ABSTRACT
This study aims to examine Martine Syms's artistic practice within the framework of digital visual culture by focusing on how the body is positioned under contemporary conditions of visibility. Digital images produce a representational structure that continuously reorganizes the body through the camera, the screen, and circuits of circulation. Within this framework, visibility is approached not as a condition that promises transparency or accessibility, but as a mechanism that situates the body within specific positions, restricts its range of movement, and operates through systems of repetition. In this context, Syms's works Lessons I–CLXXX (2014–2018) and She Mad, initiated in 2015, provide a basis for analyzing these processes.

Lessons I–CLXXX employs transitions between text and image as a structural strategy, demonstrating that the body is addressed not through a unified representation but as a fragmented, discontinuous, and reconfigurable surface. The disjunctive relationship between textual excerpts, everyday discourses, and visual fragments exposes the instability and temporality of the positions to which the body is subjected within digital circulation. She Mad, by contrast, foregrounds the body's containment within repetitive movements, restricted framing, and temporal loops in front of the camera. This structure enables an experiential engagement with the pressures produced by visibility in digital visual culture. In this work, the camera functions not merely as a recording device, but as a regulatory apparatus that directs the body toward specific behavioral patterns and expressive limits. When considered together, these works indicate that in Syms's artistic practice the body is not treated as a fixed subject or a coherent representation within digital visual culture. Rather, it is positioned as a configuration that is continuously rewritten, framed, and constrained. From this perspective, the study demonstrates that digital visual culture operates as a dispositif that persistently records the body, places it into circulation, and functions according to defined conditions. Accordingly, Martine Syms's video works do not present visibility as a liberating possibility; instead, they render perceptible the technical and cultural structures to which the body is subjected. In this respect, the study seeks to open a critical field of discussion regarding the position of the body within the digital image regime of contemporary art practices.

Keywords: Martine Syms, digital visual culture, visibility, the body, video art.

1. GİRİŞ

Dijital teknolojilerin gündelik yaşama kapsamlı bir biçimde yerleşmesi, görsel kültürün üretim, dolaşım ve algılanma biçimlerini köklü olarak şekilde dönüştürmüştür. Günümüzde, görüntü, dijital ortamda hızla çoğalan, farklı mecralar arasında dolaşan ve sürekli kendini yenileyerek bağlamlar kuran bir yapıya sahiptir. Bu durum, bedenin temsiline ilişkin yerleşik yaklaşımların yeniden ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Beden, dijital görsel kültür içinde durağan bir gösterim nesnesi olmaktan uzaklaşarak, görüntü üretim araçları, ekran teknolojileri ve dolaşım ağları bedenin algılanma biçimlerini sürekli olarak yeniden şekillendirir. Görsel kültür alanında yapılan kuramsal çalışmalar, dijital imgelerin tarafsız bir gösterim alanı sunmadığını ortaya koymaktadır. Görüntüler belirli teknik, estetik ve ideolojik koşullar altında üretilmekte ve bu koşullar, bedenin nasıl göründüğünü, nasıl okunduğunu ve nasıl anlamlandırıldığını doğrudan etkilemektedir. Özellikle kamera, kayıt, kadraj ve yinelenen görüntüler gibi unsurlar, bedensel varoluşu belirli sınırlar içinde düzenleyerek, bedenin temsiline ilişkin güç ilişkilerinin dijital ortamda yeniden üretildiğini ortaya koyan göstergelerdir. Sanatsal pratiği, günümüz sanatı içinde önemli konumda yer alan Syms, video, performans, enstalasyon ve yayıncılık gibi farklı üretim alanlarında çalışmalar gerçekleştirmektedir. Sanatçının çalışmaları, dijital görsel kültürün gündelik imgeleriyle doğrudan ilişki kurarak; popüler medya formları, televizyon temelli görsel dil, çevrim içi platformlar ve sosyal medya iletişim biçimleri bu üretimlerin önemli bileşenleri arasında yer almaktadır.

Sanatçı, kendisini tam da bu mecraların oluşturduğu görsel kültürün tüm yönlerini deşifre eden ve eleştirel bir mesafede konumlayan bir noktada belirlemiştir. Sanatçının üretimlerinde beden, durağan bir temsil nesnesi yerine, dijital görüntü ortamında kamerayla kurduğu ilişki üzerinden hareket, yinelenen görüntüler ve kadraj gibi süreçlere dâhil olmaktadır. Bu yönüyle gündelik davranış biçimleri ve bedensel ifadeler, dijital imgelerin üretim ve dolaşım koşulları içinde görünür hale gelerek ve teknik aygıtların sunduğu imkânlar kadar sınırlarla da tanımlanmaktadır. Kamera, bu bağlamda süreci yönlendiren temel bir aygıt olarak öne çıkarak, kayıt işlemi bedeni belirli davranış düzenleri içinde yeniden yapılandırır.

Sanatçının çalışmaları, Siyahi bedenin dijital temsiline odaklanarak, tarihsel temsil politikaları ve bu politikalarla iç içe geçen iktidar ilişkileri bağlamında sınırlandırılmış beden imgelerini tartışmaya açmaktadır. Bu bağlamda Foucault'nun iktidarı ilişkisel bir süreç olarak ele alan yaklaşımı, dijital görsel kültürde bedenin konumunu anlamak için önemli bir çerçeve olarak Syms'in kamera ve kayıt pratikleri, bedeni görünür hale getirir ve bedensel hareketleri teknik ve kültürel kodlar doğrultusunda düzenlenmektedir. Görünürlük, bu yönüyle, bedensel varoluşun ortaya çıktığı bir durumdan çok, davranış ve ifade biçimlerinin sınırlandığı bir işleyiş olarak değerlendirilir. Dolayısıyla dijital görüntü içinde beden, eylemler üzerindeki yönlendirmelerin izlenebildiği bir yapı olarak ele alınmaktadır (Foucault, 2005: 135). Dijital görsel kültürün sunduğu olanaklar ve sınırlar bu yeniden ele alışın temel çerçevesini oluşturarak, görüntülerin dolaşıma girmesi, tekrar edilmesi ve farklı bağlamlarda yeniden kullanılması bedenin algılanma biçimlerini doğrudan etkilemektedir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Martine Syms'in "Lessons I–CLXXX" (2014–2018) ve "She Mad" (2015) başlıklı çalışmaları, dijital görsel kültürde bedenin nasıl düzenlendiğini teknik ve söylemsel düzeylerde incelemeye olanak tanımaktadır. Her iki üretim de bedenin kamera, metin ve dolaşım pratikleri aracılığıyla yeniden konumlandırıldığını ortaya koymaktadır.

"Lessons I–CLXXX", uzun bir zamana yayılan ve parçalı bir yapı üzerinden ilerleyen bir seri olarak tasarlanmaktadır. Çalışma, metin fragmanları, kısa notlar, alıntılar ve görsel-işitsel unsurlar aracılığıyla bilginin üretim koşullarını tartışmaya açmaktadır. Bu çoklu yapı, bilginin dijital ortamda sabitlenmeden dolaşıma girdiğini göstermektedir. Numaralandırılmış düzen, arşiv fikrini çağrıştırmakta; ancak içerikler arasında süreklilik kurulmamaktadır. Bu durum, bilginin tarafsız ve tamamlanmış bir yapı olarak düşünülmesini güçleştirmektedir.

"She Mad" adlı tek kanallı video çalışması ise bedenin kamera karşısındaki varoluşuna odaklanmaktadır. Sınırlı kadraj ve yinelenen hareketler, bedensel deneyimi yoğunlaştırmaktadır. Kamera, bu süreçte yalnızca görüntü kaydeden bir aygıt olarak işlememekte ve bedensel davranışları yönlendiren bir çerçeve üretmektedir. Zamansal döngüler, bedenin ifade alanının daraldığını düşündürmektedir.

Her iki çalışma birlikte ele alındığında, Syms'in pratiği dijital görsel kültürde bedenin istikrarlı bir özne olarak kurulmadığını göstermektedir. Kamera, metin ve dolaşım süreçleri, bedeni sürekli yeniden tanımlayan koşullar üretmektedir. Bu bağlamda çalışmalar, dijital imgelerin bedeni nasıl şekillendirdiğine ilişkin eleştirel bir zemin oluşturmaktadır.

3. DİJİTAL GÖRSEL KÜLTÜR VE BEDENİN TEMSİLİ

Dijital görsel kültür, görüntünün üretim, dolaşım ve algılanma süreçlerini köklü biçimde dönüştüren bir alan olarak çağdaş sanat ve kültürel çalışmaların merkezinde yer almaktadır. Günümüz dijital teknolojiler aracılığıyla görüntüler, hızla çoğalarak ve farklı bağlamlarda yeniden konumlanarak geniş izleyici kitlelerine ulaşmaktadır. Bu süreç, görselliğin estetik bir olgu olmasının yanında toplumsal ve kültürel ilişkiler içerisinde değerlendirilmesi gereken bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır. Görsel kültür kuramları, kültürel kodlar, teknik aygıtlar ve izleme pratikleri çerçevesinde dijital imgelerin anlam üretme süreçlerini ele almaktadır. Bu yönüyle beden kavramını ise dijital görsel kültür içinde merkezi bir konumuna getirerek, görüntü üretim teknolojileriyle doğrudan ilişki kurarak, bedenin hangi biçimde algılandığını belirlemektedir. Bu bakımdan beden, dijital görsel kültür içerisinde belirleyici bir konumda yer almaktadır. Kamera, ekran ve kayıt sistemleriyle kurulan ilişkiler, bedenin algılanma biçimlerini şekillendirmektedir. Dijital imgeler, bedeni belirli kadrajlar içinde konumlandırmakta, zamansal akışlar ve mekânsal sınırlamalar aracılığıyla yeniden düzenlemektedir. Bu süreçte beden, teknik müdahalelere ve kurumsal gözetim biçimlerine açık

bir yapı olarak ele alınmaktadır. Dijital ortamda dolaşıma giren beden imgeleri, yalnızca izleme pratikleriyle değil, aynı zamanda güvenlik, denetim ve sınıflandırma rejimleriyle kesişen iktidar ilişkileri içinde anlam kazanmaktadır. Foucault'ya göre; 19. yüzyıldan itibaren iktidar, disiplin ve düzenleyici mekanizmaların birlikte işlemesiyle bedenden nüfusa uzanan bir düzlemde yaşamı yönetilebilir hâle getirmiştir (Foucault, 2010: 85). Görünürlük, teknik aygıtlar ve kültürel düzenlemeler doğrultusunda biçimlenen bir süreç olarak işlemektedir. Bu süreç, bedenin temsiline ilişkin algıların sürekli olarak yeniden yapılandırılmasına olanak tanımaktadır. Dijital görsel kültür, bedenin temsilini sürekli dönüşüm içinde tutan bir alan oluşturmaktadır. Görüntü üretim teknolojileri ile izleme pratikleri arasındaki etkileşim, bedenin hangi koşullar altında konumlandırıldığını belirlemektedir. Dolayısıyla, bu yaklaşım, dijital imgelerin bedenle kurduğu ilişkinin eleştirel bir tavırla incelenmesini mümkün hale getirmektedir. Martine Syms'in (Görsel 1-2-3), "Lessons I–CLXXX" isimli çalışması, tekil bir yapıt üretmekten ziyade bilgi, temsil ve öğretimsel otoriteyi sorunsallaştıran süreklilik arz eden bir sistem kurduğu, parçalı ve birikimli bir çalışma olarak ele alınmaktadır; metin, sabit görüntü ve video parçalarını içeren, 180 numaralandırılmış bölümden oluşan çok medyumlu bir seridir. Metin, kısa not, referans, slogan ve görsel-işitsel parçalar arasında dolaşan çoklu medyum kullanımı, bilginin doğrusal ve hiyerarşik bir yapı izlediği varsayımını askıya almakta; akademik dil ile popüler söylemin yan yana gelişi, çağdaş dijital kültürde anlam üretiminin parçalanmış karakterini belirginleştirmektedir. Numaralandırma sistemi düzen ve arşiv fikrini çağrıştırmaktadır, ancak içeriklerin tematik ya da kronolojik bir bütünlük kurmaması, arşivin sabit ve tarafsız bir yapı olarak işleyemeyeceğini düşündürmektedir.

Görsel 1: Martine Syms, "Lessons I–CLXXX", Video Enstalasyon, Tek Kanallı Video Yerleştirme, Ayrıntı I, 2014-2018, URL- 1.

Görsel 2-3: Martine Syms, "Lessons I–CLXXX", Video Enstalasyon, Tek Kanallı Video Yerleştirme, Ayrıntı II-III, 2014-2018. URL- 2-3.

Bu durum, bilginin her zaman belirli ideolojik konumlanmalarla yüklü olduğunu ima etmektedir. Seri boyunca özellikle Siyahi bedenin medya, dil ve görsel kültür aracılığıyla nasıl çerçevelendiği, tanımlandığı ve okunur hâle getirildiği dolaylı biçimde sanatçı tarafından ele

alınmakta ve temsil, düzeltilmesi gereken bir sorun olarak görülmek yerine; sürekli yeniden üretilen ve müzâkere edilen bir süreç olarak düşünülmektedir. Söz konusu eserin, 2014–2018 yılları arasına yayılan üretim süresi, çalışmayı tamamlanmış bir bütün olmaktan çıkararak açık uçlu bir arşiv mantığına taşımaktadır, dolayısıyla izleyiciyi pasif bir alıcıdan çok, anlamı parçalar arasındaki ilişkiler üzerinden kuran etkin bir özne konumuna yerleştirmektedir. Bu yönüyle "Lessons I–CLXXX", çağdaş görsel kültür içerisinde işleyen bir iktidar ve temsil mekanizması olarak eleştirel biçimde tartışan yoğun bir kavramsal alan sunmaktadır.

Çalışma kapsamında ele alınan "She Mad" (Görsel 4-5), başlıklı bir diğer video enstalasyonu, bedeni dijital görüntü düzenekleri içinde konumlandırma biçimlerini yoğunlaştırarak ele alan erken dönem çalışmalarından biri olarak değerlendirilmektedir. Tek kanallı video yapısı, sınırlı bir görsel alan içinde gerçekleşen bedensel hareketleri, ritmik tekrarları ve zamanın döngüsel kullanımlarını öne çıkarmaktadır.

Görsel 4-5: Martine Syms, "She Mad", Video Enstalasyon, Tek Kanallı Video Yerleştirme, Ayrıntı I-II- 2015. URL- 4-5.

Bu bağlamda çalışma, televizyon estetiğinin bedenin sunumunu, anlatı yapısını ve izleyiciyle kurulan ilişkiyi nasıl düzenlediğini ortaya koymaktadır. Kişisel anlatı ile medya tarihinin aynı anlatı düzleminde ilerlemesi, bireysel deneyimin daha geniş bir görsel kültür tarihi içinde konumlanmasını sağlamaktadır (Kunsthall, 2021). Eserdeki kurgu, bedenin dijital görüntü üretim süreçleriyle kurduğu ilişkinin belirli sınırlar ve yönlendirmeler aracılığıyla şekillendiğini düşündürmektedir. Bu durum, bedenin görüntüye dönüşme sürecinin teknik kararlar yoluyla biçimlendiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada kadraj, bedensel hareketleri belirli bir alan içinde tutan temel bir düzenleme unsuru olarak işlemektedir ve kamera konumu bedenin mekânla kurduğu ilişkiyi daraltmakta ve hareketlerin belirli hareketler etrafında yoğunlaşmasına yol açmaktadır. Deleuze, Bergson'un imge anlayışından hareketle bedeni, imgeler arasında konumlanan bir eylem ve tepki odağı olarak ele almaktadır. Beden, çevresiyle kurduğu ilişkiler doğrultusunda tanımlanan bir yapı olarak düşünülmektedir. Algı ve düşünceyle ilişkilendirilen göz ve beyin, bu çerçevede bedenin diğer parçalarıyla birlikte imgesel düzlemin bileşenleri arasında yer almaktadır. Beyin, imgeler arasındaki geçişleri düzenleyen ve eyleme yön veren bir unsur olarak kavramsallaştırılmaktadır (Deleuze, 2014: 85). Hareketlerin tekrar edilmesi, bedensel varoluşu ilerleyen bir anlatı yerine, süreklilik duygusu uyandıran bir zamansal yapı içerisindedir. "She Mad", dijital görsel kültürde bedenin dolaşıma girme biçimlerini izlenme ve tekrarlar üzerinden giderek, izleyici algısını belirli bir ritim etrafında sabitlemekte ve bedensel ifadeyi değişkenlikten çok süreklilik üzerinden tanımlamaktadır. Dolayısıyla, bu yapı, dijital platformlarda beden imgelerinin nasıl belirli formlar etrafında standartlaştığını düşündürmektedir. Çalışmanın kavramsal arka planı, özellikle Siyahi bedenin medya ve popüler kültür içindeki konumlanışına temas etmektedir. Syms, bu temsilleri doğrudan betimlemek yerine, görsel düzenleme, yineleme ve zaman kullanımı aracılığıyla temsil süreçlerinin işleyişini açığa çıkarmaktadır. Beden, bu bağlamda

tekil bir kimlik göstergesi olarak sunulmamakta; teknik ve kültürel koşullar içinde sürekli yeniden kurulan bir varlık olarak ele alınmaktadır.

SONUÇ

Bu makale, Martine Syms'in Lessons I–CLXXX ve She Mad başlıklı çalışmaları üzerinden, çağdaş dijital görsel kültürde anlatı, bilgi ve öznelik ilişkilerinin nasıl kurulduğunu incelemiştir. Her iki yapıt, farklı üretim biçimlerine sahip olmalarına karşın, medya dolaşımı içinde anlamın nasıl parçalı, geçici ve bağlama bağımlı biçimde üretildiğine işaret eden ortak bir düşünsel zeminde buluşmaktadır. Söz konusu eser, metin, referans ve görsel parçalar aracılığıyla bilginin düzenlenme biçimlerini tartışmaya açarken, öğretim ve arşiv fikrinin kültürel bağlamlarla iç içe geçtiğini ortaya koymaktadır. Eserin açık uçlu yapısı, izleyiciyi tamamlanmış bir içerikle karşı karşıya bırakmak yerine, anlamı parçalar arasındaki ilişkiler üzerinden kurmaya yöneltmektedir. Bu yaklaşım, bilgi üretiminin sabit yapılardan çok dolaşım süreçleriyle şekillendiğini düşündürmektedir. She Mad ise bedensel ifade, kamera ve zaman kullanımı üzerinden ilerleyen yapısıyla, dijital görüntü üretiminde performansın ve tekrarın oynadığı role odaklanmaktadır. Video, izleme deneyimini ritmik bir yapı içinde ele alarak, medya formlarının bedensel hareketleri nasıl yönlendirdiğine dair bir düşünme alanı sunmaktadır. Bu yönüyle çalışma, anlatıyı içerikten çok biçimsel kararlar üzerinden kurmaktadır. Sonuç olarak, Martine Syms'in ele alınan çalışmalar, dijital medya ve anlatı biçimlerinin izleyiciyle kurduğu ilişkileri sorgulayan bir perspektif sunarak, güncel video ve metin temelli sanat pratiklerine dair eleştirel tartışmaların geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

Deleuze, G. (2014). *Sinema 1: Hareket-imge* (S. Özdemir, Çev.). Norgunk Yayıncılık.

Foucault, M. (2005). *Özne ve İktidar Seçme Yazılar 2*, Ayrıntı Yayınları.

Foucault, M. (2010). *Foucault, Fikir Mimarları 24*, (V. Urhan, Haz.). Say Yayınları.

Kunsthall, B. (2021). Published on the occasion of the exhibition *She Mad – Season One* at Bergen Kunsthall, Norway and the Museum of Contemporary Art, Chicago, USA https://www.kunsthall.no/en/publications/she-mad/#

URL-1: Martine Syms. Lessons I-CLXXX. 2014-18 | MoMA Erişim tarihi: 23.12.2025

URL-2: Martine Syms. Lessons I-CLXXX. 2014-18 | MoMA Erişim tarihi: 23.12.2025

URL-3: Martine Syms. Lessons I-CLXXX. 2014-18 | MoMA Erişim tarihi: 23.12.2025

URL-4: Martine Syms. Lessons I-CLXXX. 2014-18 | MoMA Erişim tarihi: 28.12.2025

URL-5: Martine Syms. Lessons I-CLXXX. 2014-18 | MoMA Erişim tarihi: 28.12.2025

MORPHOCODE-NLP: MORFOLOJİK ANALİZ VE HİYERARŞIK ONTOLOJİ EŞLEME İLE KURUMSAL KOD ÜRETİMİNDE YEREL BÜYÜK DİL MODELLERİNİN (LLM) BAŞARIMININ ARTIRILMASI

Fatih YILDIRIM
İstanbul Topkapı University,
Institute of Graduate Studies, Department of Artificial Intelligence, 34660 Altunizade, İstanbul
ORCID: 0009-0004-3263-6123
Dr. Fatih ŞAHİN
İstanbul Topkapı University,
Faculty of Engineering, Department of Software Engineering, 34660 Altunizade, İstanbul
ORCID: 0000-0002-8036-3156

ÖZET
Günümüzde Büyük Dil Modelleri (LLM), genel amaçlı programlama görevlerinde yüksek başarım sergilemesine rağmen, kurumsal Karar Destek Sistemleri'nde (KDS) kullanılan kapalı devre veri modelleri ve karmaşık veritabanı şemaları söz konusu olduğunda, veri erişim kısıtlamaları ve şema karmaşıklığı gibi spesifik zorluklarla karşılaşmaktadır. Özellikle çok kiracılı (multi-tenant) mimarilere sahip kurumsal yazılımlarda, LLM'lerin kuruma özel isimlendirme standartlarını ve tablo hiyerarşilerini bilmemesi, bu bilgilerin eksikliği nedeniyle hatalı teknik terim üretimine, yani "halüsinasyon" olarak adlandırılan duruma yol açmaktadır. Bu durum, üretilen kodun derleme aşamasında başarısız olmasına ve yazılım geliştirme süreçlerinde manuel müdahale gerektiren zaman kayıplarına neden olmaktadır. Bu çalışma, doğal dil sorgularını kurumsal C# modelleri ve T-SQL şemalarıyla deterministik bir doğrulukla eşleştiren ve LLM'lerin karşılaştığı kısıtları aşmayı hedefleyen hibrit bir NLP mimarisi MorphoCode-NLP'yi sunmaktadır. Önerilen sistemde, Transformer tabanlı (tr_core_news_trf) bir morfolojik analiz katmanı kullanılır. Türkçe gibi sondan eklemeli dillerdeki karmaşık ek yapılarını normalize eder. Çalışmanın merkezinde yer alan Seçici Bağlam Koruma yöntemi sayesinde, kullanıcının niyetini belirleyen "hesapla", "ata", "filtrele" gibi fiiller orijinal formunda korunurken; sadece teknik nesneler hiyerarşik bir ontoloji sözlüğü üzerinden "Tam Nitelenmiş Ad" (Fully Qualified Name) formuna dönüştürülmektedir. Karmaşık n-gram yapılarının teknik nesne isimlerine eşlenmesi "En Uzun Eşleşme Önceliği" (Longest Match First) algoritması kullanılarak yapılır, bu nesne isimleri (Örn: INPUT.Musteri.MusteriGelir) LLM işlemi öncesinde doğal dil cümlesine enjekte edilir. Deneysel çalışmalarımızda, hibrit sistemimizin standart LLM çıktılarında görülen teknik terim uydurma sorunlarını tamamen ortadan kaldırdığını ve karmaşık iş mantıklarında (if-else blokları vb.) derleme hatası oranını minimize ettiğini görmekteyiz. Kurumsal veri gizliliği DeepSeek-Coder entegrasyonunun yerel olarak çalıştırılması ile korunur, düşük gecikme süreli ve güvenilir bir kod üretim mekanizması sağlanır.

Anahtar Kelimeler: Yerel LLM'ler, NL2Code, Morfolojik Analiz, Hiyerarşik Ontoloji, Seçici Bağlam Koruma.

MORPHOCODE-NLP: ENHANCING THE PERFORMANCE OF LOCAL LARGE LANGUAGE MODELS (LLMS) IN ENTERPRISE CODE GENERATION VIA MORPHOLOGICAL ANALYSIS AND HIERARCHICAL ONTOLOGY MAPPING

ABSTRACT

Today, although Large Language Models (LLMs) exhibit high performance in general-purpose programming tasks, they encounter specific challenges such as data access restrictions and schema complexity when dealing with closed-circuit data models and complex database schemas used in enterprise Decision Support Systems (DSS). Particularly in enterprise software with multi-tenant architectures, the LLMs' lack of knowledge regarding enterprise-specific naming standards and table hierarchies leads to the production of incorrect technical terms—a phenomenon referred to as "hallucination." This situation causes the generated code to fail during the compilation phase and results in time losses requiring manual intervention in software development processes. This study presents MorphoCode-NLP, a hybrid NLP architecture that maps natural language queries to enterprise C# models and T-SQL schemas with deterministic accuracy, aiming to overcome the limitations faced by LLMs. In the proposed system, a Transformer-based (tr_core_news_trf) morphological analysis layer is utilized. It normalizes the complex suffix structures in agglutinative languages such as Turkish. Thanks to the Selective Context Preservation method at the core of the study, verbs that determine the user's intent, such as "calculate," "assign," and "filter," are preserved in their original form, while only technical objects are transformed into the "Fully Qualified Name" (FQN) form via a hierarchical ontology dictionary. The mapping of complex n-gram structures to technical object names is performed using the "Longest Match First" algorithm; these object names (e.g., INPUT.Customer.CustomerIncome) are injected into the natural language sentence prior to the LLM processing. In our experimental studies, we observe that our hybrid system completely eliminates the technical term fabrication issues seen in standard LLM outputs and minimizes the compilation error rate in complex business logic (if-else blocks, etc.). Enterprise data privacy is maintained by running the DeepSeek-Coder integration locally, providing a low-latency and reliable code generation mechanism.

Keywords: Local LLMs, NL2Code, Morphological Analysis, Hierarchical Ontology Mapping, Selective Context Preservation.

1. INTRODUCTION

Decision Support Systems (DSS) are rule-based workflows prepared by experts and subject to regulation in many sectors, primarily finance. The transparency and reportability of these systems (white-box architecture) are critical for decision explainability. However, the closed-loop nature of these systems causes current LLM applications to encounter three fundamental problems in enterprise code generation. Technical term hallucination, where models fabricate exact column names in the database schema. The challenges LLMs face in completing domain-specific knowledge, such as institution-specific library names, are described in (Husein et al., 2025). The inability of local models to fit the entire schema into narrow context windows such as 4k/8k. Violation of data privacy due to the transfer of enterprise code structure and data to external cloud systems. When the literature is examined, the importance of using programmatic context in natural language-to-code mapping processes is emphasized. MorphoCode-NLP combines a deterministic pre-processing layer with a probabilistic local LLM layer to overcome these challenges.

2. RESEARCH AND COMPARATIVE ANALYSIS WITH THE LITERATURE

The MorphoCode-NLP project presents a hybrid architecture that combines morphological analysis and hierarchical ontology mapping methods to enhance the performance of local Large Language Models (LLMs) in the enterprise code generation process. In this section, the methodological relationship of the project with the fundamental studies in the literature and the innovations it offers have been analyzed.

2.1. Methodological Contributions of the Literature

The reviewed studies provide a scientific foundation for the Natural Language Understanding (NLU), Entity Extraction, and structural code generation phases of the project:

Text-to-Structure Transformation and Paradigm Alignment (Dehaerne et al., 2022; Wei et al., 2025): Since the project converts natural language descriptions into structured code, it fully complies with the "Description-to-Code" paradigm defined in the literature. In particular, the T2S4BIM approach, which translates user requests in the Building Information Modeling (BIM) field into a structured format (T2S), methodologically overlaps with the project's need to convert natural language rules into technical objects (FQN).

Ontology-Based Feature Extraction (Maksimov et al., 2020): Methods for the automatic identification of features, quantities, and units in texts using ontology rely on the same methodological basis as MorphoCode-NLP's process of extracting financial data (Credit Limit, Monthly Income, etc.). The use of ontology ensures the error-free mapping of ambiguous natural language expressions to technical objects.

Programmatic Context and Decision Support Systems (Iyer et al., 2018): In the literature, it is emphasized that knowing the existing class structure while generating code reduces ambiguity and ensures that expressions in natural language are associated with the correct variables. MorphoCode-NLP provides this context deterministically by using the institution-specific database hierarchy.

Structural Coding and Syntactic Correctness (Sîrbu & Czibula, 2025): It has been observed that generating code in the form of an Abstract Syntax Tree (AST) or Graph (ASG) instead of plain text reduces the risk of error and increases performance. This approach constitutes the basis for the project's plan to produce compilation-guaranteed C# code using Roslyn.

The success of the transformer architecture in resolving long-term dependencies, which supports the logic MorphoCode-NLP builds upon regarding structural code generation and compilation guarantee, is described in (Ghaemi et al., 2024).

Reference is made to (Yang et al., 2021) as the methodological foundation, demonstrating that the strategy of generating pseudo-code as an intermediate step in the transition from natural language to code renders complex rules more understandable and manageable.

2.2. Innovations of MorphoCode-NLP to Overcome Limitations in the Literature

The project presents the following solutions to the problems encountered by general-purpose studies in the literature at the enterprise level:

Elimination of Technical Term Hallucination (Iyer et al., 2018): Low accuracy rates, such as 8.6%, encountered by LLM-based approaches in the literature regarding variable names and method matching have been improved through MorphoCode's deterministic pre-processing layer. Although reduced reliability in out-of-vocabulary (OOV) tokens is a risk identified in the literature, MorphoCode has overcome this issue via ontological mapping.

Token Efficiency and Context Optimization (Han & Lyu, 2025): It is known that additional steps such as planning and design, introduced to the code generation process by multi-stage (MSG) models, increase computational costs. MorphoCode reduces context load by resolving objects before the LLM stage and ensures a response time of under 2 seconds on local GPUs.

Turkish Morphology-Oriented Intent Preservation: While reviewed articles generally employ general NLP methods, MorphoCode analyzes the agglutinative structure of Turkish, preserving verbs such as "hesapla" (calculate) or "ata" (assign) in their original forms and preventing loss of intent.

Data Privacy and Local Positioning: The privacy risks of cloud-based models mentioned in the literature have been resolved by running entirely on local resources via local DeepSeek-Coder integration.

In summary, MorphoCode-NLP combines the literature concepts of "Text-to-Structure" and "Ontological Mapping" with Turkish morphological analysis and a deterministic intermediate layer; offering a reliable enterprise-level solution to the hallucination, high resource consumption, and privacy issues raised in the articles.

2. METHOD AND HYBRID ARCHITECTURE

As shown in Figure 1, the MorphoCode-NLP architecture converts complex natural language input into a technical "intermediate format" before the LLM stage.

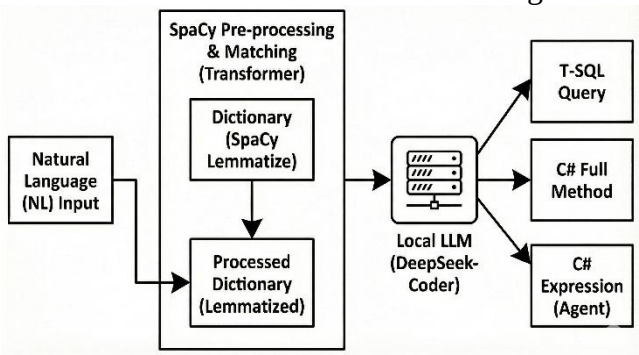


Figure 1. MorphoCode-NLP Architecture Diagram

2.1. Morphological Analysis and Selective Context Preservation

A Transformer-based (tr_core_news_trf) morphological analysis layer is used in the system. In agglutinative languages like Turkish, it is ensured that word roots and suffixes are separated and word roots are used in the processed dictionary. While verbs are left in their original form, technical object candidates in n-gram structure are sent to ontology mapping; thus, the Selective Context Preservation method is successfully realized.

2.2. Hierarchical Ontology and FQN Injection

The system maintains the institution's data models as an ontology dictionary in the Customer > Database > Table > Column hierarchy. With the "Longest Match First" algorithm, expressions in natural language are deterministically converted to Fully Qualified Names (FQN). Example: The expression "Customer income" is converted to the form "INPUT.Customer.Income" and injected into the sentence.

2.3. Context Optimization and Token Efficiency

To manage the limited resources of Local LLMs (DeepSeek-Coder on RTX 3060), only resolved object names are added to the natural language query instead of the entire schema. This method optimizes response time (latency) by reducing token consumption to very low levels (200-300).

3. EXPERIMENTAL STUDIES AND FINDINGS

The system has been tested at T-SQL and C# (Expression/Method) levels.

3.1. T-SQL Experiments

The user's natural language query in the form of "bring records from buyback transactions table where vendor id is 3 status is 140 and creation date is within today" was successfully mapped

to the database columns CompanyX.dbo.Buyback hierarchy by the system. The natural language query was updated as "bring records from CompanyX.dbo.Buyback table where CompanyX.dbo.Buyback.BuybackCompanyId is 3 status is 140 and CompanyX.dbo.Buyback.DateCreated is within today", and error-free SQL code was generated by the local LLM. “SELECT * FROM CompanyX.dbo.Buyback WHERE BuybackCompanyId = 3 AND Status = 140 AND CAST(DateCreated AS DATE) = CAST(GETDATE() AS DATE);”

3.2. C# Expression and Complex Business Logic Experiments

Conditional Assignments: Expressions such as "If the Customer's salary is greater than 100,000, assign 10 to the credit score; otherwise, assign 5" have been generated as if-else blocks with full compilation compliance.

Complex Calculations: Formulas containing multi-intent such as "divide the average of installments paid in the last 12 months by the minimum wage and assign to VAR1 variable and divide the highest installment amount in loans closed in the last 36 months by the minimum wage and assign to VAR2 variable" were mapped to the correct variables via ontology, ensuring error-free code generation.

VAR1 = (INPUT.KKB.KKB_AVG_RL_INST_AMT_TL_L12M / INPUT.APP.LEGAL_WAGE);
VAR2 = (INPUT.KKB.KKB_CLS_RL_INS_BAL_MAX_L36M / INPUT.APP.LEGAL_WAGE);

CONCLUSION

MorphoCode-NLP has overcome the weakness of LLMs in enterprise data models by supporting them with traditional NLP methods (Morphology and Ontology). The approaches of Abstract Syntax Trees (AST) and code conversion with Roslyn encountered in the literature will form the basis for structurally generating more complex code blocks (method/class) in the subsequent phases of our system. In conclusion, this hybrid approach has proven that high-accuracy code generation is possible with local resources without compromising enterprise data privacy. In the data obtained as a result of experimental studies: 100% elimination in technical term hallucinations, full compilation compliance in complex business logics, response time under 2 seconds on local GPU, and full protection data privacy thanks to closed-loop local operation have been achieved.

REFERENCES

Dehaerne, E., Dey, B., Halder, S., De Gendt, S., & Meert, W. (2022). Code Generation Using Machine Learning: A Systematic Review. *IEEE Access*, *10*(July), 82434–82455. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3196347

Ghaemi, H., Alizadehsani, Z., Shahraki, A., & Corchado, J. M. (2024). Transformers in source code generation: A comprehensive survey. *Journal of Systems Architecture*, *153*(May), 103193. https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2024.103193

Han, Y., & Lyu, C. (2025). Multi-stage guided code generation for Large Language Models. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *139*(PA), 109491. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109491

Husein, R. A., Aburajouh, H., & Catal, C. (2025). Large language models for code completion: A systematic literature review. *Computer Standards & Interfaces*, *92*(May 2024), 103917. https://doi.org/10.1016/j.csi.2024.103917

Iyer, S., Konstas, I., Cheung, A., & Zettlemoyer, L. (2018). *Mapping Language to Code in Programmatic Context*. http://arxiv.org/abs/1808.09588

Maksimov, N., Gavrilkina, A., Kuzmina, V., & Borodina, E. (2020). Ontology of Properties and its Methods of Use: Properties and Unit extraction from texts. *Procedia Computer Science*, *169*(2019), 70–75. https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.116

Sîrbu, A., & Czibula, G. (2025). Automatic code generation based on Abstract Syntax-based encoding. Application on malware detection code generation based on MITRE ATT&CK techniques. *Expert Systems with Applications*, *264*(July 2024), 125821. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.125821

Wei, Y., Li, X., & Petzold, F. (2025). Text-to-structure interpretation of user requests in BIM interaction. *Automation in Construction*, *174*(February), 106119. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106119

Yang, G., Zhou, Y., Chen, X., & Yu, C. (2021). Fine-grained Pseudo-code Generation Method via Code Feature Extraction and Transformer. *2021 28th Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)*, 213–222. https://doi.org/10.1109/APSEC53868.2021.00029

REKREASYON ALANLARININ ELEKTRİK TALEBİNİ KARŞILAMAK İÇİN YÜZEN GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ TASARIMI: KAHRAMANMARAŞ KILAVUZLU PARKI ÖRNEĞİ

Esma Nur BOZKURT
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 46050 Onikişubat/Kahramanmaraş
ORCID: 0009 0001 3700 2857
Mustafa TEKİN
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği, 46050 Onikişubat/Kahramanmaraş
ORCID: 0000 0002 8682 411X

ÖZET
Artan elektrik enerji talebine paralel olarak geleneksel elektrik üretim santrallerinde petrol, doğal gaz, kömür vb. fosil yakıtların kullanımı da artmaktadır. Bu artış küresel ısınmanın sebeplerinden olan sera gazı salınımında yükselmelere neden olmaktadır. Elektrik enerji talebinin karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması elektrik üretiminin sebep olduğu sera gazı salınımını azaltmaktadır. Bu yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgar, su, jeotermal vb. olarak sıralanabilir. Bu temiz enerji kaynakları arasında güneş enerjisi santralleri (GES) son yıllarda fotovoltaik (FV) panellerin veriminin artması ve maliyetinin azalmasıyla öne çıkmaktadır. GES'ler arazi GES (AGES), yüzen GES (YGES), cephe GES (CGES) ve çatı GES (ÇGES) olarak sınıflandırılabilir. YGES'ler su yüzeyine kurulan bir GES tipidir. YGES'lerin tarımsal arazileri işgal etmeme, suyun soğutma etkisinden dolayı FV panel veriminin yüksek olması ve suyun buharlaşmasını azaltması gibi avantajları vardır. Bu çalışmada Kahramanmaraş ilindeki Kılavuzlu Barajı yakınındaki Kılavuzlu Parkının elektrik talebini (39,247 MWh) karşılamak için 26,4 kWp'lık bir YGES tasarlanmıştır. PVsyst yazılımında direkt olarak YGES tasarımı yapılamadığından ilk olarak AGES tasarlanmıştır. Tasarlanan bu AGES'in verileri kullanılarak YGES çıktıları elde edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre; Kılavuzlu Parkının elektrik tüketimini karşılamak için tasarlanan YGES'in yıllık enerji üretiminin 47,534 MWh'e ulaşabileceği ön görülmüştür. Sistemin kurulu gücü dikkate alındığında; YGES'in birim kurulu güç başına yılda 1800 kWh (1800 kWh/kWp·yıl) enerji üretebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca YGES'in yılda 28,667 ton CO_2 emisyonunu azaltma potansiyeline sahip olduğu ve aynı zamanda 322,622 m^3 su buharlaşma kaybını önleyebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Güneş Enerji Santrali (GES), Yüzen GES (YGES), PVsyst

DESIGNING A FLOATING PV TO MEET THE ELECTRICITY DEMAND OF RECREATIONAL AREAS: THE CASE OF KAHRAMANMARAŞ KILAVUZLU PARK

ABSTRACT
In parallel with the increasing demand for electrical energy, the use of fossil fuels such as oil, natural gas, and coal in traditional power plants is also increasing. This increase is causing rises in greenhouse gas emissions, which are among the causes of global warming. Increased use of renewable energy sources to meet electricity demand reduces greenhouse gas emissions from electricity generation. These renewable energy sources include solar, wind, water, geothermal, etc. Among these clean energy sources, solar power plants (SPP) have come to the fore in recent

years with the increase in the efficiency of Photovoltaic (PV) panels and the decrease in their cost. SPPs can be classified as ground-mounted PV (GPV), floating PV (FPV), façade PV and rooftop PV (RPV). FPVs are a type of SPP installed on water surfaces. FPVs have advantages such as not occupying agricultural land, high PV panel efficiency due to the cooling effect of water, and reduced water evaporation. In this study, a 26.4 kWp FPV was installed to meet the electricity demand of Kılavuzlu Park (37.15 MWh) near Kılavuzlu Dam in Kahramanmaraş province. Since FPV design cannot be performed directly in PVsyst software, GPV was designed first. The FPV outputs were obtained using the data from this designed GPV. According to the analysis results performed, it is estimated that the annual energy generation of the FPV could reach 47.534 MWh. Considering the installed capacity of the system, it has been determined that FPV can generate 1800 kWh each unit of installed capacity per year (1800 kWh/kWp·year). It has also been determined that FPV has the potential to reduce CO_2 emissions by 28.667 tons per year and prevent 322.622 m^3 of water evaporation annually.
Keywords: Renewable Energy, Solar Power Plant (SPP), Floating PV (FPV), PVsyst

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte elektrik enerjisine olan talep de sürekli yükselmektedir. Bu talep genellikle fosil yakıtları kullanan enerji santralleriyle karşılandığı için, sera gazı emisyonları artmakta ve iklim değişikliği ile hava kirliliği gibi çevresel sorunlar daha da büyümektedir (Marouani, 2024). Yapılan araştırmalar, fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin karbon emisyonlarını azaltmada önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Çevresel etkileri azaltmak, enerji talebinin uygun maliyetle karşılanabilmesi için yenilenebilir kaynakları kullanan enerji santrallerinin güç sistemlerine daha geniş bir şekilde entegre edilmesinin gerekliliği anlaşılmaktadır (Büyükkör, 2025; Polat, 2025). Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisini kullanarak elektrik üreten GES'ler yüksek erişilebilirliği, düşük emisyonlu yapısı ve düşen maliyetleri sayesinde son yıllarda öne çıkan sistemlerdir (Tawalbeh ve ark., 2021). GES'lerin parklar ve rekreasyon alanlarında kullanımı, elektrik maliyetlerini azaltırken sürdürülebilir kentsel gelişim hedeflerine de katkı sağlamaktadır (Imam, 2025). Ancak AGES uygulamalarında arazi bulma zorluğu ve arazi kullanımının çevre ile ekosistem üzerindeki etkileri sınırlayıcı bir etken olmaktadır (van de Ven ve ark., 2021). Baraj gölleri, göletler ve su rezervuarları üzerindeki YGES'ler araziye ihtiyaç duymadığı için son yıllarda dikkat çekmektedir (Şenli, 2023). Bu sistemler su yüzeyine kurulduğundan, arazi kullanımını ve buharlaşmayı düşürerek su kayıplarını azaltırlar (Essak & Ghosh, 2022). Ayrıca, suyun soğutma etkisi FV panel sıcaklığını düşürdüğünden, özellikle sıcak iklimlerde, YGES'ler AGES'lere göre daha verimli olmaktadır (Farrar ve ark., 2022).

Türkiye, güneşlenme süresi ve birim alana düşen ışınım miktarı dikkate alındığında GES için ideal bir ülkedir (Kaygusuz ve ark., 2018). Ayrıca, birçok büyük baraj ve su rezervuarı olan ülkede YGES'ler için oldukça yüksek bir potansiyel mevcuttur. Rekreasyon ve park alanlarının yakınında bulunan su rezevuarlarının yüzeyine YGES kurularak bu sosyal alanların enerji ihtiyacı karşılanabilmektedir. Bu park ve rekreasyon alanlarında elektrik talebini; aydınlatma ekipmanları, sosyal tesislerdeki elektrikli aletler, güvenlik sistemleri ve diğer elektrikli cihazlar oluşmaktadır. Bu tarz sosyal alanların elektrik talebinin yenilenebilir kaynaklarla karşılanmasıyla alakalı son yıllarda yapılan akademik çalışmalar takip eden paragrafta verilmiştir.

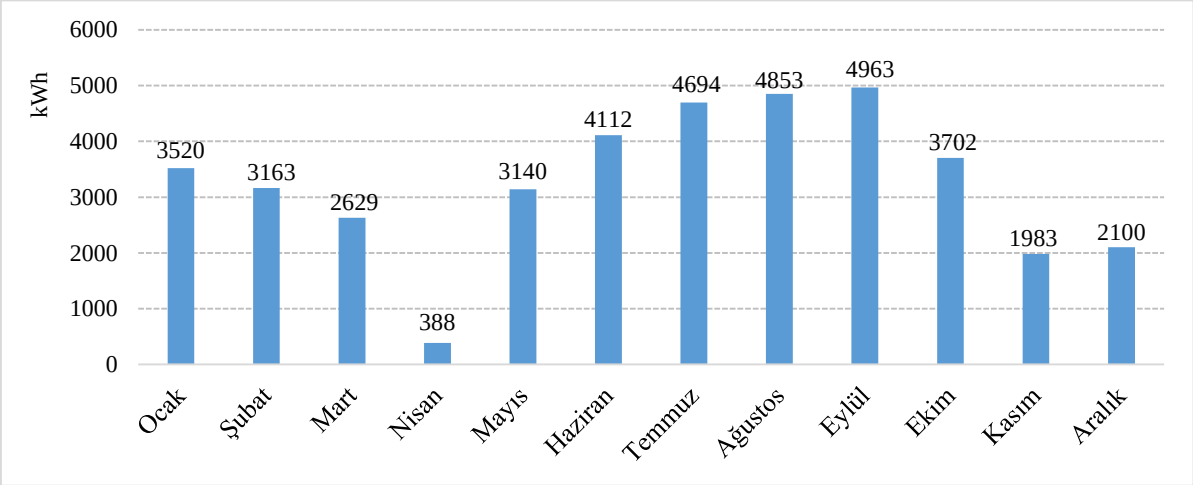
Park ve rekreasyon alanlarının elektrik talebinin yenilenebilir enerji kaynakları kullanan santrallerle karşılanmasıyla karbon emisyonlarının azaldığı ve kamusal alanlarda sürdürülebilirlik performansının iyileştiği gösterilmiştir (Bharathiraja ve ark., 2015; Müller ve ark., 2011; Sharifi, 2019). Sahu ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, YGES'in tasarım ilkeleri ve enerji üretim potansiyeli incelenmiş; bu sistemlerin kamu ve yarı kamusal alanlarda AGES'lere göre alternatif olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur. Cazzaniga ve ark. (2018) YGES ile AGES sistemlerini performans açısından karşılaştırmışlar ve su yüzeyinin sağladığı doğal soğutma etkisi sayesinde YGES'lerden daha yüksek enerji üretimi elde edilebileceğini belirlemişlerdir. Rosa-Clot & Tina (2017) ise baraj ve gölet yüzeylerine kurulan YGES sistemlerinin teknik fizibilitesini değerlendirmişler; YGES'in arazi kullanımını azaltarak çevresel açıdan önemli avantajlar sunduğunu vurgulamışlardır. Trapani & Redón Santafé (2015), YGES sistemlerinin tasarım, kurulum ve işletme süreçlerini ele almışlar ve bu santrallerin rekreasyonel kullanıma sahip alanlardaki enerji ihtiyacının karşılanması için uygun bir çözüm olduğunu ifade etmişlerdir. Spencer ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, su rezervuarlarına kurulan YGES sistemlerinin enerji üretimini ve çevresel etkilerini analiz etmişler; kamu alanlarına hizmet veren tesislerin elektrik ihtiyacının bu sistemler aracılığıyla karşılanabileceğini göstermişlerdir. Benzer şekilde Mittal ve ark. (2017), YGES sistemlerini performans ve ekonomik açıdan değerlendirerek parklar ve rekreasyon alanları gibi sürekli enerji tüketen yerler için YGES'lerin uygulanabilir bir çözüm sunduğunu ortaya koymuşlardır. World Bank Group. (2019) tarafından yayımlanan raporda ise, dünya genelindeki YGES uygulamaları incelenmiş ve bu sistemlerin kamu alanlarına yakın rezervuarlarda yerel elektrik ihtiyaçlarının karşılanmasında etkin bir şekilde kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Kılavuzlu Barajı çıkışında bulunan Kılavuzlu Parkı YGES için örnek uygulama alanı olarak seçilmiştir. Bu parkın yıllık enerji tüketimi esas alınarak PVsyst yazılımıyla bir YGES tasarlanmıştır. Literatürde YGES'lerle alakalı baraj gölleri üzerine kurulum yapılmasına dair kapsamlı çalışmalar olmasına rağmen, kamu parkları ve yeşil alanlar ölçeğinde az sayıda çalışmanın yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmayla rekreasyon alanları için YGES tasarımıyla alakalı az sayıda bulunan çalışmalara katkı sağlanmıştır. Ayrıca bu tarz rekreasyon alanlarının enerji talebinin karşılanmasında YGES kullanımının sağlayacağı avantajlara dikkat çekilmiştir. Böylece su göletleri yakınında bulunan yaşam alanlarının enerji tüketimin YGES'ler ile karşılanmasına dair uygulamaların artışına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada örnek uygulama alanı olarak **Kılavuzlu Barajının çıkışında bulunan Kılavuzlu Parkı** seçilmiştir. Bu parkın yıllık elektrik tüketiminin aylara göre değişimini gösteren grafik Şekil 1'de görülmektedir. Parkın 2025 yılına ait bir yıllık elektrik tüketim değeri 39,247 MWh olarak hesaplanmıştır.

Şekil 1'den elektrik tüketiminin özellikle yaz aylarında arttığı görülmektedir. Bu artışın parkın rekreasyonel kullanım yoğunluğunun ve aydınlatma sürelerinin artmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. En yüksek elektrik tüketiminin 4.963 kWh ile Eylül ayında gerçekleştiği görülmüştür.



Şekil 1. Kılavuzlu Parkına ait aylık elektrik tüketim verileri (Anonim)

Parkın yıllık elektrik tüketim değerine göre YGES tasarlanmıştır. Bu YGES'in Kılavuzlu Barajı çıkışında bulunan su göleti üzerine kurulması planlanmıştır. YGES kurulumu için seçilen lokasyona ait örnek görsel Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2. YGES için seçilen lokasyon

YGES'in kurulacağı lokasyon 37.62 °K enlem, 36.81 °D boylamda ve 523 metre (m) rakımda yer almaktadır. Sistemin teknik performansı PVsyst yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. YGES için gerekli meteorolojik veriler Meteonorm 8.0 (2006-2013) veri tabanından alınmıştır. Çalışmada YGES tasarımında kullanılan ekipmanların teknik detayları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. YGES'in teknik detay verileri

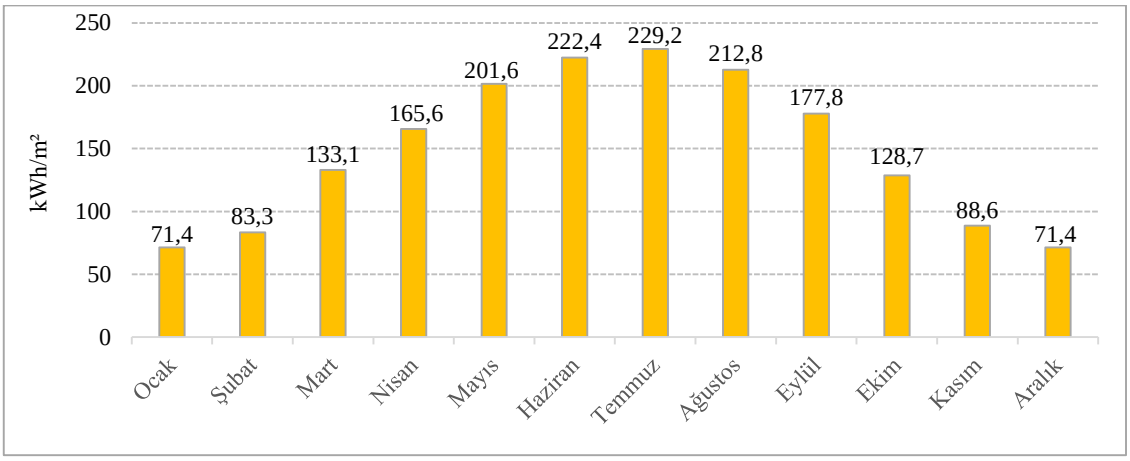
FV Modül		**İnverter**	
FV üreticisi	JA Solar	İnvertör üreticisi	Huawei
FV modül modeli	JAM72-D30-550-MB	İnvertör modeli	SUN2000-20KTL-M2
FV modül voltajı	42,3 V	Maksimum güç	22 kW
FV modül akımı	13 A	Toplam güç	20 kWac
FV maksimum gücü	550 Wp	MPPT girişi sayısı	2
Toplam DC güç	26,4 kWp	DC girişi sayısı	4
Modül sayısı	48	**Dizi sayısı**	3
Modül serisi	16	Çalışma voltajı	160 V ~ 950 V
Dizi sayısı	3	Güç oranı (DC/AC)	1,32
YGES Alanı	316,8 m²	Frekans	50-60 Hz
Eğim (tilt) açısı	25°	Şebeke bağlantısı	Üç fazlı
YGES yönü	Güney		

YGES 550 Wp gücünde 48 FV modülden oluşmaktadır. 16 seri 3 dizi şeklinde bir dizilim kullanılmıştır ve YGES'in kurulu gücü 26,4 kWp olarak belirlenmiştir. FV modüller 25° eğim (tilt) açısında ve 0° azimut (güney yönelimli) olacak şekilde konumlandırılmıştır. YGES'in su yüzeyinde bulunacağı göz önüne alınarak yakın ve uzak gölgelenmelerin ihmal edilebilir düzeyde olduğu kabul edilmiştir. YGES tasarımında albedo değeri 0,2 olarak şeçilmiştir.

PVsyst'te YGES kurulumu için ayrı bir sekme bulunmamaktadır. Bundan dolayı PVsyst'te ilk olarak AGES tasarlanmış ve buradan YGES'ten elde edilecek enerji üretimi hesaplanmıştır. YGES'ler suyun yüzeyine kurulduğundan AGES'lere göre FV modül verimi daha yüksek olmaktadır. Su yüzey sıcaklığının karaya göre 8 ℃ daha düşük olduğu varsayılmıştır (Sukarso & Kim, 2020). Bu çalışmada kullanılan FV modülün 25 ℃'nin üzerinde her bir ℃ sıcaklık artışında verimi %0,35 azalmaktadır (FV modül teknik veri sayfası, 2026). Bu durumda YGES'in elektrik üretiminin AGES'e göre %2,8 daha yüksek olacağı (8 x %0,35=%2,8) hesaplanmıştır.

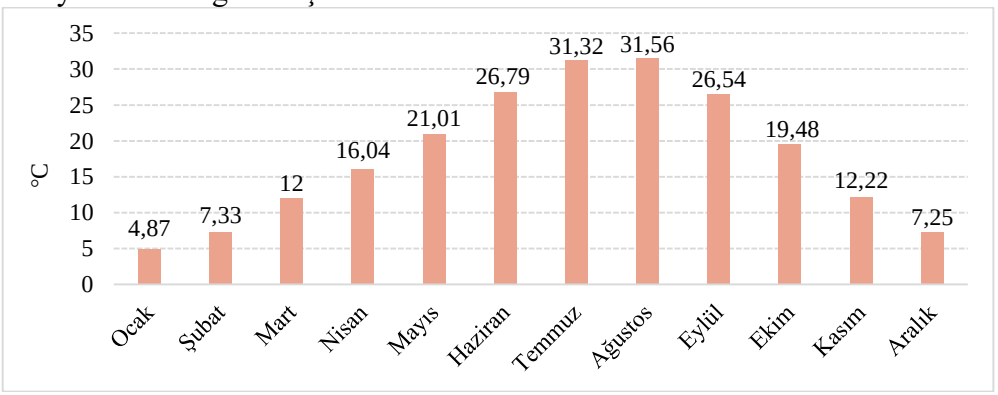
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın gerçekleştirildiği lokasyona ait ortalama ışınım, sıcaklık, rüzgar hızı, netlik endeksi ve performans oranı (PO) değerlerinin aylara göre değişimini veren bar grafikler sırasıyla Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.



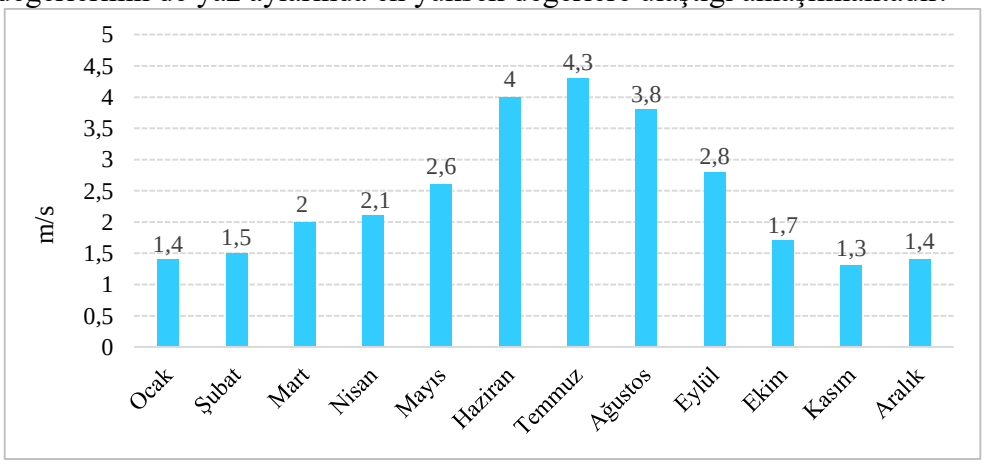
Şekil 3. YGES'in aylara göre ortalama ışınım değerleri

Şekil 3'e göre; YGES için seçilen lokasyonda en fazla ışınımın 229,2 kWh/m^2 ile Temmuz ayında, en düşük ışınım değerinin ise 71,4 kWh/m^2 Ocak ve Aralık aylarında gerçekleştiği görülmektedir. Seçilen lokasyon kuzey yarım kürede olduğundan yaz aylarında ışınım değerlerinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4. YGES'in aylara göre ortalama sıcaklık değerleri

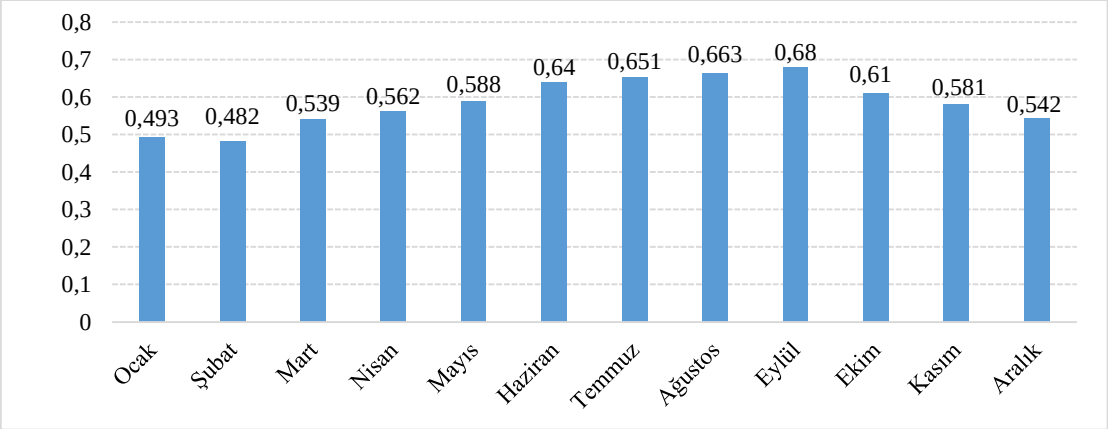
En yüksek sıcaklık değerinin (31,56 ℃) Ağustos ayında oluştuğu, en düşük sıcaklığın ise 4,87 ℃ ile Ocak ayında gerçekleştiği Şekil 4'te görülmektedir. Işınım değerlerinde olduğu gibi sıcaklık değerlerinin de yaz aylarında en yüksek değerlere ulaştığı anlaşılmaktadır.



Şekil 5. YGES'in aylara göre ortalama rüzgar hızı

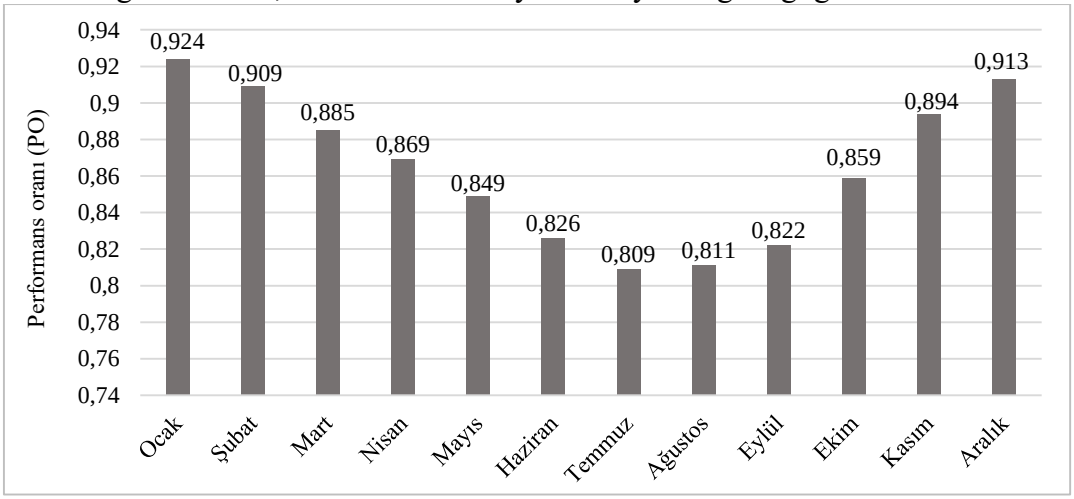
Çalışma için seçilen bölgede aylık ortalama en fazla rüzgar hızının 4,3 m/s ile Temmuz ayında gerçekleştiği, en düşük rüzgar hızının ise 1,3 m/s'lik değerle Kasım ayında oluştuğu Şekil 5'te

görülmektedir. Işınımın en yüksek olduğu yaz aylarında rüzgar hızlarının da en yüksek olmasının FV modül veriminde artış sağlayacağı değerlendirilmiştir.



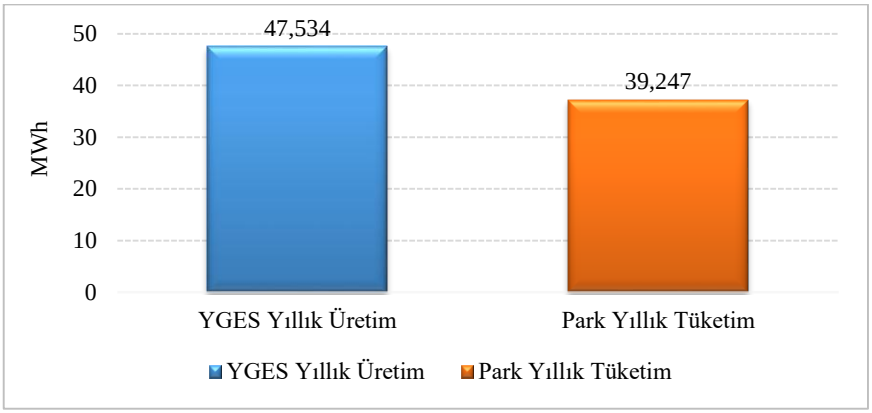
Şekil 6. YGES'in aylara göre ortalama netlik endeksi değerleri

Şekil 6'daki değerler ele alındığında; en yüksek netlik endeksinin 0,68 ile Eylül ayında oluştuğu görülmektedir. En düşük değerin ise 0,482 ile Şubat ayında meydana geldiği anlaşılmaktadır. Şekil 7'de YGES'in aylara göre Performans Oranı (PO) değişimleri görülmektedir. En yüksek performans oranının 0,924 ile Ocak ayında gerçekleştiği Şekil 7'den anlaşılmaktadır. En düşük performans değerinin ise 0,809 ile Temmuz ayında meydana geldiği gözlenmektedir.



Şekil 7. YGES'in aylara göre ortalama PO'ları

Çalışmada tasarlanan YGES'in birim kurulu güç başına enerji üretiminin 1800 kWh (1800 kWh/kWp·yıl) olduğu belirlenmiştir. YGES'in yıllık enerji üretimini ve parkın yıllık enerji tüketimini beraber gösteren bar grafik Şekil 8'de görülmektedir.



Şekil 8. YGES'in üretim ve parkın tüketim değerleri

Şekil 8'e göre; YGES'in yıllık elektrik üretiminin 47,534 MWh ve parkın yıllık elektrik tüketiminin ise **39,247** MWh olduğu anlaşılmaktadır. YGES'in parkın tükettiği elektrik miktarından daha fazla elektrik ürettiği görülmektedir. Elde edilen fazla elektriğin şebekeye aktarılmasıyla parkın fazladan maddi gelir sağlayabileceği de değerlendirilmiştir. **Bu üretim sonuçları YGES'lerin park ve rekreasyon alanlarının enerji talebini karşılamada iyi bir çözüm olabileceğini göstermektedir.**

YGES'lerin teknik avantajlarının yanında çevresel faydaları da vardır. Bu çevresel faydalar CO_2 salınımını ve suyun buharlaşmasını azaltma olarak sıralanabilir. Üretilen her 1 MWh elektrik için 0,6031 tCO_2 emisyonunun önlendiği varsayıldığında (Karaveli, 2014); yıllık 47,534 MWh'lık üretimle yaklaşık 28,667 ton CO_2 emisyonunda azalma sağlanabileceği görülmüştür.

Su yüzeyinin 1 km^2'sinin kaplanması halinde 1,01838 hm^3'lük suyun buharlaşmasının önlenebildiği bilinmektedir. Ayrıca 1.000 kW'lık bir GES'in ortalama 12.000 m^2 alan kaplayacağı bildirilmiştir (Kulat ve ark., 2023). Bu çalışmada kurulan YGES'in kapasitesi 26,4 kW olduğuna göre; bu santralin kaplayacağı alan yaklaşık olarak 316,8 m^2 (12x26,4=316,8) olarak bulunur. Bu değerlere göre; bu YGES'in yıllık engelleyeceği buharlaşan su miktarı (316,8x1,01838=322,622) 322,622 m^3 olarak hesaplanır.

4. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada Kahramanmaraş Kılavuzlu Barajı çıkışında bulunan Kılavuzlu Parkının elektrik talebini karşılamak için şebeke bağlantılı bir YGES tasarımı önerilmiştir. Yıllık elektrik tüketimi 39,247 MWh olan bu parkın enerji talebini karşılamak için 26,4 kW'lık kurulu güce sahip bir YGES kurulumu öngörülmüştür. Bu kurulu güçte olan YGES'in yıllık enerji üretiminin 47,534 MWh olacağı PVsyst yazılımı ve bazı hesaplamalar kullanılarak belirlenmiştir. Üretilen bu enerjinin parkın yıllık tüketimini fazlasıyla karşılayabileceği görülmüştür. YGES kurulumu için seçilen lokasyonun ışınım ve sıcaklık değerlerinin yaz aylarında en yüksek seviyelere çıktığı anlaşılmıştır. Bu ışınım değerlerine paralel olarak santralin en yüksek enerji üretimlerini yaz aylarında yapacağı görülmüştür. Ayrıca YGES'in en düşük PO'larının yaz aylarında olacağı gözlenmiştir. YGES'in teknik avantajlarının yanında CO_2 emisyonunu azaltma ve suyun buharlaşmasını önleme yönünde de olumlu çevresel etkilerinin olacağı anlaşılmıştır. Aynı zamanda bu tarz coğrafi yapıya sahip kamusal alanların enerji talebinin YGES'ler ile karşılanmasının teknik ve çevresel açıdan faydalı sonuçlar doğuracağı çıkarımına varılmıştır.

KAYNAKLAR

Bharathiraja, B., Chakravarthy, M., Ranjith Kumar, R., Yogendran, D., Yuvaraj, D., Jayamuthunagai, J., Praveen Kumar, R., & Palani, S. (2015). Aquatic biomass (algae) as a future feed stock for bio-refineries: A review on cultivation, processing and products. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *47*, 634-653. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.047

Büyükkör, Y. (2025). Yenilenebilir enerji ve fosil yakıtların karbon emisyonlarına etkisi: En çok yenilenebilir enerji tüketen 10 ülke üzerine CS-ARDL analizi. *Business & Management Studies: An International Journal*, *13*(4), 2019-2036. https://doi.org/10.15295/bmij.v13i4.2664

Cazzaniga, R., Cicu, M., Rosa-Clot, M., Rosa-Clot, P., Tina, G. M., & Ventura, C. (2018). Floating photovoltaic plants: Performance analysis and design solutions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *81*, 1730-1741. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.269

Essak, L., & Ghosh, A. (2022). Floating photovoltaics: A review. *Clean Technologies*, *4*(3), 752-769. https://doi.org/10.3390/cleantechnol4030046

Farrar, L. W., Bahaj, A. S., James, P., Anwar, A., & Amdar, N. (2022). Floating solar PV to reduce water evaporation in water stressed regions and powering water pumping: Case study Jordan. *Energy Conversion and Management*, *260*, 115598. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115598

Imam, A. (2025). Optimizing grid-connected photovoltaic systems for residential buildings in Jeddah: a path toward sustainable urban energy solutions. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, *20*, 711-723. https://doi.org/10.1093/ijlct/ctae279

Karaveli, A. B. (2014). *Nuclear energy versus solar energy (Nuke vs. PV): The comparison of their economic feasibilities and environmental aspects for Turkey.* Middle East Technical University. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35082.52164

Kaygusuz, K., Güney, M. S., & Kaygusuz, O. (2018). Renewable energy for rural development in Turkey. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, *7*(2).

Kulat, M. I., Tosun, K., Karaveli, A. B., Yucel, I., & Akinoglu, B. G. (2023). A sound potential against energy dependency and climate change challenges: Floating photovoltaics on water reservoirs of Turkey. *Renewable Energy*, *206*, 694-709. https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.12.058

Marouani, I. (2024). Contribution of renewable energy technologies in combating phenomenon of global warming and minimizing GHG emissions. Clean Energy Science and Technology, 2(2), 164. https://doi.org/10.18686/cest.v2i2.164

Mittal, D., Saxena, B. K., & Rao, K. V. S. (2017). Floating solar photovoltaic systems: An overview and their feasibility at Koyna reservoir in India. International Journal of Sustainable Energy, 36(6), 588–607. https://doi.org/10.1080/14786451.2015.1101590

Müller, M. O., Stämpfli, A., Dold, U., & Hammer, T. (2011). Energy autarky: A conceptual framework for sustainable regional development. *Energy Policy*, *39*(10), 5800-5810. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.04.019

Polat, M. A. (2025). The impact of transition from fossil fuels to renewable energy on carbon emissions: The case of the European Union. *International Journal of Energy Studies*, *10*(3), 909-927. https://doi.org/10.58559/ijes.1705226

1. JA Solar. (2026). FV modül teknik veri sayfası. 2 Ocak 2026 tarihinde https://www.jasolar.com/uploadfile/2021/0706/20210706053456650.pdf. adresinden erişilmiştir.

Rosa-Clot, M., Tina, G. M., & Nizetic, S. (2017). Floating Photovoltaic Plants and Wastewater Basins: An Australian Project. *Energy Procedia*, *134*, 664. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.585

Sahu, A., Yadav, N., & Sudhakar, K. (2016). Floating photovoltaic power plant: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *66*, 815-824. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.051

Sharifi, A. (2019). A critical review of selected smart city assessment tools and indicator sets. *Journal of Cleaner Production*, *233*, 1269-1283. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.172

Spencer, R. S., Macknick, J., Aznar, A., Warren, A., & Reese, M. O. (2019). Floating photovoltaic systems: Assessing the technical potential of photovoltaic systems on man-made water bodies in the United States. *Environmental Science & Technology,* 53(3), 1680–1689. https://doi.org/10.1021/acs.est.8b04735

Sukarso, A. P., & Kim, K. N. (2020). Cooling effect on the floating solar PV: Performance and economic analysis on the case of west Java province in Indonesia. *Energies*, *13*(9), 2126. https://doi.org/10.3390/en13092126

Şenli, H. (2023). Yüzen Güneş Enerjisi Sistemlerinin İncelenmesi, Çevresel Katkıları ve Türkiye'deki Barajların Yüzen Güneş Enerjisi Potansiyeli. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, *35*(4), 418-427. https://doi.org/10.7240/jeps.1261370

Tawalbeh, M., Al-Othman, A., Kafiah, F., Abdelsalam, E., Almomani, F., & Alkasrawi, M. (2021). Environmental impacts of solar photovoltaic systems: A critical review of recent progress and future outlook. *Science of The Total Environment*, *759*, 143528. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143528

Trapani, K., & Redón Santafé, M. (2015). A Review of Floating Photovoltaic Installations: 2007–2013. *Prog. Photovoltaics*, *23*(4), 524-532. https://doi.org/10.1002/pip.2466

van de Ven, D.-J., Capellan-Peréz, I., Arto, I., Cazcarro, I., de Castro, C., Patel, P., & Gonzalez-Eguino, M. (2021). The potential land requirements and related land use change emissions of solar energy. *Scientific Reports*, *11*(1), 2907. https://doi.org/10.1038/s41598-021-82042-5

World Bank Group. (2019). Where sun meets water: Floating solar handbook for practitioners. World Bank.

MİLLİ EĞİTİM BAKANLIĞI'NIN EĞİTİMDE YAPAY ZEKA UYGULAMALARI ETİK KILAVUZUNUN İNCELENMESİ

Ebru ERSARI
Kafkas University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, 36000, Merkez, Kars
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0324-3185

ÖZET
Yapay zeka teknolojileri ölçme ve değerlendirme, öğrenme analitikleri ve kişiselleştirilmiş öğrenme süreçlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Yapay zeka teknolojilerinin eğitim sistemlerine entegre edilmesi, öğrenme süreçlerinin etkililiğini artırma potansiyeline sahiptir. Ancak bu durum, aynı zamanda önemli etik sorumlulukları da beraberinde getirmektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan Eğitimde Yapay Zeka Uygulamaları Etik Kılavuzu'nu etik ilkeler, eğitim politikaları ve uygulama boyutları açısından incelemektir. Araştırma, doküman analizi yöntemi kullanılarak yürütülmüştür. İnceleme sürecinde, etik kılavuzda yer alan ilkeler ayrıntılı biçimde analiz edilmiş ve bu ilkelerin eğitim ortamlarındaki yansımaları tartışılmıştır. İncelemenin araştırma soruları aşağıdaki gibidir:
(1) Eğitimde Yapay Zeka Uygulamaları Etik Kılavuzu'nda yer alan en önemli etik ilkeler nelerdir?
(2) Bu ilkeler, yapay zekanın eğitime entegrasyonunda nasıl bir işlev görmektedir?
Bulgular, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan kılavuzun öğrenci haklarını vurguladığını ve veri güvenliğini ön plana çıkardığını göstermektedir. Ancak uygulama süreçlerine ilişkin daha somut ve ayrıntılı örneklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma, Milli Eğitim Bakanlığı'nın yayımladığı kılavuzun, eğitimde yapay zekanın sorumlu kullanımına yönelik önemli bir temel oluşturduğu sonucuna ulaşmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Milli Eğitim Bakanlığı, yapay zeka, etik

REVIEW OF THE MINISTRY OF NATIONAL EDUCATION'S ETHICAL GUIDELINE FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS

ABSTRACT
Artificial intelligence technologies have begun to be used in assessment and evaluation, learning analytics, and personalized learning processes. The implementation of artificial intelligence technologies into education systems has the capacity to increase the efficacy of learning processes. However, it also requires important ethical responsibilities. The purpose of this study is to investigate the Ethical Guideline for Artificial Intelligence Applications published by the Ministry of National Education in Türkiye in terms of ethical principles, education policies, and implementation aspects. The research was carried out using the document analysis method. In the review, the principles included in the ethical guideline were analyzed in detail, and their implications in the educational circumstances were discussed. The research questions of the review are as follows:
(1) What are the most important ethical principles involved in the Ethical Guideline for Artificial Intelligence Applications?
(2) How do these principles function in the integration of artificial intelligence in education?

The findings indicate that the guideline published by the Ministry of National Education emphasizes student rights and highlights data security. However, more concrete examples related to implementation processes in detail are needed. This study concludes that by the Ministry of National Education's guideline provides an essential foundation for the responsible use of artificial intelligence in education.
Keywords: Ministry of National Education, artificial intelligence, ethics

1. INTRODUCTION

Learning analytics, personalized learning, and assessment and evaluation have all started to employ artificial intelligence technologies (Hashim et al., 2022; Salas-Pilco et al., 2022). Learning processes may become more effective when artificial intelligence technology are included into educational institutions (Lin et al., 2023; Zhou, 2023). But it also necessitates significant ethical obligations (Abbas, 2023; Eden et al., 2024; McGraw, 2024). This study aims to examine the ethical principles, educational policies, and implementation aspects of the Ethical Guideline for Artificial Intelligence Applications published by the Ministry of National Education in Türkiye in 2026. The following are the review's research questions:

(1) What are the most important ethical principles involved in the Ethical Guideline for Artificial Intelligence Applications?

(2) How do these principles function in the integration of artificial intelligence in education?

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Collection and preparation

The ethical guideline for Artificial Intelligence Applications published by the Ministry of National Education has been prepared to explain situations and exceptional cases that are not covered in the Ministry of National Education's Artificial Intelligence Applications Ethics Committee Directive and the Artificial Intelligence Applications Ethical Declaration System. The guideline has six parts: 1) Introduction, 2) Ethical Principles, 3) Establishment of the School Artificial Intelligence Ethics Team and Ethics Committees, and Their Working Procedures and Principles, 4) Artificial Intelligence Applications Ethical Declaration System, 5) Presidential Opinion and Final Provisions, and 6) Appendices.

In the first section, titled Introduction, the purpose, scope, legal basis, and definitions are set out. In the second section, titled Ethical Principles, emphasis is placed on a human-centered and rights-based approach; equality and inclusiveness; transparency and explainability; privacy, confidentiality, and data governance; reliability, safety, and technical robustness; accountability and human oversight; educational value and qualified contribution; and compliance with national and moral values. In the third section, titled Establishment of the School Artificial Intelligence Ethics Team and Ethics Committees, and Their Working Procedures and Principles, provisions are included regarding the structure and duties of the school artificial intelligence ethics team; situations in which the school artificial intelligence ethics team cannot be established; the structure and duties of the provincial artificial intelligence applications ethics committee; the district artificial intelligence applications ethics committee; and the structure and duties of the higher artificial intelligence applications ethics committee, as well as process confidentiality and privacy. In the fourth section, titled Artificial Intelligence Applications Ethical Declaration System, provisions are included regarding teachers' participation in the Artificial Intelligence Applications Ethical Declaration process; the circumstances in which completion of the Ethical Declaration Form is mandatory or not mandatory; the information requested during the teacher declaration submission; the information requested during the declaration submission by units of the Ministry's central and

provincial organizations; and the user roles included in the Artificial Intelligence Applications Ethical Declaration System for the Ministry's central and provincial organization units. In the fifth section, titled Presidential Opinion and Final Provisions, provisions are included regarding the Presidential Opinion; final provisions; the Artificial Intelligence Applications in Education web platform; entry into force; and execution. In the sixth section, titled Appendices, the Ethical Violation Assessment Form is included.

2.2. Analysis technique

The document analysis method was used to conduct the study. The ethical guideline's guiding concepts were thoroughly examined in the review, along with their implications for educational settings.

The ethical principles indicated in the guideline are as follows:

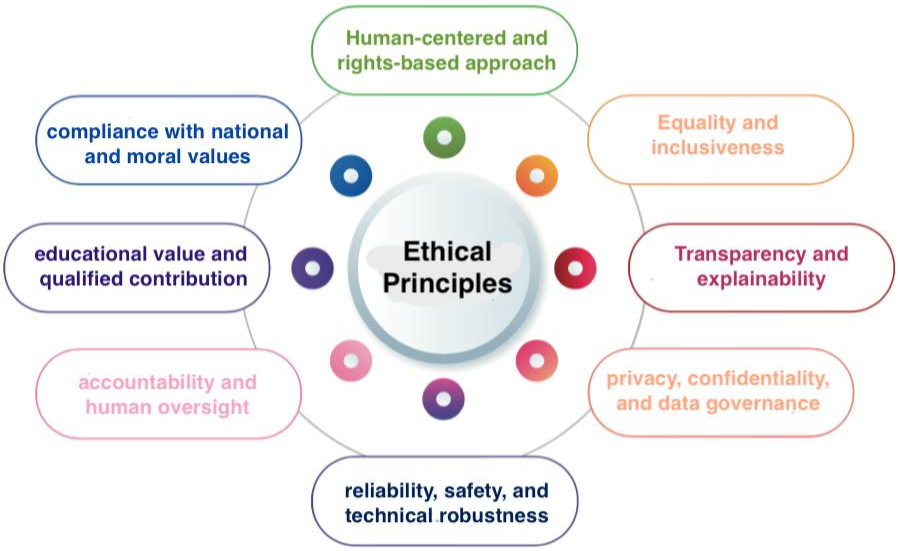


Fig. 1. Fundamental Principles to Be Observed in the Implementation of Artificial Intelligence Applications

According to the human-centered and rights-based approach ethical principle, the main goal of artificial intelligence applications is to prioritize students' academic, social, and emotional well-being and to support their holistic development by taking into account their individual differences. According to the equality and inclusivity ethical principle, Artificial intelligence applications should offer fair, equal, and accessible learning opportunities for all students, avoiding discrimination based on any factor such as socioeconomic status, geographic location, gender, language, race, religion, or special needs. The ethical principle of Transparency and Explainability emphasizes that artificial intelligence tools' decision-making processes should be comprehensible, clear, and explainable to students, teachers, and parents, particularly in crucial areas like student assessment, guidance, and resource recommendation. The ethical concept of privacy, confidentiality, and data governance emphasizes the importance of clearly defining the objective, scope, manner of use, and retention term of data collecting, as well as the prohibition against using the obtained data for purposes other than those specified. Additionally, it states that only information that is absolutely necessary should be gathered and that anonymization methods should be used to secure that information. The artificial intelligence tools employed in planning applications must exhibit good performance in terms of technical precision, consistency, and reliability, according to the ethical concept of Reliability, Safety, and Technical Robustness. The ethical principle of Accountability and

Human Oversight emphasizes that humans are always ultimately responsible for the decisions, recommendations, and results generated by artificial intelligence programs. Every artificial intelligence application used in educational and teaching processes must have a clear educational purpose, be in line with curriculum objectives, and make a significant contribution to the teaching and learning processes, according to the ethical principle of Educational Value and Qualified Contribution. The ethical principle of Compliance with National and Moral Values emphasizes that artificial intelligence applications should be consistent with the overarching goals and core values of Turkish national education; they should not generate content that is at odds with national, moral, ethical, or cultural values, nor should they offer guidance that goes against these values.

In accordance with ethical principles, the artificial intelligence ethics committees and teams established at various levels are as follows.

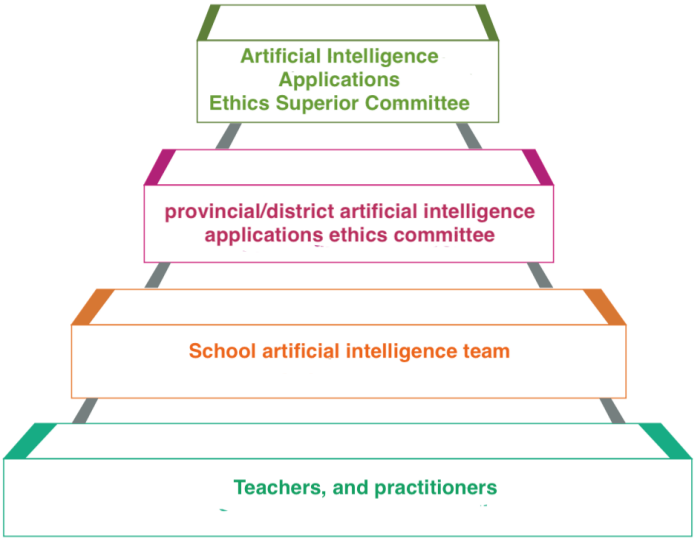


Fig. 2. Ethical Governance Structure for Artificial Intelligence Applications in Education

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results show that the Ministry of National Education's guideline places a strong emphasis on data security and student rights. However, more specific examples pertaining to implementation procedures in-depth are required. According to the study's findings, the Ministry of National Education's guidelines offer a crucial basis for the ethical application of AI in education.

CONCLUSIONS

The ethical guideline is an important step in the direction of creating fair and reliable AI-enhanced learning environments.

REFERENCES

Abbas, T. (2023). Ethical implications of AI in modern education: Balancing innovation and responsibility. *Social Sciences Spectrum*, *2*(1), 51-57.

Eden, C. A., Chisom, O. N., & Adeniyi, I. S. (2024). Integrating AI in education: Opportunities, challenges, and ethical considerations. *Magna Scientia Advanced Research and Reviews*, *10*(2), 6-13.

Hashim, S., Omar, M. K., Ab Jalil, H., & Sharef, N. M. (2022). Trends on technologies and artificial intelligence in education for personalized learning: systematic literature. *Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, *12*(1), 884-903.

Hongladarom, S. (2021). The Thailand national AI ethics guideline: an analysis. Journal of Information, Communication and Ethics in Society, 19(4), 480-491.
Lin, C. C., Huang, A. Y., & Lu, O. H. (2023). Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: a systematic review. *Smart Learning Environments*, *10*(1), 41.
McGraw, D. K. (2024). Ethical Responsibility in the Design of Artificial Intelligence (AI) Systems. *International Journal on Responsibility*, *7*(1), 4.
Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K., & Hu, X. (2022). Artificial intelligence and learning analytics in teacher education: A systematic review. *Education Sciences, 12*(8), 569.
Ministry of National Education, (2026, January). https://ttkb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2026_01/09152326_egitimdeyapayzekauygulamalari_etik_kilavuzu.pdf
Zhou, C. (2023). Integration of modern technologies in higher education on the example of artificial intelligence use. *Education and Information Technologies*, *28*(4), 3893-3910.

ULUSAL YAPAY ZEKA UYGULAMASI BİLGE AI'NİN 8. SINIF MATEMATİK SORULARINI ÇÖZME KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ

Ebru ERSARI
Kafkas University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Mathematics, 36000, Merkez, Kars
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0324-3185

ÖZET
Yapay zeka araçları, öğrencilerin matematikte bireysel öğrenme süreçlerini destekleyebilir. Yapay zeka uygulamalarının eğitimde giderek daha yaygın hâle gelmesiyle birlikte, bu uygulamaların etkililiğinin değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, Türkiye'de geliştirilen ulusal bir yapay zeka uygulaması olan Bilge AI'nin, 8. sınıf matematik öğretim programında yer alan soruları çözme performansını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. İnternet sitelerinde yer alan bilgilere göre, söz konusu yapay zeka aracı karmaşık problemleri yalnızca 0,2 saniyede %99,8 doğruluk oranıyla çözebilmektedir. Sorular; Sayılar ve İşlemler (Çarpanlar ve Katlar, Üslü İfadeler, Kareköklü İfadeler), Veri İşleme, Olasılık ve Cebir (Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler) konularından seçilmiştir. Çalışmada, problem çözme becerilerini ölçmek amacıyla çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular kullanılmıştır. Araştırma soruları aşağıdaki gibidir:
(1) Bilge AI, 8. sınıf matematik sorularını hangi doğruluk düzeyinde çözebilmektedir?
(2) Bilge AI'nin performansı, soru türlerine (işlemsel, sözel problem, grafik yorumlama ve muhakemeye dayalı sorular) göre anlamlı biçimde farklılık göstermekte midir?
Araştırmada betimsel analiz yaklaşımı kullanılmıştır. Bilge AI'nin güçlü ve sınırlı yönleri tartışılmıştır. Bu araştırma, ortaokul eğitim bağlamlarında bir yapay zeka aracının uygulanmasının incelenmesine katkı sağlamaktadır. Çalışmanın bulguları, matematik öğrenme ve ölçme-değerlendirme uygulamalarını geliştirmek amacıyla yapay zeka teknolojilerini entegre eden program geliştiriciler, eğitimciler ve politika yapıcılar için önemli çıkarımlar sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Yapay zeka, problem çözme, Bilge AI

AN EXAMINATION OF THE CAPACITY OF THE NATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATION BILGE AI TO SOLVE 8TH GRADE MATHEMATICS QUESTIONS

ABSTRACT
AI tools can support students' individual learning processes in mathematics. As AI applications become more popular in education, assessing their effectiveness is essential. This study aims to evaluate the performance of Bilge AI, a national artificial intelligence application developed in Türkiye, to solve questions included in the 8th grade mathematics curriculum. According to their website, the AI tool can solve complex problems with 99.8% accuracy in just 0.2 seconds. Questions were asked from the topics of Numbers and Operations (Factors and Multiples, Exponential Expressions, Expressions with Square Roots), Data Processing, Probability and Algebra (Algebraic Expressions and Identities). In the study, multiple-choice and open-ended questions were used to measure its problem-solving skills. The followings are the research questions: (1) With what level of accuracy can Bilge AI solve 8th grade mathematics questions? (2) Does Bilge AI's performance differ significantly according to question types (procedural,

word problems, graph interpretation, and reasoning-based questions)? A descriptive analysis approach was used. Bilge AI's limitations and strengths are discussed. The research contributes to the investigation of the implementation of an AI tool in middle school educational contexts. The findings of the study have implications for curriculum designers, educators, and policymakers integrating AI technologies to improve mathematics learning and assessment practices.
Keywords: Artificial intelligence, problem solving, Bilge AI

1. INTRODUCTION

AI tools can assist each student's unique mathematical learning method (Awang et al., 2025; Nti-Asante, 2024). Evaluating the efficacy of AI applications is crucial as they gain popularity in education (Elkhatat et al., 2023; Power, 2024; Tulli, 2022). The purpose of this study is to assess how well Bilge AI, a national artificial intelligence program created in Türkiye, performs in answering math problems from the eighth-grade curriculum. The study assessed the participants' problem-solving abilities using both multiple-choice and open-ended questions. The research questions are as follows: (1) With what level of accuracy can Bilge AI solve 8th grade mathematics questions? (2) Does Bilge AI's performance differ significantly according to question types (procedural, word problems, graph interpretation, and reasoning-based questions)?

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Collection and preparation

Bilge AI can handle complicated problems with 99.8% accuracy in just 0.2 seconds, according to its website bilgeai.co. The questions covered the following 8th grade mathematics topics: Numbers and Operations (Factors and Multiples, Exponential Expressions, Expressions with Square Roots), Data Processing, Probability, and Algebra (Algebraic Expressions and Identities). Both multiple choice and open-ended questions were taken from the Republic of Türkiye Ministry of National Education General Directorate of Measurement, Evaluation, and Examination Services (https://odsgm.meb.gov.tr/www/8-sinif-matematik-unitelendirilmis-ornek-sorular/icerik/677). In some cases, multiple choices were provided in the prompts; in other cases, the questions did not include choices, to vary the question type.

8th grade mathematics problems were asked to Bilge AI and its step by step responses to the prompts were analyzed. Multiple-choice and open-ended questions were used to measure the tool's problem-solving skills.

2.2. Analysis technique

Bilge AI's performance on eighth-grade math problems was assessed using a descriptive analysis method. The examination concentrated on the AI tool's advantages and disadvantages in addressing problems related to a variety of mathematical subjects, such as algebra, probability, data processing, and numbers and operations. The accuracy, problem-solving techniques, and adaptability of the AI's responses to various question types—such as procedural tasks, word problems, graph interpretation, and reasoning-based questions—were evaluated. To find trends in performance across formats, multiple-choice and open-ended questions were examined independently.

The investigation also took into account qualitative elements of Bilge AI's answers, like their completeness, clarity, and the reasoning steps they offered in response to open-ended queries. To ascertain if the AI performed consistently or changed in accuracy based on the cognitive demands of the task, comparisons between question kinds were made. To ensure a fair

assessment, both excellent performances and instances of inaccurate or insufficient responses were recorded.

The descriptive analysis's overall goals were to give a thorough grasp of Bilge AI's capacity for problem-solving, point out areas in need of development, and guide future uses of AI tools in middle school math instruction.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Even though the questions did not include any visuals and were multiple-choice, the AI tool produced some errors and asked for a premium package.

The response time was fast. It provided step by step explanation, even though some explanations were not correct. On its website, it is stated that the AI tool's domain of expertise includes Turkish Literature Analysis, Ottoman Strategy Models, Sufi Philosophy Integration, and modern AI architecture. The reason for its low performance in mathematics may be due to the fact that it is not a problem-solving AI specifically trained in the field of mathematics.

The AI tool was able to recognize the content of the table uploaded as an image. Here is a sample response from the AI tool:

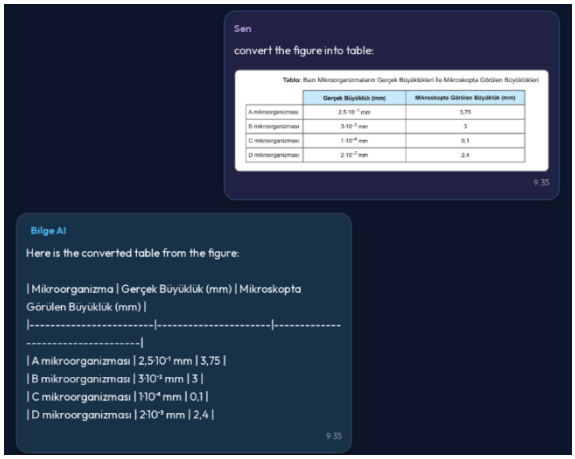


Fig. 1. Sample conversion of table content uploaded as an image into text

Even though it provides correct responses for simple reasoning problems and calculations, it is limited in solving more complex problems at the middle school level. Additionally, it is likely that it sometimes provides irrelevant explanations. Thus, similar to other AI tools, this AI tool cannot be replaced an actual teacher. Studies also confirm that the AI tools can be an aid rather than a replacement for a teacher (Al Ghazali et al., 2024; Chan & Tsi, 2024; Nikitina & Ishchenko, 2024).

When solving the problems, Bilge AI explains its reasoning step by step rather than just providing the results. Sometimes, even if it starts reasoning correctly, it may interpret the results incorrectly at some point. When it does not fully understand what the problem is asking at the beginning, it gets completely confused and cannot produce correct answers.

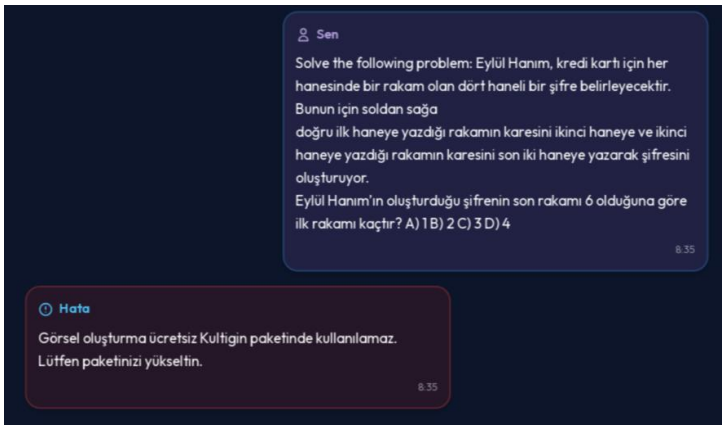


Fig. 2. Sample response from BilgeAI when it does not understand the prompt

It may also be risky, because even though the way Bilge AI presents explanations seems reasonable, they may still be inaccurate. This could lead to misunderstandings of the content (Erdem, 2026; Kim et al., 2025).

The AI tool Bilge AI does not recognize some mathematical techniques needed to solve the problems correctly. Studies also confirm the finding that AI tools lack a deep understanding of mathematical problems (Govender, 2024; Opesemowo & Ndlovu, 2024; Wardat et al., 2023). It can also be used as a starting point when students need further examples or explanations. However, since its reliability needs to be verified, its use should be monitored by teachers or parents (Owan et al., 2023).

CONCLUSIONS

The study further the exploration of the application of an AI tool in middle school learning environments. Students can study 8th grade mathematics with the aid of Bilge AI. It offers further instances and detailed explanations. Nevertheless, some mathematical methods are not recognized by it. It occasionally misinterprets issues or provides incorrect solutions. Although its explanations might seem plausible, they might not be accurate. It cannot take the place of a reacher due to these restrictions. When students use it, parents or teachers should keep an eye on them. By offering detailed explanations and more examples, Bilge AI can be a useful supplemental tool for learning mathematics. The AI tool has the potential for individualized and effective learning; however, its performance needs to be strengthened.

The study's conclusions have ramifications for educators, legislators, and curriculum designers that incorporate AI technologies to enhance mathematics instruction and evaluation procedures.

REFERENCES

Al Ghazali, S., Zaki, N., Ali, L., & Harous, S. (2024). Exploring the potential of ChatGPT as a substitute teacher: A case study. *International Journal of Information and Education Technology*, *14*(2), 271-278.

Awang, L. A., Yusop, F. D., & Danaee, M. (2025). Current practices and future direction of artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. International Electronic *Journal of Mathematics Education*, 20(2), em0823.

Chan, C. K. Y., & Tsi, L. H. (2024). Will generative AI replace teachers in higher education? A study of teacher and student perceptions. *Studies in Educational Evaluation*, 83, 101395.

Elkhatat, A. M., Elsaid, K., & Almeer, S. (2023). Evaluating the efficacy of AI content detection tools in differentiating between human and AI-generated text. *International Journal for Educational Integrity*, *19*(1), 1-16.

Erdem, Z. Ç. (2026). Artificial Intelligence in Education from the Perspective of Students: The Example of Mathematics Classes. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, *11* (1), 134-143.
Govender, R. (2024). A reflection on the use of artificial intelligence tools for the meaningful learning of mathematics. *Pythagoras*, *45*(1), a831.
Kim, Y. R., Park, M. S., & Joung, E. (2025). Exploring the integration of artificial intelligence in math education: Preservice teachers' experiences and reflections on problem-posing activities with ChatGPT. *School Science and Mathematics*, 1–15.
Nikitina, I., & Ishchenko, T. (2024). The impact of ai on teachers: support or replacement?. *Scientific Journal of Polonia University*, *65*(4), 93-99.
Nti-Asante, E. (2024). Engaging students in making artificial intelligence tools for mathematics education: An iterative design approach. *Journal of Mathematics Education*, *17*(1), 16-37.
Opesemowo, O. A., & Ndlovu, M. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: The good, the bad, and the ugly. *Journal of Pedagogical Research*, *8*(3), 333-346.
Owan, V. J., Abang, K. B., Idika, D. O., Etta, E. O., & Bassey, B. A. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence tools in educational measurement and assessment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(8), em2307.
Power, R. (2024). Evaluating graduate education students' self-efficacy with the use of artificial intelligence agents: A case study. *Journal of Educational Informatics*, *5*(1), 3-19.
Tulli, S. K. C. (2022). An Evaluation of AI in the Classroom. *International Journal of Acta Informatica*, *1*(1), 41-66.
Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(7), em2286.

İSTİKLAL HARBİNE KATILMIŞ ALAY SANCAKLARINA İSTİKLAL MADALYASI TALTİFİ SÜRECİNDE GÖRMEZDEN GELİNEN BİR ASKERÎ TEŞKİLAT: JANDARMA ALAYLARI

Murat BIYIK
ORCID: 0000-0002-7190-5865

ÖZET

Jandarma Teşkilatı Görev ve Yetkileri Yönetmeliğine göre jandarma, emniyet ve asayiş ile kamu düzeninin korunmasını sağlayan ve diğer kanun ve nizamların verdiği görevleri yerine getiren askeri bir güvenlik ve kolluk kuvvetidir. Kuruluş tarihine dair kesin bir tarihlendirme olmayan jandarma teşkilatının, 1839 yılı itibariyle kanun ve nizamlar çerçevesinde görevini ifa ettiği kabul edilmektedir. 15 Mayıs 1919 – 9 Eylül 1922 tarihleri aralığında İstiklal Harbi'nde yer almış piyade, süvari, topçu ve hudut alaylarının sancaklarına İstiklal Madalyası taltif edilmiştir. İstiklal Harbi yıllarında aziz vatanın savunulması ve kurtuluşu sırasında yer alan askeri sınıflardan biri de jandarma teşkilatıdır ancak alayların tespiti ve taltifi sürecinde depo ve jandarma alaylarının unutulduğu ve haklarının teslim edilmediği görülmektedir. Bu probleme dikkat çekmek amacıyla tebliğimizde Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi Bakanlıklararası Tayin Daire Başkanlığı fonunda yer almakta olan İstiklal Madalyası belgelerinde geçen jandarma alaylarının isimleri derlenerek İstiklal Harbindeki mevcudiyet ve katkılarının tespiti amaçlanmıştır. Bu çalışma, jandarma alayı sancaklarına İstiklal Madalyası verilmesi konusunu ilk kez açık bir akademik iddia olarak tartışmaya açmaktadır. Tebliğimizin öncelikli hedefi İstiklal Harbi'nde yer almış jandarma alaylarının eşitlik ve adalet değerleri bağlamında hakkının teslim edilmesidir. Tebliğimizin diğer bir hedefi ise Giresun Jandarma Alayı ve Şebinkarahisar Jandarma Alayı gibi kamuoyu hafızasından silinmiş ve kaynaklarda yer almayan birçok birliğin isimlerini literatüre kazandırarak ilgili birlikler üzerine yapılacak çalışmalara vesile olmak ve katkı sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler
İstiklal Harbi, İstiklal Madalyası, Jandarma Alayı, Giresun Jandarma Alayı, Şebinkarahisar Jandarma Alayı

A MILITARY ORGANIZATION IGNORED IN THE PROCESS OF AWARDING INDEPENDENCE MEDALS TO REGIMENTAL FLAGS THAT PARTICIPATED IN THE WAR OF INDEPENDENCE: GENDARMERIE REGIMENTS

Abstract

According to the Regulation on the Duties and Authorities of the Gendarmerie Organization, the gendarmerie is a military security and law enforcement force responsible for ensuring public security and order, as well as for carrying out the duties assigned by other laws and regulations. Although there is no definitive dating regarding its establishment, the Gendarmerie organization is generally considered to have been performing its duties within the framework of laws and regulations as of 1839. The regimental colors of infantry, cavalry, artillery, and border regiments that took part in the War of Independence between 15 May 1919 and 9 September 1922 were awarded the Independence Medal. One of the military branches that took part in the defense and liberation of the homeland during the years of the War of Independence was the Gendarmerie organization; however, it is observed that depot and gendarmerie regiments were overlooked in the process of identification and award, and that their rightful

recognition was not duly granted. In order to draw attention to this problem, our paper aims to identify the presence and contributions of gendarmerie regiments during the War of Independence by compiling the names of gendarmerie regiments mentioned in the Independence Medal documents preserved in the Interministerial Appointment Department collection of the Republican Archives of the Presidency of State Archives. This study brings the issue of awarding the Independence Medal to gendarmerie regimental colors into academic discussion for the first time as an explicit scholarly claim. The primary objective of our paper is to ensure that the gendarmerie regiments that participated in the War of Independence are duly recognized in accordance with the principles of equality and justice. Another objective of our paper is to contribute to the literature by documenting the names of numerous units—such as the Giresun and the Şebinkarahisar Gendarmerie Regiment—that have been erased from public memory and are absent from sources, thereby facilitating and encouraging future research on these units.

Key Words: *Turkish War of Independenc, Independence Medal, Gendarmerie Regiment, Giresun Gendarmerie Regiment, Şebinkarahisar Gendarmerie Regiment.*

"Tarih yazmak, tarih yapmak kadar mühimdir. Yazan yapana sadık kalmazsa değişmeyen hakikat, insanlığı şaşırtacak bir mahiyet alır."

Mustafa Kemal ATATÜRK

1. GİRİŞ

İstiklal Madalyası[1], Türk'ün varoluş mücadelesi ve en buhranlı günlerinin eseri ve hatırasıdır. 29 Kasım 1920'de kabul edilen ve 4 Nisan 1921 tarihinde yayımlanmasıyla kanunlaşan İstiklal Madalyası Kanununa göre İstiklal Madalyası,*"bilfiil kıta başında (cephede veya dahili isyanları teskinde) âsarı hamaset ve fedekârî gösteren erkân, ümera ve zâbitan ve efrat ve millî kahramanlara ve cephe gerisinde maksadı ulvinin husulü için âzami ibrazı mesai edenlere, istiklâli millî uğrunda fedayi hayat eden şühedanın da ekber evlâdına veya ailesine"* taltif edilmesi kararlaştırılan bir ödüldür.[2] Her ne kadar kanunda açıkça belirtilmese de bu ödülün amaçlarının biri de emeğin karşılığının verilmesi kadar kişileri sürece teşvik etmektir.[3] İlk madalyalar Sakarya Meydan Muharebesi zaferinin ardından 234 kişiye verilmiş[4] ve peyder pey taltif edilmeye devam edilmiştir. İstiklal Harbi'nin kazanılmasından sonra madalyanın taltifi hususunda İstiklal Madalyası Kanununda bazı değişiklikler yapılmıştır. 12 Aralık 1923'de madalyanın 15 Mayıs 1919 – 1 Kasım 1923 tarihleri aralığında İstiklal Harbine katılmış kişilere verilmesi kararı alınmış daha sonra ise 30 Mayıs 1926'da yapılan değişiklikle bu tarih 15 Mayıs 1919 – 09 Eylül 1922 son şeklini almıştır.[5] Başlangıçta kişilere taltif edilen İstiklal Madalyası, yıllar içerisinde bazı teşkilatlar, iller ve askeri birliklere de verilmiştir.

---

[1] Mesut Uyar, **Bir Asrın Ardından İstiklal Madalyası**, Türkiye İş Bankası Kültür Yay., İstanbul 2022.; İstiklal Madalyası'nın tarihi serüveni hususunda bu çalışmayı incelemenizi salık veririz.

[2] **Ceride-i Resmiye**, 4 Nisan 1337, s.3.

[3] Madalya taltif edilen ilk 234 kişiden biri olan Topal Osman Ağa'nın, İstiklal Madalyası aldığına dair haberlerin propaganda yayınları ve basında yer alması bu durumun örneklerindendir. Murat Bıyık, **Topal Osman Ağa'nın Hayatı ve Bibliyografyası**, (Ed. Dindar Negiş), Harp Sanat Yay., İstanbul 2025.

[4] **BCA**, 30-10-0-0/194-326-6.; **BCA**, 30-18-1-1/3-32-18.

[5] https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=66&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=3 (Erişim Tarihi: 21.01.2026)

2. ARAŞTIRMANIN AMACI, YÖNTEMİ VE SINIRLILIKLARI

İstiklal Harbine katılan alayların sancaklarına İstiklal Madalyası taltif edilmesi 7 Şubat 1939 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanarak kanunlaşmıştır. Kanuna göre tespit edilen piyade, süvari, topçu ve hudut alaylarının sancaklarına madalya taltif edilmiştir. Ancak bu süreçte jandarma alayları unutulmuştur. Çalışmamız, Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi (Başbakanlık Cumhuriyet Arşivi) Bakanlıklararası Tayin Daire Başkanlığı fonunda erişime açık olan İstiklal Madalyaları kayıtlarının taranması sonucu tespit edebildiğimiz jandarma alaylarının isimlerini kamuoyuna duyurmak ve haklarının teslimi hususunu akademik tartışmaya açmak amacıyla hazırlanmıştır.

İstiklal Harbini üzerine hazırlanan çalışmaların büyük bir bölümü cephe ve komutanlar ekseninde yoğunlaşmaktadır, bu sebeple cephe gerisi faaliyetleri hususunda önemli bir bilgi eksikliği olduğu düşünülmektedir. Konuyu bir örnekle açacak olursak Giresun ilimizin İstiklal Harbine askeri birlikler bağlamında katkıları Meclis Maiyet Muhafız Bölüğü, Giresun Milli Taburu, Giresun Nizamiye Alayı, 42, 44 ve 47. Alayların faaliyetleriyle bilinmektedir. Zira bahsettiğimiz birliklerin tamamı cephede yer almıştır ancak Espiye Depo Alayı, Giresun Jandarma Alayı ve Şebinkarahisar Jandarma Alayı gibi birliklerin isimleri bile bilinmemektedir. Çalışmamızla dikkat çekmeyi planladığımız hususlardan biri de tam olarak budur, tebliğimizde yer verdiğimiz birçoğunun varlığından ilk defa haberdar olacağınız jandarma alayı isimlerinden hareketle yeni çalışmalara öncü olmaktır.

Çalışmamız sürecinde ilgili fonda bulunan belgeler incelenmiş ve *Jandarma Alayı* ifadesi veya kısaltması bulunan birliklerin isimleri derlenmiştir. Derlememiz sırasında *"Bursa Jandarma Alayı"* ve *"Hüdevendigar Jandarma Alayı"* örneğinde olduğu gibi bazı birliklerin çelişkili şekilde kaydedildiği tespit edilmiştir. Bu süreçte bazı klasörlerde eksik belgeler olduğu fark edilmiştir. Birçok kayıtta ise birliğin adının tam yazılmadığı gözlemlenmiştir. Çalışmamızdan faydalanacak kişilerin bu hususlara dikkat etmelerini salık veririz.

3. İSTİKLAL HARBİNE KATILAN ALAYLARIN TALTİFİ

4 Ocak 1939 tarihinde Başvekil Celal Bayar, Adliye Vekili Tevfik Fikret Sılay, Müdafaa-i Milliye Vekili Kazım Özalp, Dahiliye Vekili Dr. Refik Saydam, Hariciye Vekili Şükrü Saraçoğlu, Maliye Vekili Fuat Ağralı, Maarif Vekili Hasan Ali Yücel, Nafia Vekili Ali Çetinkaya, İktisat Vekili Hüsnü Çakır, Sıhhiye ve Muavenet-i İçtimaiye Vekili Hulusi Alataş, Gümrük ve İnhisarlar Vekili Ali Rana Tarhan ve Ziraat Vekili Faik Kurtoğlu tarafından *"İstiklal Madalyası Kanununa Müzeyyel 869 Sayılı Kanuna Muvakkat Bir Madde Eklenmesine Dair Kanun Layihası"* hazırlanmıştır. Üç maddeden oluşan bu teklife göre İzmir'in işgalinden, İzmir'in kurtuluşuna kadar milli orduda görev alan muhtelif sınıf alay sancaklarına İstiklal Madalyası verilmesi, kanunun Resmi Gazetede yayınlandıktan sonra geçerli olacak ve uygulanmasında Müdafaa-i Milliye Vekilinin görevli olacaktır.

16 Ocak 1939 tarihinde Başvekil Celal Bayar tarafından TBMM Başkanlığına sunulan kanun teklifinin gerekçesi şu şekildedir:

"Esbabı mucibe

Egemenlik savaşında yurdu ve ulusal namusu kurtarmak yolunda çalışan ve çarpışan evlad ve yurddaşlarını Yüksek Kamutay (66 ve 669 sayılı kanunlarıyla) İstiklal Madalyasile saygılamış ve yine işbu kanunlar bu madalyanın bir şeref ve celadet mirası olarak nesilden nesile intikal edeceği de yüksek ve değerli bir anlam hainde yer tutmuştur.

İşbu kanunlar meriyet mevkiine konuldukları tarihte alaylarımıza henüz sancakları verilmemiş bulunmakta ve bu yüzden alay sancaklarının birer İstiklal Madalyasile süslenmelerine imkan görülmemişti.

869 sayılı kanunun 2. maddesi hükmü dahilinde 15 mayıs 1335 tarihinden İzmirin istirdadı olan 9 Eylül 338 tarihine kadar milli orduda vazife almış subay, memur ve erlere madalya tahakkuk ettirildiği üzere bir nesil hakkı olarak muhafazası güdülen ve gözetilen kanunlar hükmüne göre ordunun manevi varlığını ifade eden alay sancaklarının da orduya mensub ferdler gibi (ve yabancı ordularda olduğu üzere) birer İstiklal Madalyası ile tezyin ve tepcilleri tensib edilmektedir.
Binaenaleyh İstiklal Harbine iştirak etmek suretiyle milli ordu camiasında vazife almış bağlı listede No. ve adları yazılı muhtelif sınıf alay sancaklarına birer İstiklal Madalyası tahakkuku için 869 sayılı kanuna bu maksadla muvakkat bir madde ilave edilmiştir."
Teklif, Milli Müdafaa Encümen Reisi Diyarbakır Mebusu Kazım Sevüktekin başkanlığında 24 Ocak 1939 tarihinde görüşülmüş, kabul edilmiş ve TBMM başkanlığına sunulmuştur.
26 Ocak 1939'da kanun teklifi Refet Canıtez başkanlığındaki TBMM bileşiminde oylamaya sunulmuş ve kabul edilmiştir.[6] *"İstiklal Madalyası Kanununa müzeyyel 869 sayılı kanuna ek kanun"*, 7 Şubat 1939 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanmasıyla yürürlüğe girmiştir.[7]
Bu kanuna göre sancaklarına İstiklal Madalyası taltif edilen alaylar:
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44[8], 45, 46, 47[9], 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 73, 126, 127, 131, 135, 159, 174, 176, 189 ve 190. Piyade Alayları
1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 33, 34, 36, 37, 38, 53, 54 ve 55. Süvari Alayları
1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 20, 23, 41, 57, 61. Topçu Alayları ve Sarıkamış Ağır Topçu Alayı.
Iğdır, Kızılçakçak, Caksu, Borçka ve Hudut Alaylarıdır.
İstiklal Harbinde yer almış alayların sancaklarına İstiklal Madalyası taltif edilmesine dair kanun yürürlüğe girdikten sonra bazı alayların unutulduğu tespit edilmiştir. 27. Dağ Alayı, 48. Dağ Alayı, 132. Piyade Alayı, 143. Piyade Alayı, 172. Piyade Alayı, 5. Topçu Alayı, 9. Topçu Alayı, 1. Müstahkem Mevkii Topçu Alayı, 2. Müstahkem Mevkii Topçu Alayı, 4. Müstahkem Mevkii Topçu Alayı ve 10. Müstahkem Mevkii Topçu Alayının sancaklarına İstiklal Madalyası verilmesine dair kanun teklifi 24 Nisan 1940 günü TBMM'de oylanmış ve kabul edilmiştir. 30

[6] **TBMM Zabıt Ceridesi**, Cilt: 29, Devre: V, İçtima: 4, 26 Ocak 1939.; Doğrudan alıntılar, kaynakta geçtiği gibi kullanılmıştır.
[7] **Resmi Gazete**, 7 Şubat 1939, s. 6 – 7.
[8] 44. Alay'ın Giresunlular tarafından teşkil edilmesine dair emir, Prof. Dr. Rezzan Ünalp tarafından tespit edilmiş ve ilk defa yayımlanmıştır. Rezzan Ünalp, **Tirebolulu Şehit Binbaşı Hüseyin Avni Alparslan: Giresun Gönüllü Alayları**, (Ed. Veysel Usta), Serander Yay., Trabzon 2025.
[9] https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/Tutanak?Id=504f1b0e-3a1e-4f31-bdb8-019b309a5c67 (Erişim Tarihi: 21. 01. 2026).; Giresunlular tarafından teşkil edilen 42, 44 ve 47. Alayların İstiklal Madalyaları olduğu bilgisi Giresun Esnaf ve Sanatkarları Odaları Birliği Başkanı Ali Kara ve Hilal Mutlu Karaibrahim ile katıldığımız 15 Eylül 2025 tarihinde yayınlanan "*Hilal'in Penceresinden"* programında ilk defa kamuoyuna ilan edilmiştir. Programın yayımlanmasının akabinde Ali Kara'nın öncülüğünde *"İstiklal Madalyamız ve Yiğit Giresun İmza Kampanyası"* başlatılmıştır. Bu süreçte yapılan resmi girişimler sonucu 42, 44 ve 47. Alayların sancak ve madalyalarının İstanbul Harbiye Askeri Müzesi envanterinde olduğu İYİ Parti İstanbul Milletvekili Burak Akburak tarafından tespit edilmiş ve 18 Aralık 2025 tarihinde TBMM Genel Kurulu konuşmasında kamuoyuna ilan edilmiştir.

Nisan 1940 tarihinde isimleri Resmi Gazetede yayınlanarak onların madalyaları da taltif edilmiştir.[10]

4. İSTİKLAL HARBİNDE JANDARMA ALAYLARI

İstiklal Harbi sürecinde jandarma teşkilatı Müdafaa-i Milliye Vekaleti çatısı altında yer alan Umum Jandarma Kumandanlığına bağlı olan Adana, Ankara, Aydın, Bitlis, İstanbul, Sivas ve Trabzon bölge müfettişlikleri emrinde 17 jandarma alayı ve 13 bağımsız jandarma taburundan oluştuğu kabul görmektedir. Jandarma Genel Komutanlığı Arşivi, Subay Künye Defteri kayıtları da incelenerek hazırlanan *Türk İstiklal Harbi'ne Katılan Alay ve Tugay Komutanlarının Biyografileri* eserinde yer verilen biyografilerde yer alan bazı jandarma alayları şu şekildedir: Adana Jandarma Alayı, Ankara Jandarma Alayı, Bolu Jandarma Alayı, Diyarbakır Jandarma Alayı, Elazığ Jandarma Alayı, Erzincan Süvari Jandarma Alayı, Genç Vilayeti Jandarma Alayı, İzmit Jandarma Alayı, Kars Jandarma Alayı, Konya Jandarma Alayı, Malatya Jandarma Alayı, Sivas Jandarma Alayı ve Trabzon Jandarma Alayı.[11]

a. İstiklal Madalyası Kayıtlarına Göre Jandarma Alayları

Askerlik Şube Başkanlığı Künye/Kayıt Defterlerinden erişilen bilgilerle hazırlanan İstiklal Madalyası kayıtlarına göre ise İstiklal Harbi'nde yer alan jandarma alayları şu şekildedir:
16. Jandarma Alayı[12], 2. Jandarma Alayı[13], 4. Jandarma Alayı[14], 9. Jandarma Alayı[15], 9. Kor. Jandarma Alayı[16], Adana Jandarma Alayı[17], Adapazarı Jandarma Alayı[18], Afyon Jandarma Alayı[19], Alaşehir Jandarma Alayı[20], Amasya Jandarma Alayı[21], Ankara Jandarma Alayı[22], Antalya Jandarma Alayı[23], Artvin Jandarma Alayı[24], Ayaş Jandarma Alayı[25], Aydın Jandarma Alayı[26], Balıkesir Jandarma Alayı[27], Bilecik Jandarma Alayı[28], Bitlis Jandarma Alayı[29], Boğazlıyan Jandarma Alayı[30], Bolu Jandarma Alayı[31], Burdur Jandarma Alayı[32], Bursa

[10] **Resmi Gazete**, 30 Nisan 1940, s. 1.
[11] **Türk İstiklal Harbi'ne Katılan Alay ve Tugay Komutanlarının Biyografileri C. II**, Genelkurmay Askeri Tarih ve Stratejik Etüt Başkanlığı Yay., Ankara 2010, s. XIII – 549.
[12] **BCA**, 30-11-1-0/ 358-42-13.
[13] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-3-15.
[14] **BCA**, 30-11-1-0/ 361-5-9.
[15] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-34-4.
[16] **BCA**, 30-11-1-0/ 344-18-13.
[17] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-14.
[18] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-29-5.
[19] **BCA**, 30-11-1-0/ 324-2-9.
[20] **BCA**, 30-11-1-0/ 352-10-20.
[21] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-11.
[22] **BCA**, 30-11-1-0/ 332-6-16.
[23] **BCA**, 30-11-1-0/ 334-17-10.
[24] **BCA**, 30-11-1-0/ 332-6-16.
[25] **BCA**, 30-11-1-0/ 388-14-3.
[26] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-5-13.
[27] **BCA**, 30-11-1-0/ 334-17-10.
[28] **BCA**, 30-11-1-0/ 241-2-8.
[29] **BCA**, 30-11-1-0/ 344-18-13.
[30] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-16.
[31] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-3-14.
[32] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-9.

Jandarma Alayı[33], Canik Jandarma Alayı[34], Cebelibereket Jandarma Alayı[35], Çankırı Jandarma Alayı[36], Çorlu Jandarma Alayı[37], Çorum Jandarma Alayı[38], Demirci Jandarma Alayı[39], Denizli Jandarma Alayı[40], Dersim Jandarma Alayı[41], Diyarbakır Jandarma Alayı[42], Düzce Jandarma Alayı[43], Edirne Jandarma Alayı[44], Edremit Jandarma Alayı[45], Elazığ Jandarma Alayı[46], Ertuğrul Jandarma Alayı[47], Erzincan Jandarma Alayı[48], Erzurum Jandarma Alayı[49], Eskişehir Jandarma Alayı[50], Gaziantep Jandarma Alayı[51], Gelibolu Jandarma Alayı[52], Giresun Jandarma Alayı[53], Gönen Jandarma Alayı[54], Gümüşhane Jandarma Alayı[55], Hopa Vilayeti Jandarma Alayı[56], Hüdavendigar Jandarma Alayı[57], Isparta Jandarma Alayı[58], İslahiye Jandarma Alayı[59], İstanbul Jandarma Alayı[60], İzmir Jandarma Alayı[61], İzmit Jandarma Alayı[62], Kalecik Jandarma Alayı[63], Kangal Jandarma Alayı[64], Karabük Jandarma Alayı[65], Karasi Jandarma Alayı[66], Karasu Jandarma Alayı[67], Karayeni Jandarma Alayı[68], Kars Jandarma Alayı[69], Kastamonu Jandarma

[33] **BCA**, 30-11-1-0/ 339-39-17.
[34] **BCA**, 30-11-1-0/ 340-45-7.
[35] **BCA**, 30-11-1-0/ 357-34-4.
[36] **BCA**, 30-11-1-0/ 345-23-15.
[37] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-16.
[38] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-9.
[39] **BCA**, 30-11-1-0/ 351-5-4.
[40] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-29-20.
[41] **BCA**, 30-11-1-0/ 345-23.14.
[42] **BCA**, 30-11-1-0/ 349-44-7.
[43] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-11.
[44] **BCA**, 30-11-1-0/ 359-47-13.
[45] **BCA**, 30-11-1-0/ 360-54-4.
[46] **BCA**, 30-11-1-0/ 340-44-3.; Bazı kayıtlarda "Elaziz" olarak geçmektedir. **BCA**, 30-11-1-0/ 359-45-10.
[47] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-18.
[48] **BCA**, 30-11-1-0/ 331-47-2.
[49] **BCA**, 30-11-1-0/ 325-8-17.
[50] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-17.
[51] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-4-5.
[52] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-21.
[53] **BCA**, 30-11-1-0/ 336-29-13.
[54] **BCA**, 30-11-1-0/ 357-34-14.
[55] **BCA**, 30-11-1-0/ 344-18-14.
[56] **BCA**, 30-11-1-0/ 361-3-20.
[57] **BCA**, 30-11-1-0/ 344-21-4.
[58] **BCA**, 30-11-1-0/ 339-39-17.
[59] **BCA**, 30-11-1-0/ 349-44-8.
[60] **BCA**, 30-11-1-0/ 368-44-12.
[61] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-21.
[62] **BCA**, 30-11-1-0/ 334-13-16.
[63] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-20.
[64] **BCA**, 30-11-1-0/ 350-50-3.
[65] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-11
[66] **BCA**, 30-11-1-0/ 332-6-16.
[67] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-14.
[68] **BCA**, 30-11-1-0/ 359-47-4.
[69] **BCA**, 30-11-1-0/ 342-10-7.

Alayı[70], Kayseri Jandarma Alayı[71], Kırşehir Jandarma Alayı[72], Kocaeli Jandarma Alayı[73], Konya Jandarma Alayı[74], Kozan Jandarma Alayı[75], Kuşadası Jandarma Alayı[76], Kütahya Jandarma Alayı[77], Malatya Jandarma Alayı[78], Manisa Jandarma Alayı[79], Maraş Jandarma Alayı[80], Mardin Jandarma Alayı[81], Menteşe Jandarma Alayı[82], Mersin Liva Jandarma Alayı[83], Muğla Jandarma Alayı[84], Muş Jandarma Alayı[85], Müstakil Bolu Jandarma Alayı[86], Niğde Jandarma Alayı[87], Ordu Jandarma Alayı[88], Osmaniye Jandarma Alayı[89], Rize Jandarma Alayı[90], Safranbolu Jandarma Alayı[91], Samsun Jandarma Alayı[92], Sarıhan Jandarma Alayı[93], Saruhan Jandarma Alayı[94], Siirt Jandarma Alayı[95], Sinop Jandarma Alayı[96], Sivas Jandarma Alayı[97], Şarki Trakya Jandarma Alayı[98], Şarkikarahisar Jandarma Alayı (Karahisar Jandarma Alayı)[99], Teke Jandarma Alayı[100], Tekfurdağ Jandarma Alayı[101], Tekirdağ Jandarma Alayı[102], Trabzon

[70] **BCA**, 30-11-1-0/ 342-7-17.
[71] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-35-18.
[72] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-41-9.
[73] **BCA**, 30-11-1-0/ 339-39-17.
[74] **BCA**, 30-11-1-0/ 327-20-2.
[75] **BCA**, 30-11-1-0/ 357-34-14.
[76] **BCA**, 30-11-1-0/ 350-50-9.
[77] **BCA**, 30-11-1-0/ 344-18-13.
[78] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-15.
[79] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-11.
[80] **BCA**, 30-11-1-0/ 342-7-17.
[81] **BCA**, 30-11-1-0/ 344-22-7.
[82] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-34-18.
[83] **BCA**, 30-11-1-0/ 361-1-13.
[84] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-5-13.
[85] **BCA**, 30-11-1-0/ 383-56-10.
[86] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-15.
[87] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-3-14.
[88] **BCA**, 30-11-1-0/ 382-51-8.
[89] **BCA**, 30-11-1-0/ 361-1-13.
[90] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-4-3.
[91] **BCA**, 30-11-1-0/ 358-39-13.
[92] **BCA**, 30-11-1-0/ 332-6-16.
[93] **BCA**, 30-11-1-0/ 340-45-7.
[94] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-1-19.
[95] **BCA**, 30-11-1-0/ 349-44-7.
[96] **BCA**, 30-11-1-0/ 357-37-17.
[97] **BCA**, 30-11-1-0/ 345-23-14.
[98] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-7.
[99] **BCA**, 30-11-1-0/346-34-2.; **BCA**, 30-11-1-0/384-60-15. Şebinkarahisar Jandarma Alayı olarak da geçiyor.
[100] **BCA**, 30-11-1-0/ 351-5-5.
[101] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-15.
[102] **BCA**, 30-11-1-0/ 352-7-18.

Jandarma Alayı[103], Urfa Jandarma Alayı[104], Üsküdar Jandarma Alayı[105], Vakfıkebir Jandarma Alayı[106], Van Jandarma Alayı[107], Yozgat Jandarma Alayı[108], Zonguldak Jandarma Alayı[109].

b. İstiklal Madalyası Kayıtlarına Göre Seyyar Jandarma Alayları

12. Seyyar Jandarma Alayı[110], 18. Jandarma Seyyar Alayı[111], 5. Seyyar Jandarma Alayı[112], 7. Seyyar Jandarma Alayı[113], 9. Kor. Seyyar Jandarma Alayı[114], Erzincan Seyyar Jandarma Alayı[115], Aydın Seyyar Jandarma Alayı[116], Erzincan Seyyar Jandarma Alayı[117], İzmir Seyyar Jandarma Alayı[118], Kocaeli Seyyar Jandarma Alayı[119], Trabzon Seyyar Jandarma Alayı[120], Yozgat Seyyar Jandarma Alayı[121].

c. İstiklal Madalyası Kayıtlarına Göre Süvari Jandarma Alayları

1. Jandarma Süvari Alayı[122], 2. Süvari Jandarma Alayı[123], 3. Süvari Jandarma Alayı[124], 4. Kor. Süvari Jandarma Alayı[125], 4. Süvari Jandarma Alayı[126], 5 Numaralı Jandarma Süvari Alayı[127], 6. Süvari Jandarma Alayı[128], Ankara Süvari Jandarma Alayı[129], Denizli Livası Jandarma Süvari Alayı[130], Dinar Süvari Jandarma Alayı[131], Elazığ Süvari Jandarma Alayı[132], Gaziantep Süvari Jandarma Alayı[133], İzmir Süvari Jandarma Alayı[134], İzmit Süvari Jandarma Alayı[135], Konya

[103] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-4-3.
[104] **BCA**, 30-11-1-0/ 349-44-7.
[105] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-10.
[106] **BCA**, 30-11-1-0/ 378-28-12.
[107] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-19.
[108] **BCA**, 30-11-1-0/ 340-47-6.
[109] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-15.
[110] **BCA**, 30-11-1-0/ 361-5-8.
[111] **BCA**, 30-11-1-0/ 382-51-7.
[112] **BCA**, 30-11-1-0/ 358-2-16.
[113] **BCA**, 30-11-1-0/ 351-1-7.
[114] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-4-3.
[115] **BCA**, 30-11-1-0/ 355-25-4.
[116] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-38-1.
[117] **BCA**, 30-11-1-0/ 355-25-4.
[118] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-16.
[119] **BCA**, 30-11-1-0/ 345-25-16.
[120] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-4-3.
[121] **BCA**, 30-11-1-0/ 359-49-4.
[122] **BCA,** 30-11-1-0/ 340-48-8.
[123] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-29-5.
[124] **BCA**, 30-11-1-0/ 384-62-13.
[125] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-38-3.
[126] **BCA**, 30-11-1-0/ 348-41-12.
[127] **BCA**, 30-11-1-0/ 351-5-6.
[128] **BCA**, 30-11-1-0/ 340-48-8.
[129] **BCA**, 30-11-1-0/ 339-39-17.
[130] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-5-13.
[131] **BCA**, 30-11-1-0/ 352-10-20.
[132] **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-20.; Bazı kayıtlarda "Elaziz" olarak geçmektedir. **BCA**, 30-11-1-0/ 359-45-10.
[133] **BCA**, 30-11-1-0/ 351-1-6.
[134] **BCA**, 30-11-1-0/ 342-10-7.
[135] **BCA**, 30-11-1-0/ 361-2-7.

Süvari Jandarma Alayı[136], Mardin Süvari Jandarma Alayı[137], Sivas Süvari Jandarma Alayı[138], Trabzon Süvari Jandarma Alayı[139], Yozgat Süvari Jandarma Alayı.[140]

ç. İstiklal Madalyası Kayıtlarına Göre Levazım ve Mürettep Jandarma Alayları

Adana Levazım Jandarma Alayı[141], Erzincan Mürettep Jandarma Alayı[142], Mürettep Ankara Süvari Jandarma Alayı[143], Yozgat Mürettep Süvari Jandarma Alayı.[144]

5. ÖNERİLER VE SONUÇ

Bu tebliğimizde 15 Mayıs 1919 – 9 Eylül 1922 tarihleri aralığında İstiklal Harbinde yer alan alayların sancaklarına İstiklal Madalyası taltifi sürecine kısaca değindik ve tabiri yerindeyse hakkı teslim edilmeyen jandarma alaylarından bahsettik. İstiklal Madalyası kayıtlarına göre derlediğimiz muhtelif sınıflardaki jandarma alaylarının isimlerini birer arşiv referans numarasını vermek suretiyle yayınladık. Tebliğimizi hazırlarken bizler de birçok alayın ismini ilk defa öğrenmiş olduk. Jandarma teşkilatının İstiklal Harbi yıllarında varlığı ve yararları ortadadır. Durum böyleyken diğer askeri teşkilatlarda olduğu gibi jandarma teşkilatının da İstiklal Madalyası ile ivedilikle taltif edilmesinin zaruri olduğu düşünmekteyiz. İstiklal Harbi yıllarından günümüze yüzlerce şehit ve on binlerce gazi veren jandarma teşkilatının bu taltif geç kalmış hakkıdır.

İlaveten tebliğimizde yer verdiğimiz ve birçoğundan ilk defa haberdar olduğumuz jandarma alayları hakkında yapılacak akademik çalışmaların, İstiklal Harbi yıllarını daha iyi yorumlayabilmemizin yolunu açacağını düşünüyoruz.

KAYNAKÇA

Başbakanlık Cumhuriyet Arşivi, 30-10-0-0/194-326-6.; **BCA**, 30-18-1-1/3-32-18.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-4-3.; **BCA**, 30-11-1-0/ 351-5-4.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-4-5.; **BCA**, 30-11-1-0/ 241-2-8.; **BCA**, 30-11-1-0/ 351-5-5.; **BCA**, 30-11-1-0/ 324-2-9.; **BCA**, 30-11-1-0/ 361-5-9.; **BCA**, 30-11-1-0/ 361-1-13.; **BCA**, 30-11-1-0/ 388-14-3.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-3-14.; **BCA**, 30-11-1-0/ 342-10-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-3-14.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-3-15.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-5-13.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-1-19.; **BCA**, 30-11-1-0/ 332-6-16.; **BCA**, 30-11-1-0/ 327-20-2.; **BCA**, 30-11-1-0/ 332-6-16.; **BCA**, 30-11-1-0/ 361-3-20.; **BCA**, 30-11-1-0/ 342-7-17.; **BCA**, 30-11-1-0/ 325-8-17.; **BCA**, 30-11-1-0/ 344-21-4.; **BCA**, 30-11-1-0/ 352-7-18.; **BCA**, 30-11-1-0/ 334-17-10.; **BCA**, 30-11-1-0/ 334-13-16.; **BCA**, 30-11-1-0/ 344-22-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 352-10-20.; **BCA**, 30-11-1-0/ 344-18-13.; **BCA**, 30-11-1-0/ 344-18-14.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-29-5.; **BCA**, 30-11-1-0/ 345-23-14.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-34-4.; **BCA**, 30-11-1-0/ 345-23-15.; **BCA**, 30-11-1-0/ 378-28-12.; **BCA**, 30-11-1-0/ 336-29-13.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-9.; **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-14.; **BCA**, 30-11-1-0/ 340-44-3.; **BCA**, 30-11-1-0/ 359-45-10.; **BCA**, 30-11-1-0/ 357-34-14.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-15.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-11.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-16.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-29-20.; **BCA**, 30-11-1-0/ 331-

[136] **BCA**, 30-11-1-0/ 360-54-2.
[137] **BCA**, 30-11-1-0/ 359-47-6.
[138] **BCA**, 30-11-1-0/ 344-18-12.
[139] **BCA**, 30-11-1-0/ 359-44-3.
[140] **BCA**, 30-11-1-0/ 359-44-4.
[141] **BCA**, 30-11-1-0/ 357-34-14.
[142] **BCA**, 30-11-1-0/ 345-23-16.
[143] **BCA**, 30-11-1-0/ 341-1-19.
[144] **BCA**, 30-11-1-0/ 346-31-1.

47-2.; **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-10.; **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-11.; **BCA**, 30-11-1-0/ 348-41-9.; **BCA**, 30-11-1-0/ 349-44-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-14.; **BCA**, 30-11-1-0/ 359-47-4.; **BCA**, 30-11-1-0/ 349-44-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 340-45-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 349-44-8.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-34-18.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-15.; **BCA**, 30-11-1-0/ 358-39-13.; **BCA**, 30-11-1-0/ 340-45-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-15.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-20.; **BCA**, 30-11-1-0/ 350-50-3.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-35-18.; **BCA**, 30-11-1-0/ 340-47-6.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-17.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-21.; **BCA**, 30-11-1-0/ 357-37-17.; **BCA**, 30-11-1-0/ 358-42-13.; **BCA**, 30-11-1-0/ 348-39-16.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-18.; **BCA**, 30-11-1-0/ 339-39-17.; **BCA**, 30-11-1-0/ 368-44-12.; **BCA**, 30-11-1-0/ 339-39-17.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-19.; **BCA**, 30-11-1-0/ 360-54-4.; **BCA**, 30-11-1-0/ 350-50-9.; **BCA**, 30-11-1-0/ 382-51-8.; **BCA**, 30-11-1-0/ 359-47-13.; **BCA**, 30-11-1-0/ 383-56-10.; **BCA**, 30-11-1-0/ 345-23.14.; **BCA**, 30-11-1-0/346-34-2.; **BCA**, 30-11-1-0/384-60-15.; **BCA,** 30-11-1-0/ 340-48-8.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-29-5.; **BCA**, 30-11-1-0/ 384-62-13.; **BCA**, 30-11-1-0/ 348-38-3.; **BCA**, 30-11-1-0/ 348-41-12.; **BCA**, 30-11-1-0/ 351-5-6.; **BCA**, 30-11-1-0/ 340-48-8.; **BCA**, 30-11-1-0/ 339-39-17.**BCA**, 30-11-1-0/ 341-5-13.;, **BCA**, 30-11-1-0/ 352-10-20.; **BCA**, 30-11-1-0/ 347-37-20.; **BCA**, 30-11-1-0/ 359-45-10.; **BCA**, 30-11-1-0/ 351-1-6.; **BCA**, 30-11-1-0/ 342-10-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 361-2-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 360-54-2.; **BCA**, 30-11-1-0/ 359-47-6.; **BCA**, 30-11-1-0/ 344-18-12.; **BCA**, 30-11-1-0/ 359-44-3.; **BCA**, 30-11-1-0/ 359-44-4.; **BCA**, 30-11-1-0/ 361-5-8.; **BCA**, 30-11-1-0/ 382-51-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 358-2-16.; **BCA**, 30-11-1-0/ 351-1-7.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-4-3.; **BCA**, 30-11-1-0/ 355-25-4.; **BCA**, 30-11-1-0/ 348-38-1.; **BCA**, 30-11-1-0/ 355-25-4.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-33-16.; **BCA**, 30-11-1-0/ 345-25-16.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-4-3.; **BCA**, 30-11-1-0/ 359-49-4.; **BCA**, 30-11-1-0/ 357-34-14.; **BCA**, 30-11-1-0/ 345-23-16.; **BCA**, 30-11-1-0/ 341-1-19.; **BCA**, 30-11-1-0/ 346-31-1.

BIYIK, Murat, **Topal Osman Ağa'nın Hayatı ve Bibliyografyası**, (Ed. Dindar Negiş), Harp Sanat Yay., İstanbul 2025.
UYAR, Mesut, **Bir Asrın Ardından İstiklal Madalyası**, Türkiye İş Bankası Kültür Yay., İstanbul 2022.
ÜNALP, Rezzan, **Tirebolulu Şehit Binbaşı Hüseyin Avni Alparslan: Giresun Gönüllü Alayları**, (Ed. Veysel Usta), Serander Yay., Trabzon 2025.
Türk İstiklal Harbi'ne Katılan Alay ve Tugay Komutanlarının Biyografileri C. II, Genelkurmay Askeri Tarih ve Stratejik Etüt Başkanlığı Yay., Ankara 2010.
Ceride-i Resmiye, 4 Nisan 1337.
Resmi Gazete, 7 Şubat 1939.
Resmi Gazete, 30 Nisan 1940.
TBMM Zabıt Ceridesi, Cilt: 29, Devre: V, İçtima: 4, 26 Ocak 1939.
https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=66&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=3
https://www.tbmm.gov.tr/Tutanaklar/Tutanak?Id=504f1b0e-3a1e-4f31-bdb8-019b309a5c67

KULLANICI TÜREVLİ İÇERİK (UGC) BAĞLAMINDA DESTİNASYON İMAJININ DEĞERLENDİRİLMESİ: GÖBEKLİTEPE ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Mustafa Çağatay KIZILTAŞ
Sivas Cumhuriyet University, Divriği Nuri Demirağ Vocational School, Department of Tourism and Hotel Management, Divriği, Sivas
ORCID: 0000-0003-2194-6041

ÖZET
Teknolojik gelişmelere paralel olarak kültürel miras turizmi, dijital çağda kullanıcı tarafından üretilen içerikler (UGC) ile şekillenmekte olup, UNESCO Dünya Mirası alanları gibi destinasyonların ziyaretçi algılarını anlamak kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda çalışma, Göbeklitepe'nin turizm potansiyelini, TripAdvisor platformunda toplanan 915 yorum üzerinden metin madenciliği ve duygu analizi yöntemleriyle incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın önemi, geleneksel yöntemlerin yetersiz kaldığı büyük veri hacmini otomatik analiz ederek, ziyaretçi memnuniyeti, tema keşfi ve iyileştirme önerileri sunmasında yatmaktadır. Bu sayede, Göbeklitepe gibi önemli bir arkeolojik alanın turizm stratejilerine katkı sağlanması hedeflenmiştir. Yöntem olarak, Python tabanlı araçlarla kelime bulutu, genel duygu analizi, Latent Dirichlet Allocation (LDA) ile konu modellemesi ve temalara göre duygu analizi yapılmıştır. LDA sonucunda "fiziksel ve arkeolojik özellikler, ziyaretçi deneyimi ve rehberlik, operasyonel ve maliyet unsurları" olmak üzere üç ana tema belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, yorumların %85.3 ile büyük bölümünün pozitif olduğunu göstermektedir. Kelime bulutu, "Tarih", "Sıfır noktası", "Müze", "Tapınak", "Dünya Mirası" gibi kavramlarla ziyaretçi odaklarını vurgulamıştır. Negatif yorumların (n=73) temalara göre dağılımda, fiziksel ve arkeolojik özelliklerin en yüksek paya sahip olduğu, bunu rehberlik ve deneyim ile operasyonel ve maliyet izlemiştir. Turistlerin özellikle alanın fiziki özelliklerinden şikayetçi olduğunu söylemek mümkündür. Sonuç olarak, Göbeklitepe'nin yüksek pozitif algısı, UNESCO statüsünün turizm çekiciliğini doğrulamaktadır. Ancak operasyonel iyileştirmeler de önerilmektedir. Bu çalışma ile Göbeklitepe arkeolojik alanında yapılması gereken iyileştirmeler ortaya konmuştur. Ayrıca turizm yöneticilerine veri odaklı stratejiler sunarak kültürel mirasın korunması ve ziyaretçi deneyiminin iyileştirilebilmesi için öneriler sunulmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Göbeklitepe, kültürel miras turizmi, metin madenciliği, duygu analizi

EVALUATING DESTINATION IMAGE IN THE CONTEXT OF USER-GENERATED CONTENT (UGC): A RESEARCH ON GÖBEKLİTEPE

ABSTRACT
Parallel to technological advancements, cultural heritage tourism in the digital age is increasingly shaped by User-Generated Content (UGC); thus, understanding visitor perceptions of destinations such as UNESCO World Heritage sites is of critical importance. In this context, this study aims to examine the tourism potential of Göbekli Tepe using text mining and sentiment analysis methods on 915 reviews collected from the TripAdvisor platform. The significance of the study lies in its ability to automatically analyze large data volumes—where traditional methods often fall short—to provide insights into visitor satisfaction, theme discovery, and improvement recommendations. Thereby, the study aims to contribute to the tourism strategies of a significant archaeological site like Göbekli Tepe. Methodologically,

Python-based tools were employed to conduct word cloud analysis, general sentiment analysis, topic modeling using Latent Dirichlet Allocation (LDA), and theme-based sentiment analysis. As a result of the LDA, three main themes were identified: 'physical and archaeological attributes,' 'visitor experience and guidance,' and 'operational and cost elements.' The findings indicate that the vast majority of the reviews (85.3%) are positive. The word cloud highlighted visitor focal points with concepts such as 'History,' 'Zero Point,' 'Museum,' 'Temple,' and 'World Heritage.' Regarding the distribution of negative reviews (n=73) across themes, 'physical and archaeological attributes' held the highest share, followed by 'guidance and experience' and 'operational and cost elements,' respectively. It can be stated that tourists are particularly dissatisfied with the physical attributes of the site. In conclusion, the high positive perception of Göbekli Tepe validates the tourism appeal of its UNESCO status. However, operational improvements are also recommended. This study outlines the necessary improvements for the Göbekli Tepe archaeological site. Furthermore, by providing data-driven strategies to tourism managers, the study offers recommendations for the preservation of cultural heritage and the enhancement of the visitor experience.
Keywords: Göbeklitepe, cultural heritage tourism, text mining, sentiment analysis

1. GİRİŞ

Dijital zeka çağı, bilgi kanallarını temelden yeniden şekillendirerek geleneksel medyadan dijital platformlara geçişi sağlamıştır (Zhang vd., 2026). İnternetin muazzam büyümesi ile birlikte, metin verileri turizm büyük verilerinin ana formatlarından biri haline gelmiştir (Li vd., 2019). İnternet teknikleri turizm sektörünü önemli ölçüde etkilemektedir ve internet verileri turizm ve konaklama araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Li vd., 2021). Son zamanlarda internet, turistlerin davranış kalıplarında büyük bir değişiklik yaratmıştır. Seyahat edenler artık sadece otel ve uçak biletlerini çevrimiçi olarak rezerve etmekle kalmıyor, aynı zamanda çevrimiçi yorum siteleri ve kişisel seyahat blogları aracılığıyla seyahat bilgilerini ve deneyimlerini de paylaşmaktadır (Kim vd., 2017).

Günümüzün dijital çağında, sosyal medya platformlarındaki Kullanıcı Tarafından Oluşturulan İçerik (UGC), gezginlerin karar verme süreçleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Rasool vd., 2025). Turizm destinasyonlarının web siteleri, turizm ürünleri ve davranışlarının iletişiminde önemli bir rol oynamaktadır ve giderek daha fazla ilgi çekmektedir (Marchi vd., 2023). Kullanıcıların ihtiyaç ve duygularının doğrudan bir ifadesi olan metin tabanlı turizm veri madenciliği, turizm sektörünü dönüştürme potansiyeline sahiptir (Li vd., 2019). Çevrimiçi kanalların kullanımının artmasına rağmen, veri setinin hacmi manuel ve kapsamlı bir şekilde analiz edilemeyecek kadar büyük olduğu için çevrimiçi metin verilerinin kullanımı sınırlı kalmıştır. Ancak büyük verilerin çevrimiçi olarak işlenmesinde son zamanlarda kaydedilen teknolojik gelişmeler sayesinde, tüketiciler tarafından üretilen bilgiler yapay zeka tarafından otomatik olarak analiz edilebilmektedir (Kim vd., 2017). Bu bağlamda çalışmanın amacı, insanlık tarihinin en önemli miraslarından biri olan Göbeklitepe'ye yönelik ziyaretçi deneyimlerini, büyük veri madenciliği yöntemleri (duygu analizi ve konu modelleme) kullanarak analiz etmek ve destinasyon yönetimine yönelik veri odaklı çıkarımlar sunmaktır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Kültürel Miras Turizmi ve Göbeklitepe

Kültürel miras turizmi, son yıllarda büyük bir gelişme göstermiştir ve bu gelişme çoğunlukla Dünya Mirası listesinde yer alan şehirlerde yoğunlaşmıştır (Lopez-Guzman & Gonzalez Santa-Cruz, 2016). Bir yerin UNESCO Dünya Miras Listesi'ne dahil edilmesi, turizm akışını çekmek ve dolayısıyla yerel ekonomik büyümeyi teşvik etmek açısından etkilidir

(Cellini, 2011). UNESCO listesinde yer alan mirasların uluslararası turizmi önemli ölçüde teşvik etmektedir. Bu durum, listeye alınmanın mirasların değerini garanti altına alması ve miras sağlayıcıları ile turizm tüketicileri arasındaki bilgi uçurumunu azaltmasından kaynaklanmaktadır (Bak vd., 2019).

Şanlıurfa'da yer alan Göbeklitepe, arkeologlara göre insanlığın en eski tapınaklarından biri kabul edilen bir ören yeridir (Sevimli vd., 2021; Özalp, 2016). MÖ 11.700 yılına kadar uzanan bu alan, kentsel yaşam ve tarımsal üretimden yoksun avcı-toplayıcıların dini inançları hakkında önemli bilgiler vermektedir (Kazancı & Lopes, 2022; Kurt & Göler, 2017). Alan; dairesel odalar ve bunların ortasında yer alan, üzerlerinde hayvan figürleri bulunan T biçimli monolitik sütunlardan oluşmaktadır (Kazancı & Lopes, 2022; Sevimli vd., 2021). Göbeklitepe, taşıdığı bu niteliklerle 2018 yılında UNESCO Dünya Mirası Listesi'ne dahil edilmiştir (Mancı & Tengilimoğlu, 2021; UNESCO Türkiye Millî Komisyonu, t.y.).

2.2. Turizmde Büyük Veri ve Kullanıcı Türevli İçerik (UGC)

Son yıllarda UGC, turizm araştırmaları için önemli bir veri kaynağı haline gelmiştir (Li vd., 2025). UGC; büyük ölçekli, düşük maliyetli olması, gerçek zamanlı güncellemeler içermesi ve kullanıcıların kişisel duyguları, talepleri gibi zengin bilgi içeriği sunmasıyla ön plana çıkmaktadır (Wu vd., 2025). Turistlerin davranış kalıplarını ve algısal tercihlerini anlamak, etkili destinasyon yönetimi ve sürdürülebilir turizm gelişimi için çok önemlidir (Li vd., 2025). Bu kapsamda yapılan araştırmalar, UGC'nin destinasyon imajı ve turist ziyaret niyetleri üzerinde önemli bir olumlu etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Aboalganam vd., 2025). Bu nedenle, turistlerin yorumları gibi UGC'nin derinlemesine analizi, başarılı destinasyon pazarlama yönetiminin önemli anahtar faktörlerinden biri olarak görülmektedir (Kim vd., 2017).

2.3. Metin Madenciliği ve Duygu Analizi

İnternetin hızlı gelişimi ile birlikte insanlar sosyal medya sitelerini, blogları ve yorum sitelerini kullanarak görüşlerini ifade etmektedir (Ramanathan & Meyyappan, 2019). Metin, kullanıcılar tarafından görüş ve değerlendirme ifade etmenin etkili ve yaygın bir biçimidir (Li vd., 2019). Son yıllarda turizm değer analizi modelleri geliştirmek, öneri sistemleri kurmak ve turist profilleri oluşturmak amacıyla çeşitli metin madenciliği teknikleri turizm analizine uygulanmaktadır. Bu tekniklerin başarısı, doğal dil işleme (NLP), makine öğrenimi ve derin öğrenme alanlarındaki ilerlemelerle daha da artmıştır (Li vd., 2019).

Duygu analizi veya görüş madenciliği, belirli bir metinden kullanıcının görüşünü çıkarma çalışmasıdır (Ramanathan & Meyyappan, 2019). Duygu analizinde önemli olan kavram, metnin genelindeki kutuplaşmayı (olumlu, olumsuz veya tarafsız) belirlemektir (Ramanathan & Meyyappan, 2019). Metin analizi çalışmaları, turistlerin bakış açılarını anlamak ve destinasyonları karşılaştırmak için sağlam bir yöntem sunar (Srianan vd., 2025). Bu yöntemler, turistlerin değerleri, davranışları ve beklentileri hakkında bilgi sağlar ve destinasyonların stratejilerini ziyaretçilerin taleplerine daha iyi uyum sağlamak için ayarlamasına olanak tanır (Srianan vd., 2025).

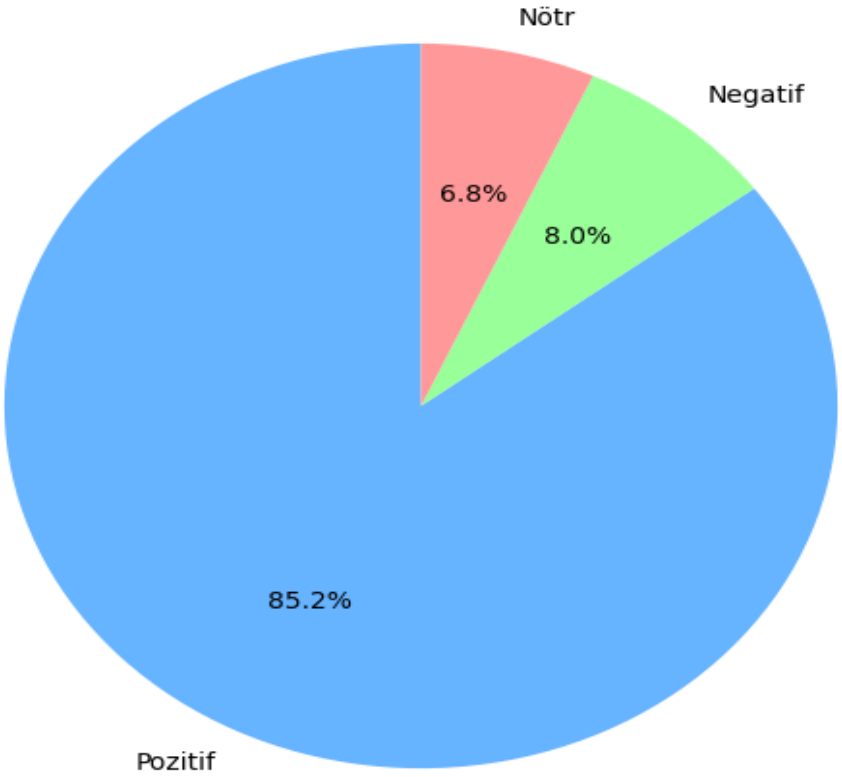
3. YÖNTEM

Bu çalışma da, Göbeklitepe'ye yönelik ziyaretçi deneyimlerini derinlemesine incelemek amacıyla, nicel araştırma yöntemlerinden biri olan veri madenciliği teknikleri kullanılmıştır. Toplanan verilerin analizi ve görselleştirilmesi sürecinde Python programlama dili ve ilgili kütüphaneleri kullanılmıştır. Araştırmanın veri seti, küresel ölçekte en yaygın kullanılan seyahat değerlendirme platformlarından biri olan TripAdvisor üzerinden oluşturulmuştur. Bu kapsamda ilgili platformda Göbeklitepe destinasyonuna ait tüm yorumlar değerlendirilmeye alınmış ve toplamda 915 adet kullanıcı yorumu veri setine dahil edilmiştir.

Ham veri seti, analiz öncesinde gürültüden arındırılmak ve makine öğrenimi algoritmalarına uygun hale getirilmek amacıyla bir dizi ön işleme tabi tutulmuştur. Bu kapsamda öncelikle dil standardizasyonun sağlanabilmesi amacıyla "Google Translator API" kullanılarak tüm yorumlar İngilizceye çevrilmiştir. Devamında tokenizasyon işlemleri uygulanmış ve noktalama işaretleri ve sayısal ifadeler temizlenmiştir. Son olarak stopwords uygulanarak bağlaçlar, zamirler ve sık tekrar eden ancak duygu değeri taşımayan sözcükler veri setinden çıkarılmıştır. Ziyaretçilerin destinasyona yönelik duygusal eğilimlerini belirlemek amacıyla NLTK kütüphanesinde yer alan VADER algoritması kullanılmıştır. Her yorum pozitif, negatif ve nötr olarak etiketlenmiştir. Devamında ziyaretçi yorumlarının altında yatan gizli temaları ve tartışma konularını keşfetmek için denetimsiz bir makine öğrenimi tekniği olan Latent Dirichlet Allocation (LDA) yöntemi uygulanmıştır. Analiz sürecinde Scikit-learn kütüphanesi kullanılmış ve tutarlılık skorları gözetilerek optimum konu sayısı belirlenmiştir. Her bir konu, içerdiği baskın anahtar kelimelere göre araştırmacılar tarafından isimlendirilmiştir. Son olarak, yönelim bazlı duygu analizi benzeri bir yaklaşımla, sadece negatif etiketli yorumlar filtrelenmiş ve bu yorumların hangi LDA temaları altında yoğunlaştığı incelenmiştir. Bu işlem, ziyaretçi memnuniyetsizliğinin kök nedenlerini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

4. BULGULAR

Göbeklitepe ziyaretçilerinin TripAdvisor platformundaki yorumlarına ilişkin ziyaretçi deneyiminin genel eğilimini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen duygu analizi sonuçları Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 1. Ziyaretçi Yorumlarının Genel Duygu Dağılımı

Şekil 1 incelendiğinde, ziyaretçi yorumlarının %85.2 gibi oldukça yüksek bir oranda pozitif duygu durumuna sahip olduğu görülmektedir. Nötr yorumlar %6.8, negatif yorumlar ise %8.0 seviyesindedir. Bu bulgu, Göbeklitepe'nin UNESCO Dünya Mirası statüsünün ve tarihsel

öneminin ziyaretçiler üzerinde güçlü bir memnuniyet yarattığını, alanın atmosferik ve bilişsel etkileyiciliğinin, olası aksaklıkların tolere edilebildiğini göstermektedir.

Ziyaretçilerin deneyimlerini ifade ederken en sık başvurdukları kavramları ortaya koymak amacıyla oluşturulan kelime bulutu analizi Şekil 2'de yer almaktadır.

Şekil 2. Ziyaretçi Deneyiminde Öne Çıkan Temel Kavramlar

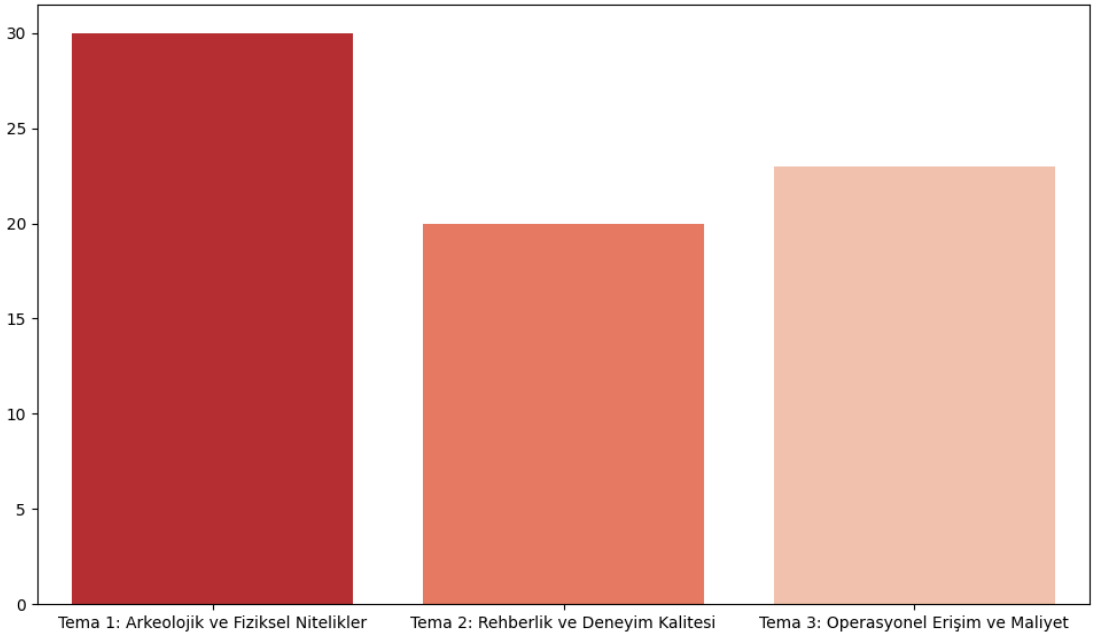
Görsel incelendiğinde, ziyaretçi zihnindeki Göbeklitepe imajının "tarih, sıfır noktası, en eski, müze ve tapınak" kavramları etrafında şekillendiği görülmektedir. Özellikle Müze kelimesinin belirginliği, ziyaretçilerin sadece ören yerini değil, alandaki müzeyi ve sergileme unsurlarını da deneyimin ayrılmaz bir parçası olarak kodladığını ortaya koymaktadır. Ayrıca "T Sütunlar", "Medeniyet" ve "Gizem" gibi kelimeler, ziyaretin öğrenme ve keşfetme odaklı olduğunu ortaya koymaktadır.

Yorumların altında yatan gizli anlamsal yapıları keşfetmek amacıyla uygulanan LDA analizi sonucunda, ziyaretçi deneyimini oluşturan 3 ana tema tespit edilmiştir. Bu temalar ve içerdikleri baskın anahtar kelimeler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: LDA Analizi Sonucunda Belirlenen Temalar ve Anahtar Kelimeler

Tema No	**Tema Etiketi**	**İçerdiği Baskın Kelimeler**
Tema 1	Arkeolojik ve Fiziksel Nitelikler	Taş, Tarih, Tepe, Kazı, Alan, Yapı, Sıcak, Yürüyüş, Gölge
Tema 2	Rehberlik ve Deneyim Kalitesi	Rehber, Tur, Bilgi, Tavsiye, Anlatım, Deneyim, Organizasyon
Tema 3	Operasyonel Erişim ve Maliyet	Giriş Ücreti, TL, Müze kart, Servis, Otobüs, Bilet, Ulaşım

Bu kapsamda son olarak negatif duygu durumuna sahip yorumların hangi temalarda yoğunlaştığının tespit edilebilmesi amacıyla tema-duygu çaprazlaması yapılarak analiz edilmiştir.



Şekil 3. Negatif Yorumların Temalara Göre Dağılımı

Şekil 3'teki dağılım incelendiğinde, ziyaretçi memnuniyetsizliğinin homojen olmadığı görülmektedir. Negatif yorumların en büyük kısmı "arkeolojik ve fiziksel nitelikler" başlığı altında toplanmıştır. Bunu sırasıyla "operasyonel erişim ve maliyet" ve "rehberlik ve deneyim kalitesi" takip etmektedir. Bu bulgu, memnuniyetsizliğin temel olarak alanın fiziksel koşullarından (yaz aylarında aşırı sıcak, gölge alan eksikliği, yürüyüş mesafesi) veya beklenti yönetiminden (taşların anlamlandırılamaması, koruma çatısının atmosferi etkilemesi vb.) kaynaklanmaktadır. Fiyat ve ulaşım da önemli bir şikayet unsuru olmakla birlikte, fiziksel deneyimdeki aksaklıkların gerisinde kalmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, UNESCO Dünya Mirası Listesi'nde yer alan ve küresel ölçekte "Tarihin Sıfır Noktası" olarak markalanan Göbeklitepe'ye yönelik ziyaretçi deneyimlerini, TripAdvisor verileri ve metin madenciliği yöntemleri aracılığıyla analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, ziyaretçilerin destinasyona yönelik algılarının, sorunlarının ve beklentilerinin anlaşılmasında büyük verinin kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Araştırma sonucunda ulaşılan %85.2'lik pozitif duygu oranı, Göbeklitepe'nin sahip olduğu tarihsel ve arkeolojik değerin, ziyaretçiler üzerinde güçlü bir "bilişsel ve duygusal tatmin" yarattığını göstermektedir. Kelime bulutu analizinde öne çıkan "Müze", "Tarih", "Tapınak" ve "Medeniyet" kavramları, ziyaretçilerin burayı turistik bir gezi alanından ziyade, insanlık tarihine tanıklık edilen merkez olarak gördüğünü ortaya koymaktadır. Çalışmanın en çarpıcı bulgusu, negatif yorumların tematik dağılımında görülmektedir. Turizm literatüründe genellikle en büyük memnuniyetsizlik kaynağı olarak "maliyet/fiyat" unsuru iken bu çalışmada negatif yorumların odak noktasının "Fiziksel ve Arkeolojik Nitelikler" olduğu görülmektedir. Ziyaretçiler, giriş ücretlerinden ziyade, yaz aylarındaki aşırı sıcak, gölge alan eksikliği, yürüyüş mesafesi gibi fiziksel konfor unsurlarından ve kalıntıların hikayesini tam olarak anlayamamaktan şikayetçidir. Bu durum, Göbeklitepe'de sorunun destinasyonun fiyatında değil, destinasyonun fiziksel sunumunda olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular ışığında destinasyon yöneticilerine şu öneriler sunulmaktadır:

Fiziksel İyileştirmeler: Ziyaretçi konforunu artırmak adına, özellikle yaz ayları için ören yeri ile karşılama merkezi arasındaki yürüyüş yoluna ve bekleme alanlarına gölgelendirme sistemleri entegre edilmelidir.
Yorumlama ve Hikayeleştirme: Ziyaretçilerin "taş yığınları" yerine "tarihi" görebilmeleri için, alan içinde Artırılmış Gerçeklik (AR) destekli dijital rehberlik uygulamaları yaygınlaştırılmalı ve bilgilendirme panoları görselleştirilerek zenginleştirilmelidir.
Operasyonel Yönetim: Ring servislerinin sıklığı, ziyaretçi yoğunluğunun arttığı saatlerde optimize edilmeli ve bekleme süreleri minimize edilmelidir.
Bu çalışma sadece TripAdvisor platformundaki yorumlarla sınırlandırılmıştır. Gelecek araştırmalarda Google Maps ve sosyal medya verilerinin de dahil edildiği, çok dilli ve platformlar arası karşılaştırmalı analizlerin yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Aboalganam, K. M., AlFraihat, S. F., & Tarabieh, S. (2025). The Impact of User-Generated Content on Tourist Visit Intentions: The Mediating Role of Destination Imagery. *Administrative Sciences, 15*(4), 117. https://doi.org/10.3390/admsci15040117

Kazancı, N., & Lopes, Ö. A. (2022). Stones of Göbeklitepe, SE Anatolia, Turkey: An Example of the Shaping of Cultural Heritage by Local Geology Since the Early Neolithic. *Geoheritage, 14*(2), 57. https://doi.org/10.1007/s12371-022-00694-9

Kim, K., Park, O., Yun, S., & Yun, H. (2017). What makes tourists feel negatively about tourism destinations? Application of hybrid text mining methodology to smart destination management. *Technological Forecasting and Social Change, 123*, 362-369. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.001

Kurt, A. O., & Göler, M. E. (2017). The First Temple in Minor Asia: Gobeklitepe. *Cumhuriyet İlahiyat Dergisi, 21*(2), Article 2. https://doi.org/10.18505/cuid.334942

Li, Q., Li, S., Zhang, S., Hu, J., & Hu, J. (2019). A Review of Text Corpus-Based Tourism Big Data Mining. *Applied Sciences, 9*(16), 3300. https://doi.org/10.3390/app9163300

Li, X., Law, R., Xie, G., & Wang, S. (2021). Review of tourism forecasting research with internet data. *Tourism Management, 83*, 104245. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104245

Li, X., Yang, T., Meng, B., Chen, S., & Zhang, S. (2025). Analysis of Tourist Behavior Patterns and Perceptions in Beijing Based on User-Generated Content Data. *Applied Spatial Analysis and Policy, 18*(3), 108. https://doi.org/10.1007/s12061-025-09712-z

Mancı, A. R. (2021). Antik Yerleşimlerin Somut Olmayan Kültürel Miras Açısından Değerlendirilmesi: Göbeklitepe Örneği. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi, 4*(2), Article 2.

Mancı, A. R., & Tengilimoğlu, E. (2021). TripAdvisor Ziyaretçi Yorumlarının İçerik Analizi: Göbeklitepe Örneği. *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi, 5*(2), 1525-1545. https://doi.org/10.26677/TR1010.2021.779

Marchi, V., Marasco, A., & Apicerni, V. (2023). Sustainability communication of tourism cities: A text mining approach. *Cities, 143*, 104590. https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104590

Özalp, H. (2016). *İnsanlığın En Eski Tapınağı Göbeklitepe Teolojik Olarak Bize Ne Söyler?* (No. 1). *2016*(1)

Ramanathan, V., & Meyyappan, T. (2019). Twitter Text Mining for Sentiment Analysis on People's Feedback about Oman Tourism. *2019 4th MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC)*, 1-5. https://doi.org/10.1109/ICBDSC.2019.8645596

Rasool, S., Morelli, M., Mubushar, M., Centobelli, P., & Cerchione, R. (2025). Encouraging user-generated content to engage travellers in rural tourism of developing countries. *Current Issues in Tourism*, *0*(0), 1-27. https://doi.org/10.1080/13683500.2025.2481492

Sevimli, Y., Tatlı, M., & Kızıldemir, Ö. (2021). Göbeklitepe'nin Gastronomi Turizmi Bağlamında Değerlendirilmesi. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, *5*(2), Article 2. https://doi.org/10.32572/guntad.908280

Srianan, S., Nanthaamornphong, A., & Phucharoen, C. (2025). Analyzing Emotional Experiences Through UGC: Insights from Bali and Phuket. *Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism*, *0*(0), 1-29. https://doi.org/10.1080/1528008X.2025.2484576

UNESCO Türkiye Millî Komisyonu. (2026). 09 Ocak 2026, https://www.unesco.org.tr/Pages/125/122/UNESCO-D%C3%BCnya-Miras%C4%B1-Listesi

Ünlü, S., Yaşar, L., & Bilici, E. (2022). The Mystery Of The Neolıthıc Perıod In The Context Of Culture And Scıence Dıplomacy Dıscourses: Göbeklitepe. *Folklor Akademi Dergisi*, *5*(2), Article 2. https://doi.org/10.55666/folklor.1120258

Wu, W., Meng, X., Xu, C., Zhao, M., Ye, Q., & Law, R. (2025). User-generated content-driven smart tourism: System review and future prospects. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, *30*(12), 1689-1706. https://doi.org/10.1080/10941665.2025.2486017

Zhang, Z., Li, C., & Zhang, H. (2026). Digital confusion: Comprehending the impact mechanisms of artificial intelligence-generated content and user-generated content on tourism decision making. *Tourism Management*, *112*, 105269. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2025.105269

NANOREMEDİASYON: KİRLİLİK GİDERİMİNDE YENİ BİR YAKLAŞIM

Emine Işıl ARSLAN TOPAL
Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 23000 Elazığ, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0309-7787
Murat TOPAL
Munzur Üniversitesi, Tunceli Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü 62000, Tunceli, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0222-5409
Erdal ÖBEK
Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 23000 Elazığ, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4595-572X
Erdal ÇELİK
İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 34437 İstanbul, Türkiye
Bingöl Üniversitesi Rektörü, 12000 Bingöl, Türkiye
TeknoHAB Teknoloji Geliştirme Bölgesi, 06980 Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5922-54884

ÖZET
Nanoteknoloji, nano ölçekte uygulanan ve gerçek dünyada geniş uygulamaları olan yeni bir disiplindir. Nanoteknoloji; tarım, gıda, tıp, çevre ve daha birçok alanda yeni özelliklere sahip sistemlerin, maddelerin veya cihazların geliştirilmesi için geniş bir yelpazede olanaklar sunmaktadır. Nanoteknoloji uygulamalarında en az bir boyutu 1 ila 100 nm arasında değişen nanomalzemeler kullanılmaktadır. Metal bazlı nanopartiküller, polimer nanopartiküller, zeolitler, karbon bazlı nanomalzemeler, biyopolimerler ve nano ölçekli metal oksitler günümüzde kullanılan nanomalzemelerden bazılarıdır. Nanomalzemelerin büyük fırsatlar sunduğu disiplinlerden birisi de çevredir. Çevre kirliliği hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde baş edilmesi gereken önemli bir sorundur. Bu nedenle nanomalzemeler; atıksulardan ve sulardan, ilaçlar ve antibiyotik dirençli patojenler de dahil olmak üzere çok çeşitli kirleticilerin uzaklaştırılması için umut vadeden araçlar olarak öne çıkmaktadır. Kirlenmiş hava ve toprağın temizlenmesi ve suyun arıtılmasında nanomalzemelerin kullanımı nanoremediasyon olarak ifade edilmektedir. Bu yeni iyileştirme tekniğinin; kirleticileri adsorbe ederek, reaksiyonu katalizleyerek ve toksik valansı kararlı bir metalik duruma indirgeyerek azaltmada çok etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bu çalışmada, kirlilik gideriminde yeni bir yaklaşım olan nanoremediasyon ve nanoremediasyonda kullanılan nanomalzemeler hakkında bilgiler verilmiştir.
Anahtar kelimeler: Malzeme, çevre, nanopartikül, nanomateryal

NANOREMEDIATION: A NEW APPROACH TO POLLUTION REMOVAL

ABSTRACT
Nanotechnology is a new discipline applied at the nanoscale with broad real-world applications. It offers a wide range of possibilities for developing systems, materials, or devices with new properties in agriculture, food, medicine, the environment, and many other fields. Nanomaterials with at least one dimension ranging from 1 to 100 nm are used in

nanotechnology applications. Metal based nanoparticles, polymer nanoparticles, zeolites, carbon based nanomaterials, biopolymers, and nanoscale metal oxides are some of the nanomaterials currently in use. One discipline where nanomaterials offer great opportunities is the environment. Environmental pollution is a significant problem to be addressed in both developed and developing countries. Therefore, nanomaterials stand out as promising tools for removing a wide variety of pollutants from wastewater and water, including pharmaceuticals and antibiotic-resistant pathogens. The use of nanomaterials in cleaning polluted air and soil and treating water is referred to as nanoremediation. This novel remediation technique has proven to be very effective in degrading contaminants by adsorbing them, catalyzing the reaction, and reducing the toxic valence to a stable metallic state. This study provides information on nanoremediation, a novel approach to pollution removal, and the nanomaterials used in nanoremediation.
Keywords: Material, environment, nanoparticle, nanomaterial

1. GİRİŞ

Nanoteknoloji alanındaki kapsamlı çalışmalar 1980'lerde başlamış ve modern bir bilimsel keşif harikası olarak varlığını sürdürmüştür. Nanoteknoloji; tarım, gıda, tıp, çevre, malzeme ve daha birçok alanda yeni özelliklere sahip sistemlerin, maddelerin veya cihazların geliştirilmesi için geniş bir yelpazede olanaklar sunmaktadır. Nanoteknoloji uygulamalarında en az bir boyutu 1 ila 100 nm arasında değişen nanomalzemeler kullanılmaktadır. Nanomalzemelerin biyobelirteçler, teşhis, antimikrobiyal ajanlar ve biyolojik görüntüleme için hücre etiketleme, ilaç dağıtım sistemleri, çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılan nano ilaçlar olarak umut vadeden uygulamaları vardır. Nanomalzemelerin büyük fırsatlar sunduğu disiplinlerden birisi de çevredir. Bu amaçla nanomalzemeler, özellikle, atıksu ve su arıtımında kullanılmaktadır (Aragaw vd., 2021).

Dünya üzerindeki suyun sadece çok küçük bir kısmı içme suyu olarak güvenli olup hızlı nüfus artışı ve kalkınma nedeniyle 2050 yılına kadar su kullanımında %55'lik bir artış öngörülmektedir (Hu ve Zhang, 2025). Dünya Sağlık Örgütü'nün yakın zamanda yaptığı araştırmaya göre, içme suyu kalitesinin yetersizliği nedeniyle yaklaşık 783 milyon insan zarar görmüştür (Sable vd., 2024). Sular; ağır metaller, patojenler, birçok organik ve inorganik bileşenin salınımı yoluyla kirlenmiştir (Aragaw vd., 2021). Ayrıca, son zamanlarda tespit edilen kirleticiler arasında ilaçlar, kozmetik ürünler, endokrin sistem bozucuları, perflorlu maddeler gibi kirleticiler de yer almaktadır (Nawaz vd., 2025).

Atıksuların arıtılması için mevcut yöntemler arasında standart aktif çamur bazlı biyolojik sistem, aktif karbon adsorpsiyonu, membran filtreleme, klorlama ve UV ışınlaması gibi arıtma yöntemleri yer almaktadır. Bununla birlikte, bu geleneksel yöntemler bazen yeni tespit edilen kirleticileri deşarj yönetmeliklerinin gerektirdiği veya atıksuyun geri dönüşümü için gerekli olan seviyelere kadar etkili bir şekilde ortadan kaldıramamaktadır (Nawaz vd., 2025). Atıksu arıtımında geleneksel yaklaşımların dezavantajları arasında çamur oluşumu ve önemli enerji girdileri gerektirmesi de bulunmaktadır (Hu ve Zhang, 2025).

Güvenli içme suyu standartlarını karşılarken çok çeşitli kirleticileri ortadan kaldıracak etkili ve hedef odaklı iyileştirme teknolojilerine acil ihtiyaç vardır (Hu ve Zhang, 2025). Bu nedenle, su ve atıksu kirleticilerinin (toksik metaller gibi inorganikler, organikler ve mikroorganizmalar) uzaklaştırılması için düşük maliyetli, umut vadeden ve etkili bir alternatif olarak nanoteknoloji incelenmektedir. Atıksu arıtımı açısından, nanomalzeme kullanılan teknikler, ilave sistemler kullanılmadan geleneksel yöntemlere göre yüksek derecede üstünlük göstermektedir (Aragaw vd., 2021).

2. NANOMALZEMELER

Nanomalzemeler, kimyasal reaktiviteleri, geniş adsorpsiyon yüzeyleri, düşük sıcaklıkta değişimleri ve aktif atomik yapıları nedeniyle çevresel remediasyon için cazip adsorbanlar ve katalizörlerdir. Nanomalzemeler, küçük boyutları nedeniyle reaktif yüzeylere sahiptir. Eşsiz redoks özellikleri sayesinde kirleticileri etkili bir şekilde adsorbe edebilir ve redoks duyarlı kirleticileri parçalayabilirler (Sable vd., 2024). Metal bazlı nanopartiküller, polimer nanopartiküller, zeolitler, karbon bazlı nanomalzemeler, mezogözenekli destekler üzerinde kendiliğinden birleşen tek tabaka, biyopolimerler ve nano ölçekli metal oksit ve kalkojenit yarı iletken fotokatalizörler günümüzde kullanılan nanomalzemelerden bazılarıdır (Aragaw vd., 2021).

Son yıllarda nanobilim ve nanoteknolojideki büyük gelişmeler, bilim dünyasını, yeni nanoyapılı malzemelerin benzersiz ve faydalı özellikleri nedeniyle çevre kirliliği ile ilgili sorunlara çözüm aramak için farklı araştırma alanlarına teşvik etmiştir. Atıksu ve sularda bulunan ağır metallerin giderilmesi için çeşitli nanoteknolojik uygulamalar arasında nanomembranlar, nanomalzemelerle desteklenen fotodegradasyon, nanomekanik, nanofotokataliz ve nanoadsorbentler yer almaktadır. Nanomalzemeler, son derece geniş yüzey-hacim oranına sahip olmaları nedeniyle çeşitli su kirleticileri için etkili adsorbanlardır (Sable vd., 2024). Titanyum dioksit (TiO_2), çinko oksit (ZnO), demir oksit (Fe_2O_3/Fe_3O_4) ve seryum oksit (CeO_2) gibi metal oksit nanopartiküller, atıksuya karşı yüksek reaktivite ve fotolitik özellikler gösterir ve geniş yüzey alanları ve çeşitli fonksiyonel gruplara olan afiniteleri nedeniyle su arıtımı için mükemmel bir adsorban görevi görür. Nitroaromatik bileşikler, inorganik anyonlar, fosfatlar, radyoaktif elementler, nitratlar, fenoller, organik boyalar ve klorlu ve halojenli organik bileşikler gibi kirleticileri oksitleme, çöktürme, indirgeme ve adsorbe etme yetenekleri, metal oksit nanopartikülleri su ve atıksu arıtımında uygulanabilir kılmaktadır (Aragaw vd., 2021). Silika bazlı nanomalzemeler, geniş yüzey alanı, ayarlanabilir gözenek boyutu ve kolayca modifiye edilebilir yüzeyler de dahil olmak üzere çok sayıda avantajlı özelliği nedeniyle son derece değerlidir. Kataliz ve absorpsiyon kapasiteleri, son yıllarda hava kirliliğinin temizlenmesi ve gaz fazındaki kirleticilerin giderilmesi için kullanılmalarına olan ilgiyi artırmıştır (Ali vd., 2023). Farklı nanopartiküller, çevreden ağır metalleri uzaklaştırmak için farklı süreçler kullanır; örneğin, TiO_2 fotokatalizörleri, malakit yeşili boyası gibi atıksudaki zor kimyasalları parçalamak için görünür ışık kullanabilir. Benzer şekilde, nano ölçekli sıfır değerlikli demir, negatif indirgeme potansiyeline sahiptir ve elektron verici görevi görerek yerinde arıtım yapabilir. Altın nanopartiküller metalleri seçici olarak uzaklaştırmada etkili olduklarından, ağır metal emilimi için değerli bir alternatif olabilirler. Benzer şekilde, ZnO nanopartiküller ucuzdur ve fotokatalizör olarak kullanıldığında ağır metal iyonlarını uzaklaştırmada etkilidir (Ali vd., 2023). Demir nanopartikülleri nanoadsorbent olarak kullanıldıklarında atıksu arıtımında çeşitli kirleticileri giderme konusunda muazzam bir özelliğe sahiptirler (Aragaw vd., 2021). Titanyum dioksit (TiO_2) nanopartikülleri, yüzey düzlemlerine bağlı olarak çeşitli katalitik reaktivite, kimyasal davranış ve yüzey asitliği gösterir. Bu nanopartiküller, kolay bulunabilirliği, düşük maliyetleri ve az riskleri nedeniyle atıksu arıtımında kullanılmaktadır (Ali vd., 2023). Gümüş nanopartiküller (AgNPs), optik, elektriksel, termal ve biyolojik özellikler de dahil olmak üzere benzersiz fiziksel ve kimyasal özellikleri nedeniyle tıp, gıda, sağlık, tüketim malları ve endüstride giderek daha fazla kullanılmaktadır. Nanoboyutlu Ag parçacıklarının ayırt edici özellikleri, yüzey-hacim oranlarıyla birleştiğinde, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini önemli ölçüde etkileyerek geniş uygulama alanlarına yol açmaktadır. Son araştırmalara göre, AgNPs güçlü antipatojenik aktivite sergilemektedir. AgNPs tıpta, metal uzaklaştırmada, atıksu arıtımında, bitki

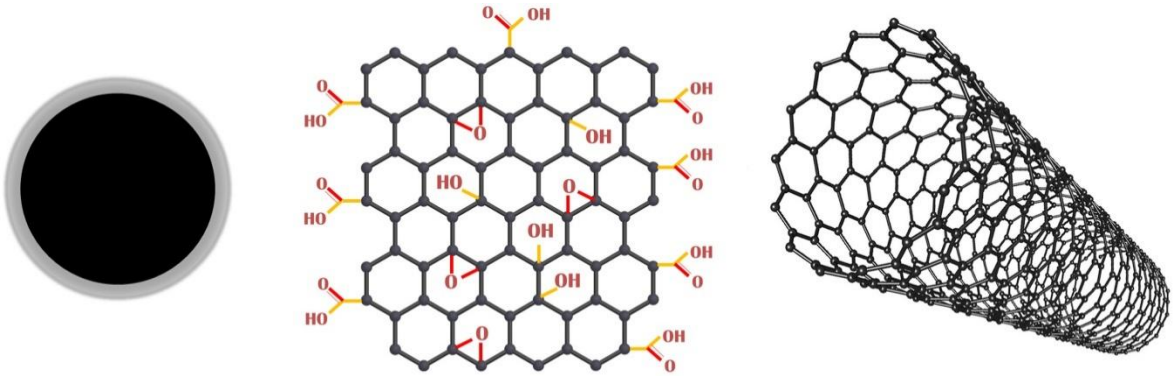
büyümesinde ve mahsul üretiminde kullanılmaktadır (Ali vd., 2023). Alümina (Al_2O_3), dört farklı kristal halde bulunur ve yüksek kararlılığı nedeniyle doğal bir adsorban olarak kullanılır. Alümina, düşük termal iletkenlik, aşınma ve korozyon direnci, yüksek basınç dayanımı ve elektriksel yalıtım gibi ilgi çekici özelliklere sahiptir. Alümina nanopartiküllerinin belirli kimyasal veya fiziksel değişikliklerle modifikasyonu, ağır metallere olan afinitelerini artırabilir. Bu modifikasyonlar, oksijen, azot, kükürt ve fosfor gibi verici atomların belirli fonksiyonel gruplara eklenmesini içerebilir. Alümina, yüzey kimyası, yüksek mekanik dayanımı ve iyi gözenekliliği nedeniyle mükemmel ağır metal ve metaloid uzaklaştırma yetenekleri sergiler (Ali vd., 2023). Altın (Au) nanopartikül formunda, metalleri seçici olarak uzaklaştırmada etkili olduğu ve bu nedenle ağır metal emilimi için potansiyel olarak değerli bir alternatif olduğu keşfedilmiştir (Priyadarshini ve Pradhan, 2017). ZnO nanopartikülleri ucuzdur ve fotokatalizör olarak kullanıldığında ağır metal iyonlarını gidermede iyi bir iş çıkarır (Singh vd., 2011; Fu ve Wang, 2011). Atıksudaki pozitif metal iyonları, ZnO nanopartikülleri tarafından çok fazla yüzey alanına sahip oldukları için tutulur ve giderim gerçekleşir (Joshi ve Shrivastava, 2011).

3. NANOREMEDİASYON

Nanoremediasyon, kirlenmiş toprak ve havanın temizlenmesi ve su ve atıksuların arıtılmasında nanopartiküllerin kullanımını içerir. Bu yeni iyileştirme tekniğinin, kirleticileri adsorbe ederek, reaksiyonu katalize ederek ve toksik valansı kararlı bir metalik duruma indirgeyerek bozundurmada çok etkili olduğu kanıtlanmıştır (Azeez vd., 2021). Nanoremediasyonda kullanılan nanomalzemeler geniş yüzey alanı-hacim oranları ve katalitik aktivite gibi benzersiz özellikleri nedeniyle gaz halindeki kirleticilerin giderilmesi için uygundur. Nanokompozitlerin geliştirilmesiyle karbon monoksit ve azot oksitler gibi belirli kirleticilerin adsorpsiyonu için nanomalzemeler kullanılabilmektedir. Nanoremediasyon belirli gaz halindeki kirleticileri hedeflemek için de kullanılabilir ve zararlı maddelerin daha etkili ve verimli bir şekilde uzaklaştırılmasını sağlar (Rather vd., 2023).

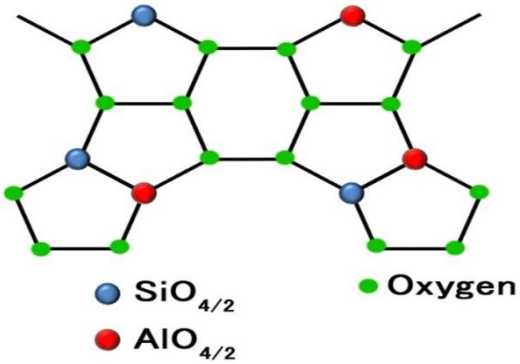
Nanoremediasyon, geleneksel yöntemlere benzer şekilde hem yerinde hem de yer dışında kullanılabilir. Yerinde yaklaşımda, kirleticiler orijinal konumlarında iyileştirilirken, yer dışında yaklaşımda ise iyileştirme için başka bir yere taşınırlar (Ali vd., 2023). Nanoremediasyon için kullanılan çeşitli nanopartikül ajanları arasında karbon bazlı nanopartiküller (karbon noktalar, grafen oksitler ve karbon nanotüpler) ve karbon bazlı olmayan nanopartiküller (nZVI ve zeolitler) bulunur (Azeez vd., 2021). Karbon bazlı nanopartiküllerin başlıca sınıflandırması, adsorbe edici karbon nanotüpler ve grafen oksitler ile indirgeyici karbon noktalardır. Karbon nanotüpler, altıgen (grafen) şeklinde düzenlenmiş bir veya birden fazla karbon atomu katmanından oluşan ve silindir/tüpler halinde yuvarlanmış levhalardır (Şekil 1). Karbon nanotüpler kimyasal olarak sp^2 bağı ile bağlanır ve bu nedenle son derece güçlüdür, bu da özellikle remediasyon olmak üzere çeşitli uygulamalarda tercih edilmelerini sağlar (Azeez vd., 2021). Grafen oksit (GO), kirlenmiş ortamdaki metal ile güçlü π-π elektrostatik etkileşimi sağlayan –OH ve –COOH gibi çok sayıda oksijen içeren, grafit levhasının iki boyutlu, tek moleküllü bir tabakasıdır (Şekil 1) (Azeez vd., 2021). Grafenoksitin kalınlığı genellikle 1 nm'dir. Ancak yanal uzunluğu mikrometrelere kadar uzayabilir ve ağır metal iyonlarının son derece verimli adsorpsiyonu için ultra geniş bir özgül yüzey alanı sağlayabilir. Grafen oksit levhaları, karbon nanotüplerin aksine metal (örneğin Cr(VI)) ile konjuge olabilen fonksiyonel gruplara sahip olsalarda, adsorpsiyon kinetiğini daha da hızlandırmak için polietilenimin gibi yüksek pozitif gruplara sahip amino bileşiklerle fonksiyonelleştirilirler (Azeez vd., 2021). Karbon noktalar, 1-10 nm boyut aralığında sıfır boyutlu floresan karbonlardır (Şekil 1) (Sagbas vd., 2019; Azeez vd., 2021). Adsorpsiyon için kullanılan diğer karbon bazlı nanopartiküllerin

aksine, karbon noktalar fotokataliz yoluyla metali (örneğin Cr(VI)'dan Cr(III)'e indirgenme) indirgemek için kullanılır (Azeez vd., 2021).



Şekil 1. Karbon bazlı nanopartiküller (Sagbas vd., 2019; Azeez vd., 2021).

Nanoremediasyonda kullanılan iki karbon içermeyen nanomalzeme, zeolitler ve nanoboyutlu sıfır değerlikli demirdir (nZVI) (Azeez vd., 2021). Zeolitler, yüzeylerinde çok sayıda elektrostatik katyonik delik ve su/oksijen molekülü bulunan mikrogözenekli alüminosilikat kristalleridir (Şekil 2) (El-Sayed, 2020; Azeez vd., 2021). Zeolitler genellikle mikro ölçekli boyuttadır, ancak nanozeolitler 10-100 nm aralığında üretilebilir ve bu da kirleticilerin fiziksel olarak daha fazla tutulması için daha fazla alan sağlar. Önerilen adsorpsiyon mekanizması, asidik ortamdan mikrogözeneklere metalin elektrostatik çekimiyle ifade edilebilir. Ancak, nanozeolitlerin üretimi maliyetli olup ayrıca saha uygulamalarında erişilemez hale getiren hidrofobik bir yüzey geliştirirler. Karbon içermeyen nanomalzemelerden birisi olan nZVI, yüksek özgül yüzey alanına ve reaktiviteye sahip güçlü bir indirgeyici ajandır. nZVI sentezi, nanozeolitlere göre nispeten daha ekonomiktir ve indirgeme mekanizması yoluyla kirleticilerin daha iyi giderilmesini sağlar (Azeez vd., 2021). nZVI yeraltı suyundan kirleticilerin arıtımında yaygın olarak kullanılan nanomalzemelerden biridir (Aragaw vd., 2021).



Şekil 2. Karbon içermeyen nanomalzeme (El-Sayed, 2020; Azeez vd., 2021).

Nanoremediasyon, ağır metallerin uzaklaştırılması için saha uygulamalarında kullanılmaktadır. Örneğin İngiltere hükümeti, nZVI bazlı nanoremediasyon saha uygulamasını onayladığını bildirmiştir. Nanoremediasyonu kullanan ülkeler arasında ABD, Kanada, Danimarka, Hollanda, İsviçre, Belçika, İspanya, Fransa, Portekiz, Almanya, Macaristan, İtalya, İsrail, Çek Cumhuriyeti ve Tayvan gibi ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde bulunmaktadır. Nanoremediasyonun geleceği, bu yeni tekniğin maliyetinin düşürülmesiyle şekillenecek ve Hindistan, Çin, Afrika ve diğer Güneydoğu Asya ülkeleri gibi yoğun nüfuslu ülkeler tarafından

da erişilebilir hale gelecektir. Ağır metal kirliliğindeki endişe verici artış ve insan sağlığına yönelik tehditlerinin ciddiyeti göz önüne alındığında, dünyanın tüm sanayi sektörlerinde daha etkili nanoremediasyonun kullanılabilir olması zorunlu hale gelmektedir (Azeez vd., 2021).
Literatürde nanoremediasyonla ilgili yapılan bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bazı çalışmalar, nanopartikül katkısız ve nanopartikül katkılı metaller ve metal oksitler kullanılarak farmasötik ilaçlar, böcek ilaçları, boyalar vb. dahil olmak üzere çeşitli kirleticilerin fotobozunmasını gözlemlemiştir. Asiltürk vd. (2006), nano-TiO_2 anatazın rodamin B boyasının parçalanmasındaki etkinliğini incelemiş ve nano-TiO_2'nin katalitik etkisi nedeniyle yaklaşık 60 dakikada uzaklaştırılmasını sağladığını bildirmişlerdir. Ficus Benjamina ağacının yaprağının özünden elde edilen sıfır değerlikli AgNPs'nin kullanımı, kadmiyumun uzaklaştırılmasında dikkate değer bir etkinlik göstermiştir. Cd uzaklaştırma verimliliği, nanopartikül konsantrasyonları arttıkça artmıştır (Al-Qahtani, 2017). Benzer şekilde, Piliostigma thonningii yapraklarından üretilen AgNPs, laboratuvar deneylerinde ağır metal uzaklaştırma özellikleri sergilemiştir (Shittu ve Ihebunna, 2017). Alümina bazlı bir nano adsorban kullanılarak Zn(II) iyonlarının uzaklaştırılması araştırılmış ve pH 7'de 4,5 saat sonra en yüksek alım gözlemlenmiştir (Bhargavi vd., 2015). Al_2O_3 nanomembranlarının diğer malzemelere kıyasla daha yüksek bir Cr adsorpsiyon kapasitesine sahip olduğu bulunmuştur (Shokati Poursani vd., 2017). Çeşitli boyut ve şekillerdeki AuNP'ler Hg^{2+}'yi ortadan kaldırma yeteneğini göstermiştir (Kamarudin ve Mohamad, 2010). Toksik kromu (Cr(VI)) etkili bir şekilde ortadan kaldırmak için ZnO nanopartiküllerinin fotokatalizör olarak kullanılması üzerine kapsamlı araştırmalar yapılmıştır (Joshi ve Shrivastava, 2011; Liu vd., 2016). Huang vd. (2019), tetrasiklin ve Cd gidermek için grafen bazlı nanomalzemeyi adsorban olarak kullanmışlardır. 19 nm boyutunda manyetit nanomalzeme, musluk suyundan ve yeraltı suyundan Arsenat [As(V)]'i gidermek için adsorban olarak kullanılmıştır (Shipley vd., 2009). Liu vd. (2009), reaktif tünel yapılı bir Mn oksit nanomalzemesi olan kriptomelan'ı, 192 mg/g adsorpsiyon kapasitesiyle Cd^{2+} uzaklaştırılması için incelemiştir. Sulu çözeltiden Pb^{2+}'yi uzaklaştırmak için polimer bazlı bir nanomalzeme olan polipirrol-polietilenimin kullanılarak başka bir çalışma yapılmış olup 5,6 mg/g adsorpsiyon kapasitesiyle sonuçlanmıştır. Lu vd. (2011), karbon nanotüpler üzerine desteklenmiş MnO_2 katalizörü kullanılarak evsel atıksuların arıtılmasında %83,6'lık bir KOİ giderme verimliliği elde etmişlerdir. Mishra ve Jain (2016), evsel atıksuların arıtılması için anot malzemesi olarak çok duvarlı karbon nanotüp manganez oksit/polipirrol nano-kompoziti ile maksimum %89'luk bir KOİ giderme verimliliği bildirmişlerdir (Rather vd., 2023). Qin vd. (2020) tarafından kirlenmiş sudan Cr(VI)'nın verimli bir şekilde uzaklaştırılması, kitosan ile stabilize edilmiş ve biyokömür üzerine yüklenmiş FeS nanopartiküllerinin hazırlanmasıyla sağlanmıştır. Yao vd. (2021) manyetik FeS/lignin-C bazlı nanomalzemenin, etkili bir adsorban olarak kullanılarak atıksudan kirleticileri uzaklaştırılabileceği bildirmişlerdir. FeS nanokompozitleri yeraltı sularından trikloroetilen ve diğer organik çözücülerin uzaklaştırılmasında kullanılmıştır (Zheng vd., 2021). FeS kompozitleri petrol kalıntılarını adsorbe etmek ve parçalamak için kullanılmış ve deniz petrol sızıntısı remediasyonda yüksek uygulama potansiyeli göstermiştir (Sun vd., 2023; Nawaz vd., 2025). FeS bazlı kompozitler, deniz suyunun ters ozmoz membranlarına girmeden önce ağır metalleri ve organik kirleticileri uzaklaştırmak için ön arıtma sistemlerinin bir parçası olarak değerlendirilmiştir. Bu uygulama, membran kirlenmesini azaltıp tuzdan arındırma süreçlerinin genel verimliliğini arttırmıştır (Cruz vd., 2020). Tuzdan arındırma için ön arıtma sistemlerinde FeS kompozitlerinin uygulanmasının, membranların çalışma ömrünü uzattığı, bakım maliyetlerini azalttığı ve su geri kazanım oranlarını iyileştirdiği kanıtlanmıştır (Nawaz vd., 2025).

4. SONUÇLAR

Nanoteknoloji, yaşamlarımızda inovasyonları destekleyen ve tüm sosyal gelişmeyi değiştiren ilgi çekici bir disiplindir. Nanoteknolojinin hızlı gelişimi; su, toprak ve hava ortamlarındaki kirleticilerin kontrolü ve arıtımı için geliştirilmiş sistemlerde nanomalzeme kullanımına büyük ilgi uyandırmıştır. Nanoteknolojide kullanılan nanomalzemeler geleneksel yöntemlerle çözülemeyen çeşitli zorlukları çözebilecek özelliklere sahiptir (Aragaw vd., 2021). Fonksiyonel nanomalzemeler, sudan kirleticilerin uzaklaştırılması için cazip yöntemler olarak ortaya çıkmıştır (Hu ve Zhang, 2025). Nanoremediasyon, özellikle ağır metal iyonları için atıksu arıtımında gelecek vadeden ve ekonomik bir çözümdür (Sable vd., 2024). Nanoremediasyon nanopartiküllerin kirleticileri daha etkili bir şekilde uzaklaştırması için, tam ölçekli uygulamayı aydınlatmak amacıyla pilot ölçekte ek araştırmalar yapılması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, nanopartiküller kullanılarak kirleticilerin arıtılmasının ekonomik, teknik ve çevresel fizibilitesi karşılaştırmalı ve yaşam döngüsü değerlendirmesi de yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Al-Qahtani, K. M. (2017). Cadmium removal from aqueous solution by green synthesis zero valent silver nanoparticles with Benjamina leaves extract. Egypt. J. Aquat. Res. 43, 269-274.

Ali, Q., Zia, M. A., Kamran, M., Shabaan, M., Zulfiqar, U., Ahmad, M., Iqbal, R., Maqsood, M. F. (2023). Nanoremediation for heavy metal contamination: A review, Hybrid Advances 4, Article 100091.

Aragaw, T. A., Bogale, F. M., Aragaw, B. A. (2021). Iron-based nanoparticles in wastewater treatment: A review on synthesis methods, applications, and removal mechanisms. Journal of Saudi Chemical Society 25(8), Article 101280.

Asiltürk, M., Sayılkan, F., Erdemoğlu, S., Akarsu, M., Sayılkan, H., Erdemoğlu, M., Arpaç, E. (2006). Characterization of the hydrothermally synthesized nano-TiO_2 crystallite and the photocatalytic degradation of Rhodamine B. J. Hazard Mater 129, 164-170.

Azeez, N. A., Dash, S. S., Gummadi, S. N., Sudarshana Deepa, V. (2021). Nano-remediation of toxic heavy metal contamination: Hexavalent chromium [Cr(VI)]. Chemosphere 266, Article 129204.

Bhargavi, R. J., Maheshwari, U., Gupta, S. (2015). Synthesis and use of alumina nanoparticles as an adsorbent for the removal of Zn (II) and CBG dye from wastewater. Int. J. Integrated Care 6, 31-41.

Cruz, C., Ramos, J., Robles, P., Leiva, W. H., Jeldres, R. I., Cisternas, L. A. (2020). Partial seawater desalination treatment for improving chalcopyrite floatability and tailing flocculation with clay content. Miner. Eng 151, Article 106307.

El-Sayed, M. E. A. (2020). Nanoadsorbents for water and wastewater remediation. Sci. Total Environ 739, 139903.

Fu, F., Wang, Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. J. Environ. Manag 92, 407-418.

Hu, H., Zhang, Q. (2025). 3D Printed Ceramic Cores with Adjustable Pore Structure and Surface Functionality Using Magnetic Nanocomposites for Wastewater Nanoremediation. Journal of Molecular Structure Article 144817.

Huang, H. Y., Yang, R. T., Chinn, D., Munson, C. L. (2003). Amine-grafted MCM-48 and silica xerogel as superior sorbents for acidic gas removal from natural gas. Ind. Eng. Chem. Res 42 (12), 2427-2433.

Joshi, K. M., Shrivastava, V. S. (2011). Photocatalytic degradation of Chromium (VI) from wastewater using nanomaterials like TiO_2, ZnO, and CdS. Appl. Nanosci 1, 147-155.

Kamarudin, K. S., Mohamad, M. F. (2010). Synthesis of gold (Au) nanoparticles for mercury adsorption. Am. J. Appl. Sci 7(6), 835.
Liu, H., Qing, B., Ye, X., Li, Q., Lee, K., Wu, Z. (2009). Boron adsorption by composite magnetic particles. Chem. Eng. J 151, 235-240.
Liu, J., Zhao, Y., Ma, J., Dai, Y., Li, J., Zhang, J. (2016). Flower-like ZnO hollow microspheres on ceramic mesh substrate for photocatalytic reduction of Cr (VI) in tannery wastewater. Ceram. Int 42, 15968-15974.
Mahlambi, M. M., Ngila, C. J., Mamba, B. B. (2015). Recent developments in environmental photocatalytic degradation of organic pollutants: the case of titanium dioxide nanoparticles-a review. J. Nanomater Article 790173.
Mishra, P., Jain, R. (2016). Electrochemical deposition of MWCNT-MnO_2/PPy nano-composite application for microbial fuel cells. Int. J. Hydrog. Energy 41(47), 22394-22405.
Nomura, A., Jones, C.W. (2013). Amine-functionalized porous silicas as adsorbents for aldehyde abatement. ACS Appl. Mater. Interfaces 5(12), 5569-5577.
Nawaz, A., Khalid, A., Qayyum, W., Bibi, R., Azam Qamar, M., Zahid, M., Farhan, A., Rayaroth, M. P., Cichocki, Ł., Boczkaj, G. (2025). FeS-based nanocomposites: A promising approach for sustainable environmental remediation – Focus on adsorption and photocatalysis – A review. Journal of Environmental Management 373, 123530.
Priyadarshini, E., Pradhan, N. (2017). Gold nanoparticles as efficient sensors in colorimetric detection of toxic metal ions: a review. Sensor. Actuator. B Chem 238, 888-902.
Qin, L., He, L., Yang, W., Lin, A. (2020). Preparation of a novel iron-based biochar composite for removal of hexavalent chromium in water. Environ. Sci. Pollut. Control Ser 27, 9214-9226.
Rather, M.A., Bhuyan, S., Chowdhury, R., Sarma, R., Roy, S., Neog, P. R. (2023). Nanoremediation strategies to address environmental problems. Science of The Total Environment 886, 163998.
Sable, H., Kumar, V., Singh, V., Rustagi, S., Chahal, S, Chaudhary, V. (2024). Strategically engineering advanced nanomaterials for heavy-metal remediation from waste water Coordination Chemistry Reviews 518, 216079.
Sagbas, S., Sahiner, N. (2019). 22 - Carbon dots: preparation, properties, and application, Khan, A., Jawaid, M., Inamuddin, A. (Eds.), Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering. Woodhead Publishing 651-676.
Shanmugam, M., Alsalme, A., Alghamdi, A., Jayavel, R. (2016). In-situ microwave synthesis of graphene–TiO2 nanocomposites with enhanced photocatalytic properties for the degradation of organic pollutants. J. Photochem. Photobiol. B Biol 163, 216-223.
Sharma, S., Bhattacharya, A. (2017). Drinking water contamination and treatment techniques, Appl. Water Sci 7, 1043-1067.
Shipley, H.J., Yean, S., Kan, A.T., Tomson, M.B. (2009). Adsorption of arsenic to magnetite nanoparticles: effect of particle concentration, pH, ionic strength, and temperature. Environ. Toxicol. Chem 28(3), 509-515.
Shittu, K.O., Ihebunna, O. (2017). Purification of simulated waste water using green synthesized silver nanoparticles of Piliostigma thonningii aqueous leave extract. Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol 8(4), Article 045003.
Shokati Poursani, A., Nilchi, A., Hassani, A., Tabibian, S., Asad Amraji, L. (2017). Synthesis of nano-γ-Al2O3/chitosan beads (AlCBs) and continuous heavy metals removal from liquid solution, Int. J. Environ. Sci. Technol 14, 1459-1468.
Singh, S., Barick, K.C., Bahadur, D. (2011). Novel and efficient three dimensional mesoporous ZnO nanoassemblies for environmental remediation, Int. J. Nanosci 10, 1001-1005.

Sun, Y., Liu, J., Fan, X., Li, Y., Peng, W. (2023). Synthesis and application of iron sulfide–based materials to activate persulfates for wastewater remediation: a review. Front. Environ. Sci 11, Article 1212355.
Yao, G., Wang, K., Wang, M., Shao, X., Qiu, F., Zhang, T. (2021). Magnetic FeS@ Lignin-derived carbon nanocomposites as an efficient adsorbent for multistage collaborative selective recovery of tellurium (IV) from wastewater. J. Environ. Chem. Eng 9, Article 106135.
Zheng, X., Zhou, Y., Peng, H., Wen, J., Liu, Y. (2021). Efficient solar-light photocatalytic activity of FeS/S-doped MgO composites for tetracycline removal. Colloids Surf. A Physicochem. Eng. Asp 626, Article 127123.

KRİTİK HAMMADDELERDEN BORUN TUNCELİ BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA TESİSİNDE BELİRLENMESİ VE GİDERİMİ

Murat TOPAL
Munzur Üniversitesi, Tunceli Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü 62000, Tunceli, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0222-5409
Emine Işıl ARSLAN TOPAL
Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 23000 Elazığ, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0309-7787
Erdal ÖBEK
Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, 23000 Elazığ, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4595-572X
Erdal ÇELİK
İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 34437 İstanbul, Türkiye
Bingöl Üniversitesi Rektörü, 12000 Bingöl, Türkiye
TeknoHAB Teknoloji Geliştirme Bölgesi, 06980 Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5922-54884

ÖZET
Bor, doğal olarak borosilikatlar, borik asit, boraks ve diğer borat mineralleri şeklinde bulunan yarı metalik bir elementtir. Bor, toprak ve su ortamlarında ayrışma süreçleri yoluyla hareketlenir. Serbest bırakıldıktan sonra, borosilikat yapıları, biyolojik olarak aktif olan borik asit ve polianyonlar gibi kararlı türler oluşturabilir. Çoğu doğal tatlı su sisteminde bor miktarı nadiren 1,0 mg/L'yi aşar ve genellikle 0,1 mg/L'nin altındadır. Madencilik, tarımsal sulama ve cam, temizlik ürünleri ve tarım kimyasallarının üretimi de dahil olmak üzere çeşitli faaliyetler, borla kirlenmiş atıksu üretebilir. Bor ile kirlenmiş atıksuların deşarjı; borun laboratuvar çalışmalarında gözlemlenen fitotoksik etkileri, teratojenik etkileri, üreme ve büyüme üzerindeki etkileri ve su, sediment ve çeşitli sucul ve sulakalan ekosistemlerinin biyotasında birikmesi nedeniyle endişe vericidir. Bu nedenle, atıksulardan borun arıtılması oldukça önemlidir. Bu çerçevede, bu çalışmada kritik hammaddelerden borun Tunceli Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisindeki varlığı arıtma kademelerinde belirlendi ve giderim verimleri hesaplandı. Elde edilen analiz sonuçlarına göre, biyofosfor tankının en yüksek giderimi verimi %19,72 olarak, oksidasyon hendeklerinin en yüksek giderim verimi %16,52 olarak, son çökeltim havuzunun en yüksek giderim verimi %1,68 olarak tespit edildi. Tunceli Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinin bor giderim verimi en yüksek %33,79 olarak hesaplandı.
Anahtar Kelimeler: Arıtma, atıksu, bor, giderim, kritik hammadde

DETERMINATION AND REMOVAL OF BORON FROM CRITICAL RAW MATERIALS IN THE TUNCELİ BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT PLANT

ABSTRACT
Boron is a semi-metallic element that occurs naturally as borosilicates, boric acid, borax, and other borate minerals. Boron is mobilized in soil and aquatic environments through weathering processes. Once released, borosilicate structures can form stable species like boric acid and polyanions, which are biologically active. Most natural freshwater systems rarely exceed 1.0 mg/L and are usually below 0.1 mg/L. Various activites including mining, irrigated agriculture, and the production of glass, cleaning products and agrochemicals can produce boron-contaminated wastewater. The release of boron-contaminated wastewater is of concern due to its demonstrated phytotoxicity, teratogenic, reproductive and growth effects observed in laboratory studies, and accumulation in the water, sediments and biota of several aquatic and wetland ecosystems. Therefore, the removal of boron from wastewater is extremely important. In this context, the presence of boron, a critical raw material, in the Tunceli Biological Wastewater Treatment Plant was determined in the treatment stages, and removal efficiencies were calculated. According to the analyses obtained, the highest removal efficiency was determined to be 19.72% in the biophosphorus tank, 16.52% in the oxidation ditchs, and 1.68% in the final settling basin. The highest boron removal efficiency of the Tunceli Biological Wastewater Treatment Plant was calculated as 33.79%.
Keywords: Treatment, wastewater, boron, removal, critical raw material

1. GİRİŞ
Bor, doğal olarak borosilikatlar, borik asit (H_3BO_3), boraks ($Na_2B_4O_7.10H_2O$) ve diğer borat mineralleri şeklinde bulunan yarı metalik bir elementtir (Butterwick vd., 1989; Davis vd., 2002). Bor, 26 kritik mineralden biri olarak tanımlanmış olup (EC., 2017; Diemer vd., 2018) kritiklik çalışmaları incelemesine göre önemli olarak belirlenmiştir (Jin vd., 2016) ve jeolojik olarak sınırlı bir kaynaktır (Henckens vd., 2014; Elevli vd., 2022; Yaacoubi vd., 2026). Dünyanın bor rezervleri yaklaşık 1,2 milyar tonla sınırlıdır. Bor ve bor bileşikleri, cam, enerji, elektronik, seramik, porselen, kozmetik, yarı iletkenler, deri, ilaç, böcek ilaçları, katalizörler, yakıtlar, gübreler, kanser tedavisi ve temizlik ürünleri gibi 300'den fazla farklı sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır (Kim vd., 2023). Bor, toprak ve su ortamlarında ayrışma süreçleri yoluyla hareketlenir. Serbest bırakıldıktan sonra, borosilikat yapıları, biyolojik olarak aktif olan borik asit ve polianyonlar gibi kararlı türler oluşturabilir (Butterwick vd., 1989). Çoğu doğal tatlı su sisteminde bor miktarı nadiren 1,0 mg/L'yi aşar ve genellikle 0,1 mg/L'nin altındadır (Davis vd., 2002). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Avrupa Birliği (AB) ve Çin'e göre, içme suyu için bor standartları sırasıyla 2,4; 1,0 ve 0,5 mg/L'dir (Adavodi vd., 2025). Bitkilerdeki düşük tolerans seviyeleri nedeniyle sulama için kullanılan sudaki bor konsantrasyonları 0,5 mg/L'yi geçmemelidir (Kim vd., 2023; Adavodi vd., 2025). Bitkiler bor maruziyetine karşı hassas olduğundan mısır, domates, havuç ve yonca gibi bazı mahsullerin üretimi, sulama suyundaki bor seviyesi çok yüksekse önemli ölçüde azalabilir (Bañuelos vd., 1999; Liu vd., 2024). Madencilik, tarımsal sulama ve cam, temizlik ürünleri ve tarım kimyasallarının üretimi de dahil olmak üzere çeşitli faaliyetler, borla kirlenmiş atıksu üretebilir (Davis vd., 2002). Madencilik ve petrokimya endüstrilerinden ve yarı iletken üretiminden kaynaklanan atıksulardaki bor konsantrasyonu binlerce mg/L'ye ulaşabilmektedir (Zhang vd., 2024; Yaacoubi vd., 2026). Bor içeren atıkların su ortamlarına salınması, ötrofikasyon gibi ekolojik sorunlara yol açabilir

(Wolska ve Bryjak, 2013; Su vd., 2025). Bor ile kirlenmiş atıksuların deşarjı; borun laboratuvar çalışmalarında gözlemlenen fitotoksik etkileri, teratojenik etkileri, üreme ve büyüme üzerindeki etkileri ve su, sediment ve çeşitli sucul ve sulakalan ekosistemlerinin biyotasında birikmesi nedeniyle de endişe vericidir (Butterwick vd., 1989; Maier ve Knight, 1991; Davis vd., 2002). Ayrıca bu durum, böbrek hasarı ve üreme sisteminde kronik toksik etkiler de dahil olmak üzere insan sağlığı için tehdit oluşturur (Su vd., 2025). Bu nedenler ile, bor içeren su ve atıksuların doğal su kaynaklarına deşarj edilmeden önce arıtılmasına yönelik küresel bir ihtiyaç giderek artmaktadır (Adavodi vd., 2025). Bor tuzları genellikle suda çok çözünür olduklarından, borun uzaklaştırılması günümüzde su ve atıksu arıtımında en büyük zorluklardan birini temsil etmektedir (Rosa vd., 2024).

Bu çalışmada, kritik hammaddelerden borun Tunceli Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde belirlenmesi amaçlanmış ve tesisin farklı arıtma kademelerindeki giderim verimi ile tesisin genel giderim verimi belirlenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma alanı

Bu çalışmada çalışma alanı olarak Tunceli ilinde bulunan Tunceli Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi (TBAAT) seçilmiştir (Şekil 1). TBAAT, belediye imar planı kapsamında yerleşim yerlerinin atıksularının yaklaşık %90-95'ini arıtmaktadır. TBAAT 'nin mevcut atıksu arıtma kapasitesi 9000 m^3/gün'dür. TBAAT temel olarak sırasıyla bir ızgara, havalandırmalı kum ve yağ tutucu, biyofosfor tankı, oksidasyon hendekleri ve son çökeltim ünitelerinden oluşmaktadır. TBAAT 'de arıtılan/deşarj edilen atıksu miktarı 5500-6000 m^3/s'dir (Topal vd., 2022).

Şekil 1. Tunceli Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisi

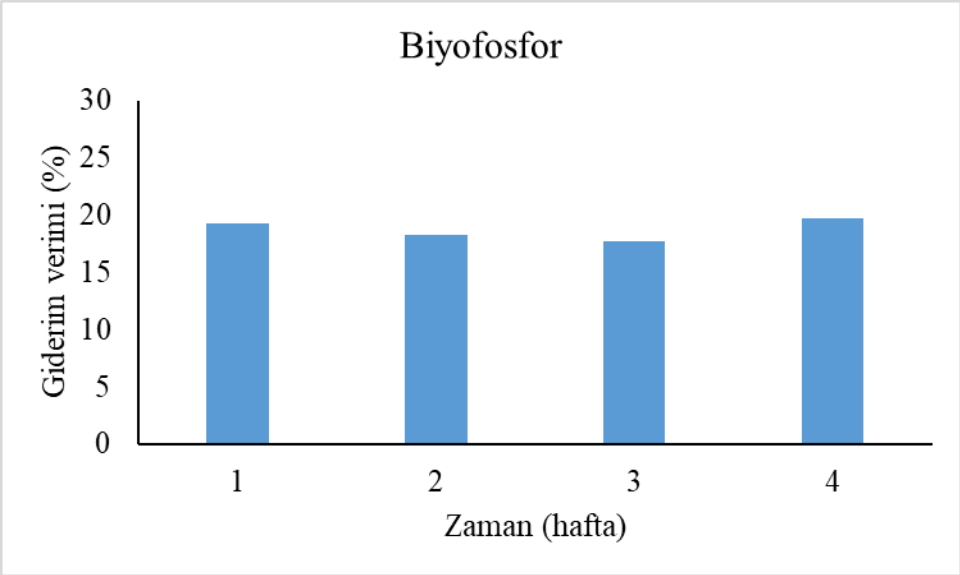
2.2. Atıksu örneklerinin alınması ve analizi

Çalışma kapsamında TBAAT'nin giriş noktasından, biyofosfor tankının çıkış noktasından ve oksidasyon hendeklerinin çıkış noktasından olmak üzere 4 hafta boyunca atıksu örnekleri alındı. TBAAT'nin farklı noktalarından alınan örnekler 500 mL plastik kaplara konuldu ve bor

analizi için akredite olan bir laboratuvara gönderildi. Atıksu örneklerinde bor konsantrasyonları ICP-MS ile tespit edildi.

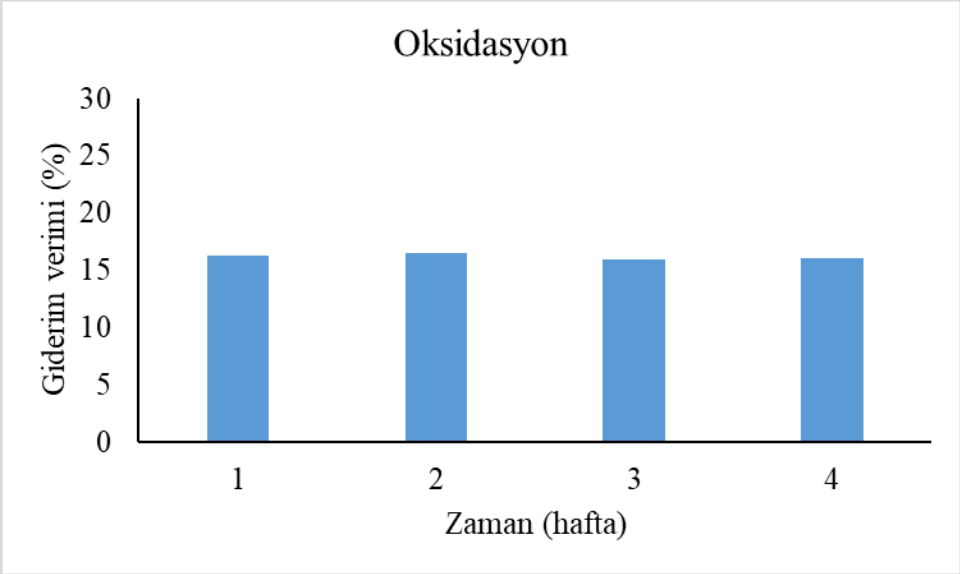
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tunceli Biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinin biyofosfor tankının giriş ve çıkışından alınan atıksu örneklerinde tespit edilen bor konsantrasyonlarına göre biyofosfor tankının bor giderim verimleri hesaplandı. Biyofosfor tankının haftalara göre bor giderim verimleri Şekil 2'de verilmiştir.



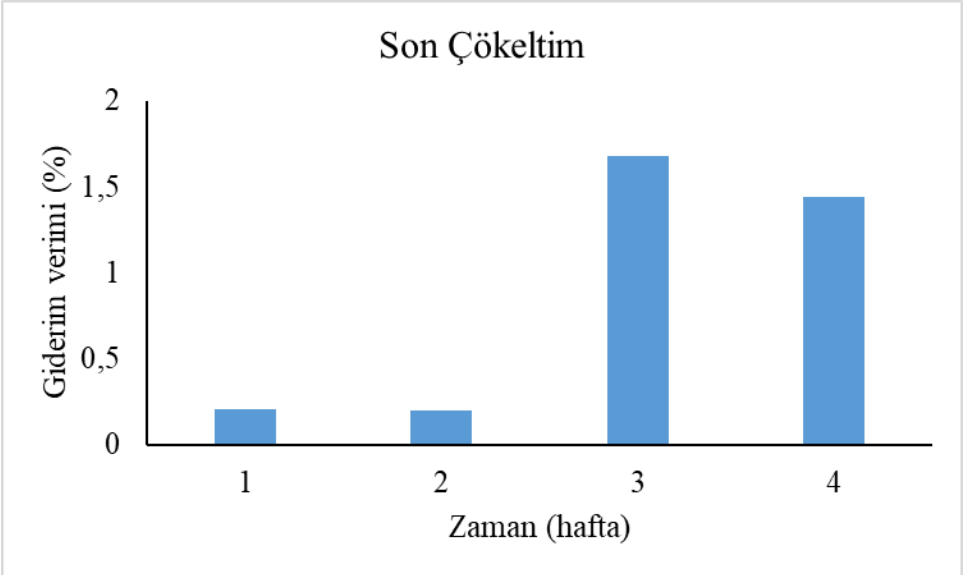
Şekil 2. TBAAT biyofosfor tankının haftalara göre bor giderim verimleri

Şekil 2'ye göre, biyofosfor tankında en yüksek bor giderim verimi 4. hafta %19,72 olarak tespit edilirken en düşük bor giderim verimi 3. hafta %17,76 olarak tespit edildi. Biyofosfor tankının 1. hafta bor giderim verimi %19,31 olarak gerçekleşirken 2. hafta bor giderim verimi %18,24 olarak gerçekleşti. Haftalara göre bor giderim verimleri büyükten küçüğe doğru 4. hafta > 1. hafta > 2. hafta > 3. hafta olarak sıralandı. Oksidasyon hendeklerinin haftalara göre bor giderim verimleri Şekil 3'te verilmiştir.



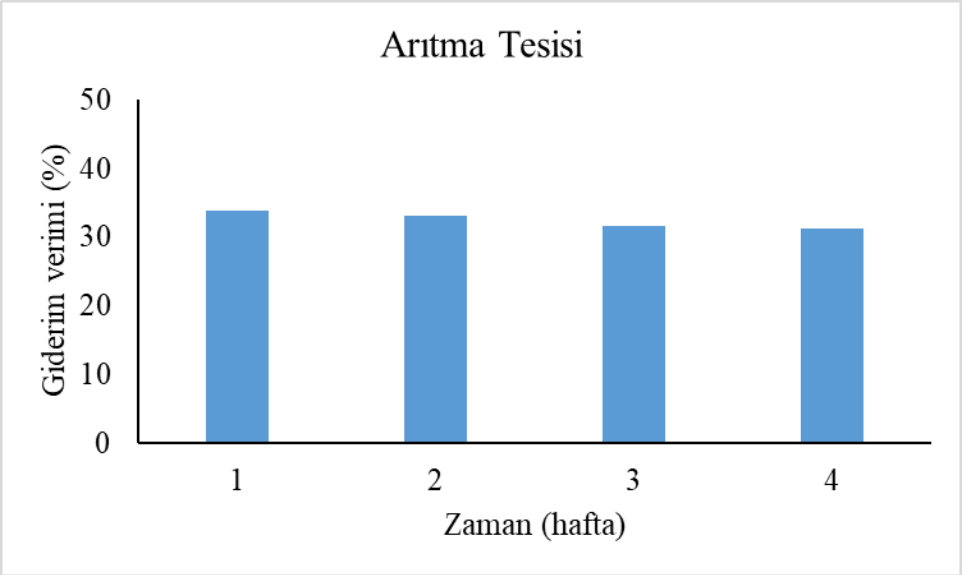
Şekil 3. Oksidasyon hendeklerinin haftalara göre bor giderim verimleri

Şekil 3'e göre, oksidasyon hendeklerinin giriş ve çıkış noktasından alınan atıksu örneklerindeki bor konsantrasyonlarına göre oksidasyon hendeklerinin giderim verimleri değerlendirildiğinde en yüksek bor giderim verimi 2. hafta %16,52 olarak, en düşük bor giderim verimi 3. hafta %16 olarak tespit edildi. 1. hafta bor giderim verimi %16,23 olarak 4. hafta bor giderimi ise %16,1 olarak gerçekleşti. Haftalara göre bor giderim verimleri büyükten küçüğe doğru 2. hafta > 1. hafta > 4. hafta > 3. hafta olarak sıralandı. Oksidasyon hendeklerinin bor giderim verimlerinin çok fazla değişmediği görüldü. Son çökeltim havuzlarının haftalara göre bor giderim verimleri Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Son çökeltim havuzlarının haftalara göre bor giderim verimleri

Şekil 4'e göre, son çökeltim havuzlarının giriş ve çıkış noktasından alınan atıksu örneklerindeki bor konsantrasyonlarına göre son çökeltim havuzlarının giderim verimleri değerlendirildiğinde en yüksek bor giderim verimi 3. hafta %1,68 olarak, en düşük bor giderim verimi 2. hafta %0,19 olarak tespit edildi. Son çökeltim havuzlarının bor giderim verimi 1. hafta %0,2 olarak gerçekleşirken 4. hafta ise bor giderim verimi %1,44 olarak gerçekleşti. Haftalara göre bor giderim verimleri büyükten küçüğe doğru 3. hafta > 4. hafta > 1. hafta > 2. hafta olarak sıralandı. TBAAT' nin bor giderimi verimleri haftalara göre hesaplanmış ve hesaplanan giderim verimleri Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. TBAAT' nin haftalara göre bor giderim verimleri

Şekil 5 değerlendirildiğinde, TBAAT' nin giriş ve çıkış noktasından alınan atıksu örneklerindeki bor konsantrasyonlarına göre hesaplanan en yüksek bor giderimi verimi 1. hafta %33,79 olarak gerçekleşirken en düşük bor giderim verimi 4. hafta %31,29 olarak gerçekleşti. TBAAT'nde 2. hafta bor giderim verimi %33,1 olarak, 3. hafta ise %31,57 olarak belirlendi. Haftalara göre bor giderim verimleri büyükten küçüğe doğru 1. hafta > 2. hafta > 3. hafta > 4. hafta olarak sıralandı. TBAAT'nin bor giderim veriminin belirlenmesi oldukça önemlidir. Çünkü arıtma tesisinde arıtılan atıksular alıcı ortam olarak Uzunçayır Baraj Gölüne dökülmektedir.

Ülkemizde biyolojik atıksu arıtma tesisi çıkış suyunda bor konsantrasyonlarının hangi dzüeyde olacağı hakkında bir standart bulunmamaktadır. Fakat, 30.11.2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Tablo 4'te Yerüstü Su Kaynakları için Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartları verilmiştir. Yönetmelikte bor konsantrasyonları açısından maksimum izin verilebilir çevresel kalite standartı nehirler/göller için 1472 µg/L olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bazı atıksu arıtma tesisi çıkış suları sulama suyu olarak kullanılabilmektedir. Eğer arıtma tesisi çıkış suyu sulama suyu olarak kullanılırsa Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Usuller Tebliği Ek-7 Arıtılmışların Atıksuların Yeniden Kullanımı Alanları ve Kriterleri kapsamında değerlendirilmektedir. Bu tebliğe göre sulama suyunda bor konsantrasyonu <0,7 mg/L (1. Sınıf su) olursa kullanımında zarar derecesi yoktur; 0,7-3,0 mg/L arasında (2. Sınıf su) olursa kullanımında zarar derecesi az-orta ve >3,0 mg/L (3. Sınıf su) olursa kullanımında zarar derecesi tehlikeli olarak belirtilmektedir. Çalışmamızda TBAAT çıkış suyunda bor konsantrasyonu 0,096-0,104 mg/L arasında değiştiğinden söz konusu çıkış suyu bor açısından sulama suyu olarak kullanılabilir. Ülkemizden farklı olarak bazı ülkelerde bor konsantrasyonu ile ilgili standartlar bulunmaktadır. Örneğin, Polonya yasalarına göre, suya ve toprağa deşarj edilen atıksulardaki bor seviyeleri 1 mg/L'yi, kanalizasyon sistemlerine deşarj edilen endüstriyel atıksulardaki bor seviyeleri ise 10 mg/L'yi geçmemelidir (Yaacoubi vd., 2026). Tayvan Çevre Koruma İdaresi, atıksudaki bor için deşarj standardını 1 mg/L olarak belirlemiştir (Hassan vd., 2024). Japonya, Singapur ve Tayvan'da (su kalitesi ve miktarı koruma bölgesinde) bor için deşarj standartları sırasıyla 10,0; 5,0 ve 1,0 mg/L (bor cinsinden) olarak belirlenmiştir (Liu vd., 2024). Bitkilerin ve su canlılarının bor maruziyetinden kaynaklanan etkilerini en aza indirmek için birçok ülke, 1,5 ila

10 mg/L arasında değişen bir bor atık su standardı belirlemiştir (Lin vd., 2021; Mahasti vd., 2022). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), içme suyu için 2,4 mg/1 bor önerirken, tarımsal suda 5 mg/L'den az bor bulunması gerektiğini belirtmektedir (Almustafa vd., 2020; Akdağ vd., 2023; Al-dhawi vd., 2024; Yaacoubi vd., 2026).

SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında kritik bir hammadde olan bor elementinin TBAAT'nde tespiti ve giderimi araştırılmıştır. Bu çerçevede, TBAAT' nin farklı kademelerinden farklı zamanlarda (4 hafta) alınan atıksu örneklerinde bor konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, biyofosfor tankında en yüksek bor giderim verimi 4. hafta %19,72 olarak; oksidasyon hendeklerinin en yüksek bor giderim verimi 2. hafta %16,52 olarak, son çökeltim havuzlarının en yüksek bor giderim verimi 3. hafta %1,68 olarak tespit edilmiştir. TBAAT 'nin en yüksek bor giderimi verimi ise 1. hafta %33,79 olarak gerçekleşmiştir. Sonuç olarak, kritik bir hammadde olan borun atıksu arıtma tesisinde tespit edilmesi oldukça önemlidir. Atıksu arıtma tesislerinden sürekli alıcı ortama deşarjın olması alıcı ortamlarda bor konsantrasyonu artışına neden olabilir. Bu nedenle, söz konusu bor elementinin alıcı ortamlara verilmeden önce farklı metotlar kullanılarak ya tamamen giderilmesi yada arıtıldıktan sonra geri kazanılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Adavodi, R., Ullah, M., Romano, P., Giovannone, L. (2025). Francesco Vegliò, Nicolò Maria Ippolito, Boron extraction from wastewater using a phosphonium-based ionic liquid. Journal of Water Process Engineering 76, 108223.

Akdağ, S., Keyikoğlu, R., Karagunduz, A., Keskinler, B., Khataee, A., Yoon, Y. (2023). Recent advances in boron species removal and recovery using layered double hydroxides. Applied Clay Science 233, Article 106814.

Al-dhawi, B. N. S., Kutty, S. R. M., Jagaba, A. H., Aminu, N., Birniwa, A. H., Al-Shawesh, G. A. M., Almahbashi, N. M. Y., Al-Yaari, A. (2024). Boron adsorption from aqueous solutions through column study: desorption mechanisms, regeneration techniques, and kinetic insights. Desalination and Water Treatment 320, Article 100586.

Almustafa, G., Sulaiman, R., Kumar, M., Adeyemi, I., Arafat, H. A., AlNashef, I. (2020). Boron extraction from aqueous medium using novel hydrophobic deep eutectic solvents. Chemical Engineering Journal 395, Article 125173.

Bañuelos, G. S., Ajwa, H. A., Caceres, L., Dyer, D. (1999). Germination responses and boron accumulation in germplasm from Chile and the United States grown with boron-enriched water. Ecotoxicol. Environ. Saf 43, 62-67.

Butterwick, L., De Oude, N., Raymond, K. (1989). Safety assessment of boron in aquatic and terrestrial environments. Ecotoxicol. Environ. Safe 17, 339–371.

Davis, S. M., Drake, K. D., Maier, K. J. (2002). Toxicity of boron to the duckweed, *Spirodella polyrrhiza.* Chemosphere 48, 615–620.

Diemer, A., Nedelciu, E., Schellens, M., Gisladottir, J. (2018). Challenges for Sustainability in Critical Raw Material Assessments. International Journal of Management and Sustainability 7, 156-179.

Elevli, B., Yaman, İ., Laratte, B. (2022). Estimation of the Turkish Boron Exportation to Europe. Mining 2, 155-169.

EC, European Commission, (2017). Study On the Review of the List of Critical Raw Materials, Criticality assessments, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Brussels.

Hassan, S. F., Lin, K. S., Mdlovu, N. V., Dwitya, S. S., Nguyen, T. K. C. (2024). Synthesis and characterization of ZrO_2-loaded rice husk ash-derived MCM-41 nanocomposites for boron adsorption from wastewater. Journal of Environmental Chemical Engineering 12(6), 114441.
Henckens, M. L. C. M., Driessen, P. P. J., Worrell, E. (2014). Metal scarcity and sustainability, analyzing the necessity to reduce the extraction of scarce metals. Resources, Conservation and Recycling 93, 1-8.
Jin, Y., Kim, J., Guillaume, B. (2016). Review of critical material studies. Resources, Conservation and Recycling 113, 77-87.
Kim, K. C., Kim, N. I., Jiang, T., Kim, J. C., Kang, C. I. (2023). Boron recovery from salt lake brine, seawater, and wastewater – A review. Hydrometallurgy 218, 106062.
Lin, J.-Y., Mahasti, N. N. N., Huang, Y.-H. (2021). Recent advances in adsorption and coagulation for boron removal from wastewater: a comprehensive review. J. Hazard Mater 407, Article 124401.
Liu, Y. J., Yen, C. H., Li, Y. F., Hu, C. Y. (2024). Treating boron-containing wastewater by electrocoagulation-flotation (ECF) process with the stepwise addition of anionic surfactants. Journal of Water Process Engineering 59, 104976.
Mahasti, N. N. N., Lin, J.-Y., Huang, Y.-J., Wu, J.-Y., Yen, M. C., Chiu, Y. H., Huang, Y. H. (2022). Effective boron removal from synthetic wastewater by multi-stage calcium-based chemical oxo-precipitation process. Journal of Cleaner Production 380, 134956.
Maier, K. J., Knight, A. W. (1991). The toxicity of waterborne boron to Daphnia magna and Chironomus decorus and the effects of water hardness and sulfate on boron toxicity. Arch. Environ. Contam. Toxicol 20, 282–287.
Rosa, D., Cifaldi, D., Di Palma, L. (2024). Boron removal from wastewater via coordinative adsorption assisted by Fenton-Induced Oxoprecipitation/Flocculation. Chemical Engineering Journal 498, 155572.
Su, M., Wang, C., You, J., Wang, J., Wang, Z., Liu, Y., Yin, X., Yang, W., Xu, H. (2025). Biomass-derived hydrogel enables high-efficiency boron extraction from nuclear wastewater via green selective adsorption and rapid regeneration. Journal of Environmental Chemical Engineering 13(6), 119981.
Topal, M., Aşçı Toraman, Z., Arslan Topal, E. I., Sel Süer, C., Öbek, E. (2022). Tunceli biyolojik atıksu arıtma tesisinde gastrointestinal patojenlerin belirlenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 11(3), 550-556.
Yaacoubi, H., Kaddah, F. C., Abd Elwadood, S. N., Dumée, L. F. (2026). Boron mining from wastewaters and brines – technical and economic assessment of extraction strategies. Water Research 291, 125286.
Wolska, J., Bryjak, M. (2013). Methods for boron removal from aqueous solutions- a review. Desalination 310, 18-24.
Zhang, Y., Tang, X., Zhang, J., Zhang, Y., Yu, R., Wang, W., Lin, S., Yu, J. (2024). Valuable components recovery from wastewater and brine using electrocoagulation-based coupled process: a systematic review. Desalination 583, Article 117732.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GÖBEKLİ TEPE'DE İNANÇ VE KORKU ESTETİĞİ

Kıvılcım FEYZİOĞLU
Süleyman Demirel Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Resim Anasanat Dalı, 32260 Çünür, Isparta
ORCID: 0000-0001-5660-8611

ÖZET
Göbekli Tepe'nin keşfi ile tarih yeniden yazılırken, ortaya çıkan her yeni buluntu bizlere; neolitik toplumun yaşam biçimine dair önemli ipuçları vermektedir. Bölgede yaşamış olan avcı toplum, taş ve kemikten adeta bir endüstri yaratmıştır. Bu avcı ve endüstriyel neolitik toplumun oluşturduğu imgelem dünyasından elde edilen veriler; şiddet içeren bir doğaya sahip olduklarını göstermektedir. Bölgede bulunan fazla sayıda insan kemiği, modifikasyona uğramış spesifik kafatası parçaları, burada bir kafatası kültünün varlığına dair güçlü tezlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. T biçimindeki dikilitaşların üzerindeki hayvan motifleri, orada yaşamış olan toplumun estetik ve düşünsel değerlerini ortaya koymaktadır. Ayrıca insan figürlerindeki ataerkil yaklaşım, hayvan ve doğa üzerinde kurulmuş tahakküm, avcı-şaman kültün estetik anlayışını taşın hafızasına kazımaktadır. Rölyef ve heykellere estetik açıdan bakıldığında; beden ve hayvan formlarının kendine özgü bir görsel dil oluşturduğu görülmektedir. Bu çalışma rölyef ve heykellerde gözlemlenen estetik dilin, inanç ve korkuya hizmet ettiği düşüncesini temel almaktadır. Anakronik bir yaklaşımla dönemin "şiddet" ve "korku" olguları; sembolik ve ritüelistik bir gerçeklik ile ele alınmaktadır. Arkeolojik kazıların devam ettiği bu süreçte ele alınan imge biçimleri, sanatsal ve estetik perspektiften incelenmektedir.
Anahtar Kelimeler: Göbekli Tepe, sanat, korku, estetik, Çanak Çömleksiz Neolitik

THE AESTHETICS OF BELIEF AND HORROR AT GÖBEKLİ TEPE

ABSTRACT
While the history is being rewritten with the discovery of Göbekli Tepe, each new find provides us important clues about the lifestyle of Neolithic society. The hunter-gatherer society that lived in the region created has virtually created an industry. The data obtained from the world of imagination created by this hunter-gatherer and industrial Neolithic society; indicates that they have an inherently violent nature. The large amount of human bones, modified skull fragments found in the area has led to the emergence of strong theses regarding the presence of a skull cult here. The animal motifs on the T-shaped obelisks reveals the aesthetic and intellectual values of the society that once lived there. Furthermore, the patriarchal approach in the human figures, the dominance established over animals and nature, engraves the aesthetics conception of the hunter-shaman cult into the memory of the stone. When reliefs and statues viewed from an aesthetic perspective; it is observed that body and animal forms create a distinctive visual language. This study is based on the notion that the aesthetic language observed in reliefs and sculptures serves to belief and fear. With an anachronistic approach, the phenomena of "violence" and "fear" of the period adressed together with a symbolic and ritualistic reality. During this ongoing archaeological excavation process, the image forms under consideration is examined from an artistic and aesthetic perspective.
Keywords: Göbekli Tepe, art, horror, aesthetic, Pre-Pottery Neolithic

GİRİŞ

Çanak Çömleksiz Neolitik çağ hakkında yeni bir sayfa açan Göbekli Tepe, dönemin en eski yerleşim bölgelerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Göbekli Tepe, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Şanlıurfa ilinin 18 km kuzeydoğusunda, Örencik köyü yakınlarında yer alan neolitik bir arkeolojik sit alandır. Neolitik dönemde çakmaktaşlarıyla şekillendirilen Göbekli Tepe, avcı-toplayıcı yerleşkesine ev sahipliği yapmıştır. Bölgede bulunan T şeklindeki dikilitaşlar üzerinde bulunan insan ve hayvan figürleri, dönemin tasvir ve sembol dilini göz önüne sermektedir. Bununla birlikte bölgede bulunan heykeller, modifikasyona uğramış insan kafatasları, hayvan kemikleri, avcı-toplayıcı toplumun yaşamı ve düşün biçimi hakkında bilgi vermekle birlikte bizi düşünmeye itmektedir. Göbekli Tepe'de üretilen sanatsal formların yapısını incelediğimizde sembol dilinin yoğun olarak kullanıldığını görmekteyiz. Detaylı olarak incelendiğinde rölyef figürlerde şiddet ögesinin izleri görülmektedir. Dolayısıyla burada yaşamış toplumun şiddet içerikli bir yaşam tarzı olduğuna dair düşünceleri akla getirmektedir. T şeklindeki dikilitaşlara işlenen insan ve hayvan formlarının neden sarsıcı bir ifade biçimine sahip olduğuna dair çeşitli arkeolojik, sanatsal tahminler yürütülmektedir.

Bu bölge bir inanca hizmet eden "tapınak" planı ile yapıldığından o inanışın inanç estetiği dönemin yaşam şartlarıyla örtüşmektedir. Göbekli Tepe anıtlarıyla, sanat mimari sistemleriyle çok farklı bir taş devri toplumuna işaret etmektedir.

Coğrafi konumunun özelliği, yabancıl tehlikeli hayvan betimleri, ereksiyon halindeki penis figürü (ithifallik protom), "hayvan ve insan kafatası" bileşik heykelleri, tepenin her tarafına yayılmış dikilitaş parçaları ve mimari kalıntılar olduğunu tahmin ettiğimiz izler, bizler açısından daha o zaman Göbekli Tepe'nin birkaç özel binaya sahip, bilinen Taş Çağı yerleşmelerinden biri olmadığını açıkça ortaya koyuyordu (Schmidt, 2012, s. 107). Yerleşkenin inanç sistemiyle ilişkili olduğu düşünülmüş ve daha önce görülmemiş bir yoğunlukta ritüelistik buluntuların ortaya çıkmış olması bu düşünceyi desteklemiştir.

Göbekli Tepe'nin kazı başkanlığını yürütmüş olan Alman arkeolog Klaus Schmidt, buluntuların üretimindeki nedenselliği ve kazıların itici gücünü, Karl W. Luckert'in *Göbekli Tepe* (2015) kitabının ön sözünde şu şekilde ifade etmektedir:

> Her halükârda Göbekli Tepe anıtlarının sembolik sanat ve mimari sistemleri, 12 bin yıl önce yaşamış insanlarla ilgili daha önce bildiğimizden çok farklı bir taş devri toplumunu ortaya çıkarmıştır. Bu toplum büyük yapılar inşa edip üzerine sanatsal süslemeler yapmayı başarmıştır. Bunları gerçekleştirmek için teknoloji ve lojistik konusunda daha derin bilgiler ve insan gücünün organizasyonundan daha büyük beceri gerekliydi. (Schmidt, 2012, s. 11)

Schmidt, Göbekli Tepe için anlam üretmek üzerine net bir metodolojik uyarı yapmaktadır: "Bugün ve gelecekte birçok farklı yorum seçeneğinin izlenip ortaya çıkarılması gerektiği apaçıktır" demektedir (Schmidt, 2012, s. 11). Temel iddia, Göbekli Tepe'nin imgelerinin ve anlam dünyasının, elimizdeki verilerle kesin biçimde çözülemeyeceği üzerinedir. Schmidt, Göbekli Tepe'de eserlerin imge ve anlam dünyasını çözmek üzerine net yargılara oluşabilmesi için gerekli ipuçlarına sahip olunmadığını belirtmektedir. Dolayısıyla bölgede yaşamış olan insanların sembolik evrenine dair bilgimizin sınırlı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Ayrıca Schmidt, daha sonraki dönemlere ait yazılı kaynaklardan edindiğimiz mitolojik yaklaşımların Göbekli Tepe'ye aktarılmasının metodolojik olarak sorunlu olduğunu da belirtmektedir; önceki verileri doğrudan buradaki avcı-toplayıcı topluma uygulamak bizi yanıltabilir. "Daha sonraki dönemlere ait yazılı kaynaklar yoluyla günümüze ulaşan mitolojik temalara odaklanmak veya erken Holosen avcı-toplayıcılarının halen karanlık olan imge dünyasından bu tür temaları elde etmeye çalışmak, uzak bir geçmişin derin kaynaklarına ulaşma açısından çeşitli sorunları beraberinde getirir" (Schmidt, 2012, s. 11).

Schmidt, bununla birlikte Göbekli Tepe için tek, kesin ve kapatıcı bir yorum üretmek yerine çoklu yorum ihtimallerinin açık tutulması gerekildiğini de savunmaktadır. Göbekli Tepe bugünkü veriler ışığında hala açık bir anlam alanıdır. Anlamın kendisinin büyük ölçüde kayıp veya henüz keşfedilmemiş olması, üretilen sanatın estetik formlarında yatan nedensellik adına bir tartışma alanı açmaktadır.

Hans-Georg Gadamer, eserin üretildiği bağlama sabitlenemeyeceğini şu şekilde ifade etmektedir: "Bir sanat eseri aracılığıyla başka hiçbir şekilde elde edemeyeceğimiz bir gerçeğin deneyimlenmesi, sanatın felsefi önemini oluşturur ve bu önem, onu rasyonelleştirmeye yönelik tüm girişimlere karşın kendini gösterir" (Gadamer, 2004, s. 21). Gadamer'in Hermeneutik teorisi, sanat eserinin araç olmadığı, eserin üretildiği bağlamda sabitlenmediği üzerine yoğunlaşır. Böylece hakikat, fenomen olarak ortaya çıkar. Tarih öncesi veya antik tarihte gözlemlenen ritüel aracı olarak kullanılan sanat formları, bu tezin tam karşısında konumlanmaktadır. Bu durum, zamanın sanat veya zanaat üretimine yaklaşımından kaynaklanmaktır. İnancın sanat estetiği, belirli bir amaca hizmet eden nesnedir ve açıklayıcı olmak zorundadır. Arkeolojik sorgulama, bu dikilitaşların ne için yapıldığını, ritüel alanının işlevlerini, hayvan figürlerinin neyi temsil ettiğini sormakta ve anlamın çözümlenmesini talep etmektedir. Gadamer'ci okuma ise bu imgelerin bugün nasıl anlam kazandıklarına dair bir sorgulama yapar. Bu nedenle güncel yorumlamalarda tarih öncesine ait bir eseri anlamlandırma çabası yanılsamacı bir yaklaşımı getirebilir.

Arkeolojik okuma ile Gadamer'ci okuma arasındaki temel karşıtlık noktalarından birisi de anakronizmdir (tarihi yanılsama). Gadamer'ci okuma anakronizmin yapısalcılığından bahsederken arkeolojik işlevsel yaklaşım bunu bir hata olarak görmektedir. Bu bağlamda buluntulara sadece arkeolojik veri olarak yaklaşıldığında eserlerin estetik ve sanatsal değeri göz ardı edilebilir. Gadamer'ci okuma, arkeoloji bilimine karşı değildir. Ancak bilimsel hakikat anlayışı, tek geçerli model olarak sunulduğunda; sanat, tarih, gelenek ve insan deneyimini yeterince "bilimsel olmadığı" düşüncesiyle değersizleşebileceği endişesini duymaktadır.

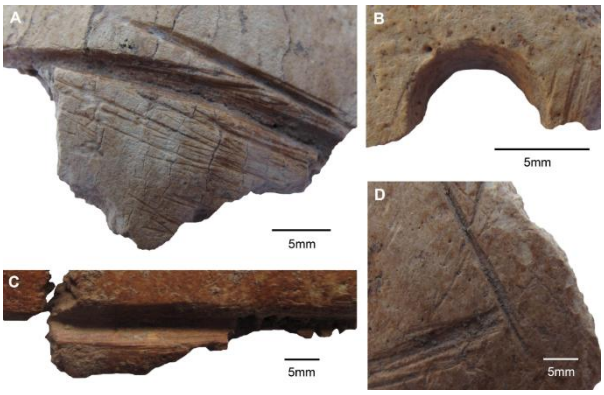
Göbekli Tepe'de üretilmiş sanat sadece veri olarak değil, gerçeği ortaya koyan bir olgu olarak ele alınmalıdır. Sanat ve beşeri bilimlerde hakikat, yorum ve deneyimin içinde açığa çıkmaktadır. Söz konusu yaklaşımdan hareketle bu çalışma, Göbekli Tepe'de üretilmiş sanatın inanç ve korku estetiğinin bilincine yönelik bir inceleme yapmaktadır.

1. GÖBEKLİ TEPE'DE İNANÇ VE KORKU ESTETİĞİ : ESER İNCELEMELERİ

Göbekli Tepe'de hangi dinamiklerin devreye girdiğini ve gerçekleşmiş olası pratiklerin ipuçlarını bulan arkeologların çalışmaları, bölgeye dair kavramsal çerçevemizi büyük ölçüde yönlendirmektedir. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda Göbekli Tepe'de bir kafatası kültünün varlığı üzerinde durulmaktadır.

> MÖ. 10. bin yılının sonlarından MÖ. 9. bin yıllarına tarihlenen bu tarih öncesi alanın kesin bir tapınak sıfatının altında konumlandırılmaması önerilmektedir. Terim mevcut haliyle tanrıların ve eğitimli bir ruhban sınıfının varlığına işaret eder. Bu yorum, MÖ 10. Ve 9. bin yıllarında yaşayan Taş Devri toplulukları için gerçek dışı görülmektedir. "Tapınak ekonomileri" en azından geç Kalkolitik / Bronz Çağı'na kadar ortaya çıkmamaktadır. (Arkeofili, 2019)

Ancak bu görüş, buluntuların özgünlük konumunu değiştirmediği gibi Göbekli Tepe'nin bu tür pratiklerden uzak olduğu anlamını vermemektedir. Göbekli Tepe'de gündelik kullanım amacına yönelik olmayan, ritüelistik amaçlara hizmet eden nesneler de bulunmuştur. Ayrıca Doğu Anadolu ve çevresinde daha önce görülmemiş bir eğilim olan kafatası kültü, Göbekli Tepe'de ortaya çıkmaktadır.

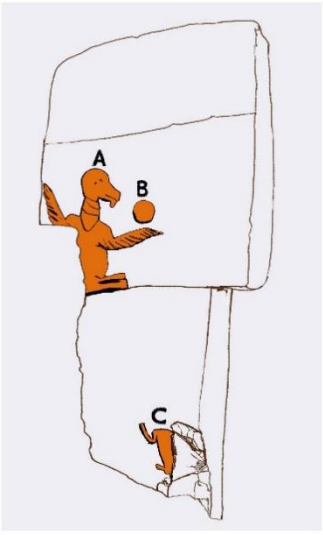


Görsel 1. *Yapay kafatası modifikasyonlarının makroskobik detayları*. Kaynak: (URL-1)

Görsel 1'de gözlemlendiği üzere çakmaktaşı aletler kullanılarak kafataslarının yüzeyine derin oluklar oyulmuştur. En iyi korunmuş kafataslarında oymaların yanında kontrollü şekilde açılmış delikler bulunmaktadır. Modifikasyonlar insan kafataslarını süslemek ve sergilemek adına gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda delinmiş kafatasının bir direğe, binanın kirişlerine veya bölgede bulunan T şeklindeki sütuna asmak için kullanıldığı iddia edilebilmektedir. (Gresky, Haelm, Clare, 2017) Luckert, avcı ve kasap oldukları için hayatları boyunca adeta anatomi öğrencileri gibi olduklarına dair bir benzetme yapmaktadır (Luckert, 2015, s. 58). Vahşi doğa içinde var olma çabası, doğum, beslenme gibi yaşamsal dinamiklere başarılı bir anatomi öğrencisi gibi yaklaşarak materyalleri şekillendirdikleri görülmektedir.

Luckert, totem imgelerinin yaşamsal nedenselliğini şu şekilde ifade etmektedir: "Totem imgelerinin taş devri ustalarının zihninde hiç yoktan doğmuş olmasına imkan olmadığı bellidir" (Luckert, 2015, s. 42). Taşın ham bir malzeme oluşu göz önüne alındığında onunla üretim sürecine giren neolitik insan, medyumun yapısal özelliklerini kendi algılama biçimiyle birleştirmektedir. En yakınındaki taş materyalini çağımızın heykeltıraşları gibi biçimlendirme çabası içinde olduğunu görmekteyiz. İnançları, yaşam biçimleri, çevre koşulları, ulaşabildikleri materyaller bu taşlar ve kemikler üzerinde hayat bulmaktadır. Çoğu zamanda şiddetin ipuçlarını bu imgeler üzerinde görebilmekteyiz.

Byung Chul Han, *Şiddetin Topolojisi* (2015) kitabında şiddetin muhtemelen ilk dinsel tecrübe olduğunu savunmaktadır: "Tarih öncesinin insanları doğanın her şeyi yok eden şiddetini ve yırtıcı hayvanların öldürücü gücünü travmatik, korkutucu ve aynı zamanda da büyüleyici bulmuş olmalıdır ki bunları tanrısal kimliklere büründürmüş ya da insanüstü bir gerçeklik düzlemine yansıtmışlardır" (Han, 2015, s. 23).



Görsel 2. (sol) *D Binası 43. Sütun*. Kaynak: (URL-2)
Görsel 3. (sağ) Kıvılcım Feyzioğlu, *Göbekli Tepe D Binası 43. Sütun*, Dijital İllüstrasyon, 2026 (Kişisel Arşiv)

İlgili bağlam çerçevesinde *43. Sütunun* (Görsel 2) üzerinde yer alan kompozisyon, avcı-toplayıcıların vahşi hayvanlar ile kurdukları ilişkiyi farklı bir zemine taşır. Kompozisyon, bölgede bulunan diğer eserler gibi çevrenin vahşi hayvanlarına dair bilgi vermektedir; Ancak Görsel 3'te gözlemlenen illüstrasyonda harflendirilmiş figürler, kafatası kültü göz önüne alındığında farklı bir bağlam kazanmaktadır. A ile işaretlenen kanatlı, kuş benzeri (akbaba veya turna türünde olabileceği düşünülmektedir) figür, kompozisyonun içindeki baskın karakter olarak karşımıza çıkmaktadır ve B ile işaretlenen daire formu kanadı ile işaret etmektedir. C ile işaretlenen, kafası kopuk bedenin bir kurbağa figürüne ait olduğu düşünülse de bunun bir insan figürü olabileceği anlayışı son dönem çalışmalarında karşımıza çıkmaktadır. Öte yandan yuvarlak form, ay veya güneş imgeleri ile bağdaştırılıyor olabilir. Aynı kompozisyonda tasvir edilen kuş ve diğer yabani hayvan formlarının, A figürünün sahip olduğu karakterizasyona sahip olmadıkları gözlemlenmektedir. Bu belirgin kuş figürünün güçlü bir anlatıma ve stilizasyona sahip olduğu görülmektedir.

Görsel 4. *Urfa Adamı* (Urfa Man), Kaynak: (URL-3)

Bununla birlikte kuş figürü, Görsel 4'te görülebilen insan figürü *Urfa Adamı*'nın boyun kısmına işlenmiş V şeklindeki benzer süslemeye sahiptir. Tanrı-kuş betimlemesi olabileceği tahmin edilen bu figür (Görsel 3 – A) adak adanan veya adak adayan güçlü figür formunda konumlandırılmıştır. Görsel 2'de betimlenen üç tane tepe formunun Göbeklitepe, Sayburç ve Karahantepe'yi temsil ettiği düşünülmektedir. Bu üç form, sembolik bir topografi olabilir; yanı sıra yüzeyin parçalanması açısından ayrı bir bölümü işaret etmektedir. 43. Sütun T dikilitaşın üç parçaya bölünerek kompozisyon oluşturulduğu görülmektedir. Yüzeyin hiyerarşik bir biçimde üçe bölünüşü inancın estetik bilincini yansıtmaktadır.

İnancın estetik bilinci ise beden bütünlüğünün bozulması, canavarca hibritler, kurban adakları ve diğer şiddetli eylemlerin oluşturduğu korku olgusu ile simbiyotik bir ilişki kurmaktadır. Kutsalın yarattığı korku, "dehşet" kavramı ile ele alınabilir. Göbekli Tepe'de korku genellikle tehlike karşısında duyulan ani panik hali yerine güçlü olanla karşılaşmanın yarattığı dehşet hali olarak okunabilir. Göbekli Tepe'nin figürlerinde korku, inancı zayıflatan değil; inancı kuran bir olgu olabilir. Topluluğu ortak duygu etrafında birleştirme işlevi bu sayede etkin bir dinamiğe dönüştürülebilir.

Arkaik inanç, şiddeti kutsallaştırarak insanı bilinmeyene itmektedir. Dışardan gelen tehditleri ya da şiddet unsurlarını korkuyla beslemektedir. Doğal gibi görünen bu süreç, dönem açısından düşünüldüğünde bilinmezden gelen tehditlerdir. Korku araçsallaşırken aynı zamanda insanın gücünün ötesinde, kozmolojik bir çerçeveye oturur. Ölüm çağrışımlı grotesk-estetik biçim, insanı merkezden düşürerek bilinmeyene karşı koruma alanı oluşturmaktadır.

Göbekli Tepe'de genel ikonografik tutarlılıktan bahsedilmesi zordur; buna rağmen buluntularda karşılaştığımız hayvanlar belirgin biçimde ham, ezici ve vahşi bir atmosfere sahiptir. Avcıların bu hayvanlar ile karşı karşıya olması ve sürekli mücadele içinde olduklarını varsaydığımızda, betimlenen figürlerin ifadeleri doğal ve içgüdüsel görünmektedir.

Görsel 5. *Özel Bina D'de Gerçek Boyutlarda bir Yaban Domuzu Heykeli*. Kaynak: (URL-4)

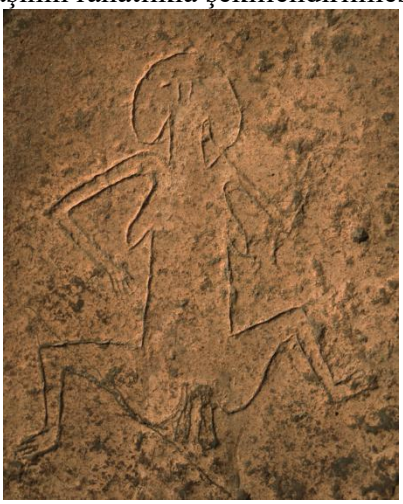
Yaban Domuzu heykeli (Görsel 5), gerçekçi bir tasvir sunarken aynı zamanda kendine özgü, vahşi, tehditkar bir ifadenin betimlemesidir. Yaban domuzları, Neolitik çağda karşılaşılan agresif hayvanlardan birisidir ve onu bu biçimde aktarmak bilinçli bir tercihtir. Ayrıca dikkat çekici biçimde, heykelin yüzeyinde kırmızı, siyah ve beyaz pigment kalıntıları bulunmuştur. Yaban domuzunun dili kırmızı renkle boyanmış, gövdesinin diğer bölümlerinde siyah ve beyaz pigment izlerine rastlanmaktadır. Sadece üç boyutlu bir biçimlendirmeyle kalınmamış, renklendirme ihtiyacı da duyulmuştur. *Yaban Domuzu* heykeli, Göbekli Tepe'deki heykel ve T biçimli dikilitaşların süslenmesinde pigmentlerin kullanıldığının kesin kanıtlarını ortaya koymaktadır (Deutschen Archäologischen Institut, 2023).

Göbekli Tepe'de hayvan betimlemeleri çoğu zaman süslemenin ötesine geçerek, güç ve gerilimi içinde barındıran figürler olarak dikkat çekmektedirler. Buna bir diğer örnek bölgede sıklıkla karşılaşılan yılan figürleridir. Yılanlar da Göbekli Tepe'nin ölüm – kafatası kültündeki ritüel ikonografi yelpazesine uymaktadır; evcilleştirilmiş veya arkadaş canlısı olarak tasvir edilmemişlerdir. Yılan figürleri içinde neredeyse agresif olmayan tek form, birbirlerine ağ biçiminde geçmiş yılan dokusu olduğu tahmin edilen *A bölümündeki 1 numaralı sütun* üzerindeki süslemede görülmektedir (Görsel 6).

Görsel 6. *A bölümündeki 1 numaralı sütun, yılanlardan veya bir koçtan oluşan ağ benzeri bir desen*. Kaynak: (URL-5)

> Göbekli Tepe, Germuş sıradağlarının en yüksek noktasında, çorak bir kireçtaşı platosu üzerinde yer almaktadır. Megalitik iş parçalarının çıkarıldığı taş ocakları bu platoda bulunmaktadır. Buna bağlı olarak taş ocaklarının yeri sebepsiz yere seçilmemiştir. Araştırma, iş parçasının sadece etrafının kazılmasının ve altının kazılmasına gerek olmadığını söylemektedir. Buradaki malzeme oldukça sert ve kristal yapıda olduğundan heykelcilik veya taş işçiliği için birinci sınıf bir ham madde halindedir. (Dietrich, 2016)

Kireçtaşı, işlemesi oldukça kolay, kuruduktan sonra sertleşen bir malzemedir; bu sebeple zanaatkâra geniş bir biçimlendirme imkanı tanımaktadır. Göbekli Tepe'deki rölyeflerin ifade biçimlerindeki sert tavır, kireçtaşının rahatlıkla şekillendirilmesiyle uygulanabilmiştir.



Görsel 7. *Kireçtaşı levha üzerine oyulmuş kadın figürü*
Kaynak: (URL-6)

Bölgedeki figürlerde erkek egemen bir bakış açısının hakim olduğu ve kadın figürüne yer verilmediği görülmüştür. Kadını öteleyen bu yaklaşım, Neolitik toplumda kadının yer almadığına veya katkısının olmadığı anlamına gelmez. Ancak Göbekli Tepe'de kadın imgesi, *Kireçtaşı levha üzerine oyulmuş kadın figürünün* (Görsel 7) haricinde henüz bulunmamıştır. Kadın figürü, diğer buluntuların aksine rölyef formunun dışında, çizgisel bir yaklaşımla betimlenmiştir. Göbekli Tepe'deki dikilitaşlarda ve heykellerde erkek genital organının yoğun şekilde kullanılması, cinsiyet eşitsizliğe ilişkin belirleyici bir fark ortaya koymaktadır.

Kadın figürü genelde arkaik imgelem olarak alımlayıcıyı "bereket tanrıçası" arketipine yönlendirmektedir. *Kireçtaşı levha üzerine oyulmuş kadın figürü* hakkında henüz kesin olarak net bir bilgiye sahip değiliz. Bedenin tasvir edilme biçimi bir doğum sahnesini çağrıştırmaktadır. Bu normal bir doğum gibi görülmemekte; iki ayağa benzer formun bedenden dışarı çıkması, bebeğin ters geldiğini düşündürmektedir. Doğumun doğal olarak acı veren şiddetli bir süreç olması, betimlemedeki ifade tarzına yansımıştır.

Göbekli Tepe'nin Neolitik avcı sanatçısı, şiddetli varoluşunun içinde nasıl yaratıcı bir sürece girmektedir? Hayatı anlamlandırmak ve gerçeğe ulaşmak için yontma bıçağı aracılığıyla ruhun derinliğine inebileceğine mi inanmaktadır?

Neolitik çağda bu formları yontan insanlar sanat adına bu eylemi gerçekleştirmese de dönemin sanatçıları olarak kabul edilebilir. Biçimleri soyutlayarak dönüştürmekte, anlamı biçime dönüştürmekte, semboller yaratmakta ve kendi dönemi açısından yaratıcı süreç içinde var olmaktadır.

> Yaratıcı olan süje, sanatçıdır. Sanatçı, nasıl olduğu bilinmeyen gizemli bir olgu içinde sanatını meydana getirir. Öte yandan yaratılan şey, yaratıcısından ve onun süjesinden bağımsız bir varlık alanı olarak ortaya çıkar. Bu yaratılan şey, sanat yapıtıdır. Sanat yapıtı, apayrı bir dünya ve düzen gösterir. Yine yaratılmış olan bu yapıt, süje için bilinç sahibi bir "ben" için yaratılmıştır. Bu bilinç sahibi "ben", estetik objeye, sanat yapıtına eğilir, onunla arasında belli bir bağ ve ilgi kurar. (Tunalı, 1984, s. 86)

Türkiye'de felsefi estetiği kuran ve kurumsallaştıran İsmail Tunalı, estetik kuramında "ontolojik çözümleme" başlığı altında açıklamasında süjenin sanat yapıtı karşısında bir hoşlanma ve haz duygusu duyduğunu da belirtir. Bu bağın ve ilginin estetik olaya katıldığını, ondan pay elde ettiğini söyler. Estetik hoşlanmada belli bir estetik değerle değerlenir; değer alanı kazanır. Göbekli Tepe'nin değer anlamı, hayatta kalma mücadelesinin yarattığı inanç ve korku estetiğinin simbiyotik ilişkisinden doğmaktadır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Göbekli Tepe, Çanak Çömleksiz Neolitik dönem araştırmalarının devam ettiği arkeolojik bir yerleşkedir. Bu bölgeye dair bilgi eksikliğimiz anakronik bakış açısıyla spekülatif olasılık alanı da yaratmaktadır. Arkeoloji, işlevsel kanıtlar ile ilgilenirken Hermeneutik okumalar hakikât deneyimini yakalamak adına gerçekliğin olasılıklarını çeşitlendirme yanlısıdır. Güncel perspektiften incelediğimiz her tarih öncesi olgu, günümüz bakış açısından şekillenmektedir. Başka bir ifadeyle, tarih öncesi araştırmalarımızı tarafsız veya bağımsız yapmamız oldukça zordur. Sanatsal açıdan baktığımızda, Göbekli Tepe'deki yontuların biçimsel ifade tarzı oldukça ilgi çekicidir. Özellikle burada inanç estetiği bağlamında incelenmeye ve araştırmaya

değer buluntularla karşılaşmaktayız. Yerleşkenin mimari açıdan kurgulanmasında da bu estetik yaklaşım görülmektedir. Dairesel yapı planları, içinde T formunda sütunlar ve üzerine dönem insanının kendini ifade ettiği insan ve hayvan formları yer almaktadır. Sanatsal estetik yorum, açık anlamlı doğasından kaynaklanan spekülatif tavırları da içinde barındırmaktadır. Çalışma bağlamında, anakronik okuma ile yapılan tartışmalar bilinçli başvurulan bir yöntemdir. Schmidt, büyük bilinmezlik sorunsalına karşın günümüzde ve gelecekte birçok farklı yorum seçeneğinin izlenip ortaya çıkarılması gerektiğini vurgulamıştır. Bu çalışmada inanç ve korku kavramları, estetik bakış açısıyla incelenmiştir; dönem şartları göz önünde tutularak güncel yorumlara gidilmiştir. Ele alınan eserlerde inanç ve korku öğesinin güçlü biçimde vurgulandığı, dolayısıyla bu öğelerin biçimlere yansıtıldığı görülmüştür. Ancak bu dolaylı biçimde gerçekleşmektedir; korku, inanç adına bir gösterge aracı olabilmektedir. Rölyef ve heykellerde tehditkar ve rahatsız edici biçimlerin sistematik tasviri görülmektedir. Parçalanmış bedenler, hibrit anatomik yapı formları yalnızca korkunun temsili değil, inancın, şiddetin semiyotik göstergesi olarak işlev görmüş olabilir. İnancın estetik tasvirleri, bilinmeyene duyulan korkuyu dindirmeyi hedeflemekte; ancak çoğu zaman onunla mistik bir bağ kurmaktadır. Göbekli Tepe'de ortaya çıkan bütün rölyef ve heykeller, Neolitik insanın yaratma sürecinin birer göstergesidir. İster korkuyla ister düşünce biçimleriyle yaratılmış olsunlar, sonuçta dönem insanının soyutlama, estetik bakış açısı ve malzemeye biçim verme gücünü ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

Arkeofili. (2019) *Göbeklitepe hakkında bilinmeyenler: Dr. Lee Clare röportajı.* https://arkeofili.com/gobeklitepe-hakkinda-bilinmeyenler-dr-lee-clare-roportaji (Erişim Tarihi: 22.01.2026)

Dietrich, O. (2016). *How did they do it? Making and moving monoliths at Göbekli Tepe.* Tepe Telegrams. https://www.dainst.blog/the-tepe-telegrams/2016/05/03/how-did-they-do-it-making-and-moving-monoliths-at-gobekli-tepe/ (Erişim tarihi: 23.01.2026)

Deutschen Archäologischen Instituts. (2023). *Life-size-statue of a wild board found in Special Building D of Göbekli Tepe.* Deutsches Archäologisches Institut. https://www.dainst.org/en/newsroom/noslug/181 (Erişim Tarihi: 23.01.2026)

Han, B., C. (2015) *Şiddetin Topolojisi*. Metis Yayınları.

Gadamer, H.G. (2004). *Truth and Method*. London: Continuum.

Gresky, J., Haelm, J., & Clare, L. (2017). *Modified human crania from Göbekli Tepe provide Evidence for a new form of Neolithic skull cult.* Science Advances, 3, e1700564 https://www.dainst.blog/the-tepe-telegrams/2017/06/28/new-publication-in-science-advances-evidence-for-skull-cult-at-gobekli-tepe/ (Erişim tarihi: 22.01.2026)

Luckert., K. W. (2015). *Göbekli Tepe* (L.T. Basmacı, Çev.). Alfa Yayınları. (Orijinal Eser yayımlanma yılı: 2013)

Schmidt., K. (2012) Önsöz. W. Luckert, *Göbekli Tepe* (s. 11). Alfa Yayınları.

Schmidt., K., (2018) *Taş Çağı Avcılarının Gizemli Kutsal Alanı: Göbekli Tepe, En Eski Tapınağı Yapanlar*, Çev.: R. Aslan, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul (Orijinal Eser yayımlanma yılı: 2007)

Tunalı, İ. (1984). *Estetik*. Cem Yayınevi. s. 86.

GÖRSEL KAYNAKÇA

Görsel 1. URL-1 Gresky, J., Haelm, J., & Clare, L. (2017). *Modified human crania from Göbekli Tepe provide Evidence for a new form of Neolithic skull cult.* [Yapay Modifikasyona Uğramış Kafatası Örnekleri]. Science Advances, 3, e1700564 https://www.dainst.blog/the-

tepe-telegrams/2017/06/28/new-publication-in-science-advances-evidence-for-skull-cult-at-gobekli-tepe/ (Erişim tarihi: 22.01.2026)
Görsel 2. URL-2 Deutschen Archäologischen Instituts. (2019). *Göbekli Tepe, Yapı D, 43. Sütun (P34): Başsız erkek figürü ve diğer kabartmalar*. [Fotoğraf]. Göbekli Tepe Arşivi. https://www.dainst.blog/the-tepe-telegrams/page/3/ (Erişim tarihi: 21.01.2026)
Görsel 3. Feyzioğlu, K. (2026) *Göbekli Tepe D Binası 43. Sütun*. [Dijital İllüstrasyon]. Kişisel Arşiv.
Görsel 4. URL-3 Wagner, I. (2016). The "Urfa Man". [Fotoğraf]. Tepe Telegram. https://www.dainst.blog/the-tepe-telegrams/2016/10/14/the-urfa-man/ (Erişim tarihi: 23.01.2026)
Görsel 5. URL-4 Kinzel, M. (2023). *Life-size statue of a wild boar found in Special Building D of Göbekli Tepe.* [Basın Bildirisinden Fotoğraf]. DAI Newsroom. https://www.dainst.org/en/newsroom/noslug/181 (Erişim tarihi: 23.01.2026)
Görsel 6. URL-5 Becker, N. (2016) *Why did it have to be snakes?* [Fotoğraf] Tepe Telegram. https://www.dainst.blog/the-tepe-telegrams/2016/04/23/ (Erişim tarihi: 23.01.2026)
Görsel 7. URL-6 Schmidt, K. (2016) *Current state of research at Göbekli Tepe – interviewed by arkeofili.com*. [Fotoğraf] https://www.dainst.blog/the-tepe-telegrams/tag/interpretation/ (Erişim tarihi: 23.01.2026)

MİKROALG KÖKENLİ ASTAKSANTİN PİGMENTİNİN T2DM İLE İLİŞKİLİ İNSÜLİN, GLUKAGON VE GLP-1 RESEPTÖRLERİ İLE BAĞLANMA–ETKİLEŞİM PROFİLİNİN VE FARMAKOKİNETİK UYGUNLUĞUNUN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Nil SAZLI
Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Manisa, Turkey
ORCID: 0009-0006-6740-1169
Deniz KARATAŞ
Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Manisa, Turkey
ORCID: 0000-0002-8176-4883

ÖZET

Süper antioksidan olarak bilinen astaksantin pigmenti mikroalgler tarafından sentezlenen güçlü bir ksantofil karotenoiddir. Bu doğal pigmentin son yıllarda insülin duyarlılığı ve glukoz metabolizması üzerindeki antidiyabetik etkileri ön plana çıksa da Tip 2 Diyabet mellitus (T2DM) patofizyolojisinin temelinde rol oynayan insülin, glukagon ve Glucagon-Like Peptide-1 (GLP-1) hormonları üzerindeki çoklu etkisi yeterince araştırılmamıştır. T2DM hastalığın.ın heterojen biyolojisi göz önünde bulundurulduğunda üç hormona ait reseptör eksenlerinin eş zamanlı olarak değerlendirilmesi T2DM tedavisine yönelik kalıcı alternatif stratejilerin keşfedilmesinde oldukça önemlidir.

Çalışmamız kapsamında mikroalglerden üretilen astaksantin pigmentinin farklı görevlere sahip olan insülin, glukagon ve GLP-1 hormonlarına ait reseptörler üzerindeki bağlanma etkileşimleri *in silico* ortamda yürütülen moleküler docking analizleri ile ilk kez karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Söz konusu reseptörler üzerinde astaksantinin etkinliğini değerlendirmek adına yapıları ko-kristalize ligandlar (İnsülin için GS3; glukagon için MOF; GLP-1 için 10M) ve klinikte yaygın olarak kullanılan sentetik inhibitör ve agonist ilaçlar analizde referans olarak kullanılmıştır Ek olarak astaksantinin ilaç adayı olarak farmakokinetik uygunluğu Absorption – Distribution – Metabolism – Excretion – Toxicity (ADMET) analizleri ile incelenmiştir. Moleküler docking analizlerinin sonucunda astaksantin ligandının insülin reseptörü ile -8.7 kcal/mol, glukogon hormonu ile ilişkili reseptör ile -7.9 kcal/mol ve GLP-1 reseptörü ile -8.1 kcal/mol bağlanma enerjisi göstererek referans moleküller ile eş değer bir kararlı etkileşim profiline sahip olduğu bulunmuştur. ADMET analizleri ise söz konusu doğal pigmentin uygun farmakokinetik özellikte, oral biyoyararlanım bakımından avantajlı ve düşük toksisite riski ile ilaç adayı olma potansiyelinin olduğu ortaya koyulmuştur. Çalışmamızda elde edilen bulgular T2DM patofizyolojisinin temeli olan insülin, glukagon ve GLP-1 hormon-reseptör üzerinde astaksantinin etkide doğal bir potansiyel aday molekülü olabileceğini ortaya koyarak *in vitro* tabanlı çalışmalara temel olmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Astaksantin, insülin, glukagon, GLP-1, T2DM, moleküler docking, antidiyabetik

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BINDING INTERACTIONS AND PHARMACOKINETIC SUITABILITY OF MICROALGAL ASTAXANTHIN PIGMENT WITH INSULIN, GLUCAGON, AND GLP-1 RECEPTORS ASSOCIATED WITH T2DM

ABSTRACT

Astaxanthin, a pigment widely recognized as a super antioxidant, is a potent xanthophyll carotenoid synthesized by microalgae. Although its antidiabetic effects on insulin sensitivity and glucose metabolism have gained increasing attention in recent years, its combined effects on insulin, glucagon, and glucagon-like peptide-1 (GLP-1)—hormones that play a fundamental role in the pathophysiology of Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM)—have not yet been sufficiently investigated. Given the heterogeneous biological nature of T2DM, the simultaneous evaluation of the receptor axes associated with these three hormones is essential for the identification of sustainable alternative therapeutic strategies for T2DM.

In this study, the binding interactions of the astaxanthin pigment produced from microalgae with insulin, glucagon, and GLP-1 hormone receptors exhibiting distinct physiological functions were comparatively investigated for the first time through *in silico* molecular docking analyses. To assess the effectiveness of astaxanthin on these receptors, co-crystallized ligands (GS3 for insulin; MOF for glucagon; 10M for GLP-1) as well as commonly used synthetic inhibitor and agonist drugs were employed as reference compounds in the analysis. Furthermore, the pharmacokinetic suitability of astaxanthin as a potential drug candidate was evaluated using Absorption–Distribution–Metabolism–Excretion–Toxicity (ADMET) analyses. Molecular docking analyses revealed that the astaxanthin ligand exhibits a binding energy of −8.7 kcal/mol with the insulin receptor, −7.9 kcal/mol with the glucagon hormone-associated receptor, and −8.1 kcal/mol with the GLP-1 receptor, demonstrating a stable interaction profile equivalent to the reference molecules. ADMET analyses showed that this natural pigment has the potential to be a drug candidate with suitable pharmacokinetic properties, advantageous oral bioavailability, and a low toxicity risk. The findings of this study aim to provide a basis for laboratory-based studies by suggesting that astaxanthin could be a potential natural candidate molecule acting on insulin, glucagon, and GLP-1 hormone receptors, which form the basis of T2DM pathophysiology.

Keywords: Astaxanthin, insulin, glucagon, GLP-1, T2DM, molecular docking, antidiabetic

1. INTRODUCTION

Type 2 diabetes mellitus represents a widespread chronic metabolic disease arising from impairments in endocrine regulatory processes responsible for controlling glucose homeostasis, insulin sensitivity, and insulin secretion (Taheri, Mokhtari, Yousefi, & Bashash, 2024). Contrary to common belief, type 2 diabetes mellitus is not solely associated with blood glucose levels and cannot be considered a biologically homogeneous disease. The pathophysiology of T2DM involves a multifactorial and heterogeneous process that arises from imbalances in key hormonal signaling networks, including insulin, glucagon, and glucagon-like peptide-1 (GLP-1) (Alfaris et al., 2024; Anastasiou, Argyrakopoulou, Dalamaga, & Kokkinos, 2025). Insulin, a hormone with a fundamental role in type 2 diabetes mellitus, functions as an anabolic regulator in peripheral tissues by suppressing hepatic glucose production while simultaneously enhancing glucose uptake (Accili, Deng, & Liu, 2025). Another key hormone, glucagon, elevates blood glucose levels by stimulating gluconeogenesis and glycogenolysis during fasting states when circulating glucose levels are low (Kitamura & Metabolism, 2024). In contrast to insulin and glucagon, glucagon-like peptide-1 (GLP-1), which is secreted from intestinal L-cells,

suppresses glucagon release while enhancing insulin secretion, thereby functioning as a critical modulator of postprandial glycemic control (Alfaris et al., 2024; Palani et al., 2022). The coordinated actions of these three key hormones underlying type 2 diabetes mellitus ensure that blood glucose levels are maintained within a physiological range. Disruption of this finely regulated balance, driven by excessive glucagon secretion, impaired insulin signaling, and a reduced incretin effect, leads to the progressive decline of pancreatic β-cell function and the development of persistent hyperglycemia (Palani et al., 2022). This evidence suggests that targeting a single hormone–receptor axis alone is unlikely to provide a durable therapeutic solution for type 2 diabetes mellitus, given its heterogeneous pathophysiology. Accordingly, current pharmacological strategies for T2DM management predominantly focus on individual hormone–receptor pathways, including the enhancement of insulin secretion, attenuation of glucagon action, or activation of incretin signaling (Sri Prakash, Kamalnath, Antonisamy, Marimuthu, & Malayandi, 2023). Evidence from the literature and the clinical use of widely prescribed antidiabetic agents indicates that, although these therapies provide short-term glycemic control, they fail to achieve a permanent therapeutic outcome. Moreover, the long-term adverse effects associated with current treatments underscore the need to explore novel agents capable of simultaneously targeting multiple biological pathways involved in the pathogenesis of this disease (Singh et al., 2021; Sri Prakash et al., 2023). In this context, astaxanthin, a microalgae-derived compound widely recognized in the literature as a potent antioxidant, exhibits a high degree of interaction with cellular membranes owing to its distinctive chemical structure (Ibrahim et al., 2023; Saini et al., 2022). In addition, astaxanthin has been reported to exert modulatory effects on glucose metabolism and insulin sensitivity through mechanisms such as scavenging free radicals and mitigating oxidative stress (Li, Ma, Chen, Jeong, & Xu, 2020). Nevertheless, despite these reported physiological and biochemical effects, this naturally occurring microalgae-derived pigment has not yet been systematically evaluated at the molecular level across the insulin, glucagon, and GLP-1 hormone–receptor axis underlying type 2 diabetes mellitus, representing a significant gap in the current literature. In this context, in silico molecular modeling–based approaches provide a rational framework for evaluating astaxanthin's interactions with functionally distinct hormones at the molecular level (Ibrahim et al., 2023; Zheng et al., 2013). The present study aims to investigate the binding interactions of naturally occurring, microalgae-derived astaxanthin with the receptor structures of insulin, glucagon, and GLP-1 hormones, which play critical roles in the pathophysiology of type 2 diabetes mellitus, in comparison with reference compounds. Furthermore, by assessing the pharmacokinetic suitability of this bioactive natural pigment through ADMET analyses, this study seeks to elucidate its potential as a natural antidiabetic agent using an in silico approach. Overall, the findings provide molecular-level predictions regarding the antidiabetic effects of astaxanthin across this multi-hormone–receptor axis, thereby offering a framework to support future comprehensive in vitro and in vivo investigations of this compound.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1.Protein Structure Preparation

The crystallographic structures of insulin (PDB ID: 3EKN), glucagon hormone–related glucocorticoid receptor (PDB ID: 4P6W), and the GLP-1 receptor (PDB ID: 3IOL) were retrieved from the RCSB Protein Data Bank with resolutions of 2.20 Å, 1.95 Å, and 2.10 Å, respectively. Prior to molecular docking analyses, the raw structures were preprocessed by removing crystallographic water molecules, heteroatoms, co-crystallized ligands, and non-essential amino acid residues using the UCSF Chimera (v1.17.3) (Pettersen et al., 2004).

Subsequently, polar hydrogen atoms were added to the prepared receptor structures, and the protonation states of amino acid residues were adjusted according to physiologically relevant pH conditions. Using the UCSF Chimera (v1.17.3), energy minimization was then performed to eliminate steric clashes and to ensure the geometric stability of the T2DM-associated receptor structures. As a result, all receptor models were considered biologically reliable for subsequent molecular docking analyses aimed at obtaining binding energy profiles (Butt, Badshah, Shabbir, & Rafiq, 2020).

2.2.Definition of Active Site Grid Parameters Associated with Type 2 Diabetes Mellitus (T2DM)

Functional amino acid residues located within the active sites of insulin, glucagon, and GLP-1 receptors were identified using the Protein Data Bank Summary (PDBsum) database. The PDBsum web server, which provides detailed, experimentally derived information on co-crystallized ligand–receptor complexes—including critical binding-site residues and intermolecular interaction patterns—facilitated the accurate targeting of biologically relevant regions in subsequent molecular docking analyses (Gangadhara, Gawli, Abraham, & Discovery, 2024). Amino acid–based information for these regions was used as a reference to define the binding site boundaries employed in molecular docking through the AutoGridFR (AGFR) module of the AutoDock package (Ravindranath, Forli, Goodsell, Olson, & Sanner, 2015). From this perspective, the grid box center and size parameters were determined empirically to encompass the receptor binding pockets, thereby ensuring the most favorable conformational sampling for the ligands. The grid box coordinates and the corresponding amino acid residues for each receptor are summarized in Table 1.

Table 1. Grid box parameters used in molecular docking analyses of the receptors: center coordinates and functionally relevant amino acid residues

Receptor	PDB ID	Grid Center (X, Y, Z)	Key Functional Residues (PDBsum)
Insulin Receptor (INSR)	3EKN	19.02, 27.93, 18.47	Glu1077(A), Met1079(A)
Glucagon Receptor (GCGR)	4P6W	30.92, −49.79, −40.06	Asn564(A), Gln570(A)
GLP-1 Receptor (GLP-1R)	3IOL	2.07, −22.17, 7.21	His99(A), Tyr101(A), Asp122(A), Glu125(A)

2.3.Ligand Library Construction and Geometric Optimization

In this study, the natural microalgal pigment astaxanthin (CID: 5281224), whose interactions with T2DM-associated receptors were investigated, along with the reference ligands GS3 (CID: 25113170), MOF (CID: 441336), and 10M (CID: 10345813), were retrieved from the PubChem database in SDF format (GlÃ¼ge, McNeill, & Scheringer, 2023). All ligands were subjected to structural refinement using the UCSF Chimera program (v1.17.3). Partial atomic charges were assigned using the Gasteiger method to simulate realistic electrostatic environments, followed by geometric optimization employing the Merck Molecular Force Field 94 (MMFF94). Finally, all optimized ligand structures were converted into MOL2 format for subsequent molecular docking analyses (Butt et al., 2020) (Butt et al., 2020).

2.4.Molecular Docking Analysis

In this study, molecular docking analyses between insulin, glucagon, and GLP-1 receptors and reference ligands, primarily astaxanthin, were carried out using the AutoDock Vina engine integrated into the UCSF Chimera (v1.17.3) software, based on data obtained from all methodological stages (Butt et al., 2020; Pettersen et al., 2004). As a result, a total of 12 independent docking analyses were performed, yielding 12 receptor–ligand complexes. The binding energies of the resulting complexes were calculated in kcal/mol, and the complexes exhibiting the lowest binding energies and the highest binding affinities were identified. Subsequently, the binding interaction maps of the selected receptor–ligand complexes were visualized in two dimensions (2D) using BIOVIA Discovery Studio 2021 software (Morris & Corte, 2021).

2.5.In silico ADMET and Drug-Likeness Assessment

Within the scope of this study, following the determination of astaxanthin's binding profile, ADMET analyses were conducted using the SwissADME platform to evaluate its safety, pharmacokinetic suitability, and potential as a drug candidate (Daina, Michielin, & Zoete, 2017). The drug-likeness potential of astaxanthin was assessed using Pfizer-, GSK-, and Lipinski-based criteria. In addition, medicinal chemistry suitability was evaluated through PAINS and BRENK structural alert analyses (Olmedo, Durant-Archibold, Lopez-Perez, & Medina-Franco, 2024). In addition, astaxanthin's blood–brain barrier permeability, absorption profile, cytochrome P450 enzyme interactions, hERG inhibition, AMES mutagenicity, and acute oral toxicity (LD_{50}) were evaluated and compared with those of reference co-crystallized ligands (Daina et al., 2017; Lipinski, Lombardo, Dominy, & Feeney, 2001). Collectively, these analyses provide a comprehensive assessment of astaxanthin's potential as a natural therapeutic candidate targeting insulin, glucagon, and GLP-1 receptors associated with type 2 diabetes mellitus.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1.Comparative Molecular Docking Analysis and Literature-Supported Interpretation

Table 2 presents the binding energy scores obtained from molecular docking analyses of the microalgae-derived pigment astaxanthin against insulin, glucagon, and GLP-1 receptors. In addition, the docking scores of experimentally validated co-crystallized ligands for these receptors are provided, enabling a physiologically relevant comparison. Notably, astaxanthin exhibits a binding energy of −8.7 kcal/mol toward the insulin receptor (PDB ID: 3EKN), which is comparable to that of the co-crystallized ligand, showing a binding energy of −8.9 kcal/mol. This close similarity in binding scores suggests that astaxanthin may possess biologically relevant activity at the insulin receptor, comparable to that of the reference ligand GS3 (Morris & Corte, 2021). Examination of the 2D binding interaction profile of the insulin–astaxanthin complex (Fig. 1A) reveals that the natural ligand engages hydrophobic and stabilizing interactions with PRO(A:1231) and PHE(A:1221), while π-alkyl and alkyl interactions are formed with TRP(A:1200), TYR(A:1210), and LEU(A:1228) residues.

A review of the literature indicates that studies focused on antidiabetic screening consistently report interactions of both reference antidiabetic agents and natural compounds with comparable functional residues (Gowd et al., 2021). Moreover, these findings demonstrate that the investigated natural compounds do not primarily exert inhibitory

effects but rather show potential to enhance insulin sensitivity (Gowd et al., 2021; Sri Prakash et al., 2023). Collectively, evidence from the literature and the results of the present study suggest that such compounds may exert a modulatory influence on insulin receptor conformations, thereby alleviating disruptions in PI3K/AKT signaling associated with insulin resistance (Sun, Ji, Tahir, Kang, & Obesity, 2020; Taheri et al., 2024).

When the results related to the glucagon receptor are examined, astaxanthin exhibits a markedly stronger binding affinity than the co-crystallized ligand MOF, with a binding energy of −7.9 kcal/mol. Excessive glucagon production is known to promote post-absorptive hyperglycemia through the activation of hepatic gluconeogenesis (Kitamura & Metabolism, 2024). For this reason, the natural pigment astaxanthin, which possesses potent antioxidant properties, exhibits a favorable binding energy toward the glucagon receptor and therefore demonstrates the potential to modulate glucagon-mediated glucose release without fully inhibiting receptor function (Morris & Corte, 2021; Palani et al., 2022). Examination of the glucagon–astaxanthin complexes (Fig. 1B) indicates the formation of conventional hydrogen bonds and C–H interactions with the ARG(A:61) residue. Notably, π–alkyl interactions involving the TRP(A:10) residue contribute to the stabilization of the ligand within the binding pocket (Ali et al., 2025; Morris & Corte, 2021).

The most notable observation derived from the binding energy analyses was that the GLP-1–astaxanthin complex exhibited a binding energy of −8.1 kcal/mol, whereas the interaction between the GLP-1 receptor and its co-crystallized ligand showed a substantially lower binding energy of −5.5 kcal/mol. This finding indicates that astaxanthin displays a strong binding profile that markedly exceeds that of the reference 10M ligand. At the molecular level, this binding behavior is consistent with the known physiological functions of GLP-1, including enhancement of insulin secretion, improvement of pancreatic β-cell function, and suppression of glucagon release, suggesting that astaxanthin may represent a promising alternative therapeutic candidate with GLP-1 mimetic potential (Morris & Corte, 2021; X. Wang et al., 2024). Examination of the binding interactions between GLP-1 and astaxanthin (Fig. 1C) indicates that astaxanthin contributes to the stabilization of the receptor binding pocket primarily through interactions with amino acid residues possessing aromatic and hydrophobic characteristics (Kistkins et al., 2024; Qu, Dong, Luo, Si, & Wang, 2024). Astaxanthin was found to be positioned within the receptor binding pocket through π–alkyl interactions formed between the central polyene chain region of the molecule and the TYR(A:610) and ALA(A:611) residues, as well as alkyl interactions involving the VAL(A:549) and ALA(A:612) residues located near the ionone ring regions (Ding et al., 2023; Nishida et al., 2023). In addition, weak hydrogen bonding between functional groups of astaxanthin and amino acid residues such as SER further supports the strong binding profile observed for the glucagon–astaxanthin complex (Ding et al., 2023).

3.2.Mechanistic and Molecular Basis of the Multi-Target Profile of Astaxanthin

Astaxanthin, a microalgae-derived pigment, is widely recognized in the literature as a potent antioxidant owing to its distinctive chemical structure (Kumar, Kumar, Diksha, Kumari, & Panwar, 2022). Notably, its binding profile toward insulin, glucagon, and GLP-1 receptors associated with type 2 diabetes mellitus is largely attributed to its amphipathic architecture, which consists of a central extended polyene chain and terminal ionone rings bearing keto (=O) and hydroxyl (–OH) functional groups that impart polarity to the molecule (Mutale-Joan, El Arroussi, & Nutrition, 2025; Nishida et al., 2023). This structural configuration enables astaxanthin to access the binding pockets of these receptors and to establish a

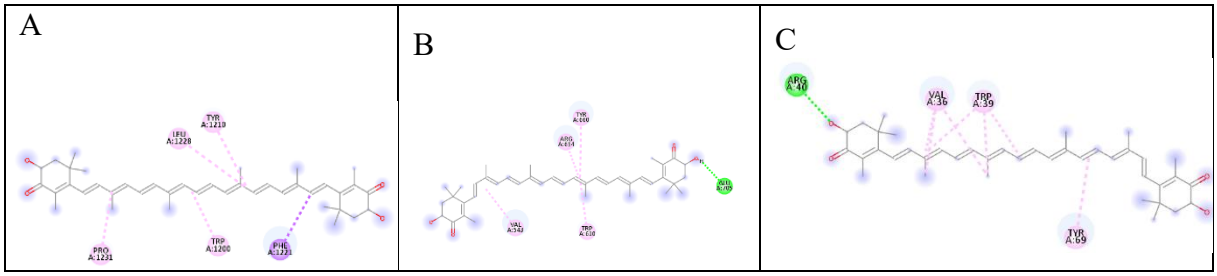
distinctive interaction network, in which the terminal ionone rings contribute to hydrogen bonding and hydrophobic stabilization at functionally relevant amino acid residues (Shibata et al., 2001). In a study by Rahman et al., receptor–ligand complexes exhibiting similar structure–activity relationships were reported to demonstrate significantly improved binding performance compared with reference ligands, particularly when associated with naturally occurring compounds possessing combined hydrophobic and polar characteristics (Rahman et al., 2022).

Astaxanthin, owing to its distinctive chemical structure, exhibits high conformational adaptability to diverse receptor topologies through its molecular flexibility and therefore represents a rational strategy for coordinated receptor modulation in type 2 diabetes mellitus, a condition characterized by the simultaneous dysregulation of glucagon activity, insulin signaling, and incretin pathways (Gowd et al., 2021; Kumar et al., 2022). Specifically, the steric compatibility conferred by the functional groups located on the terminal rings of this naturally occurring microalgal astaxanthin molecule highlights its potential to function as a modulator in the activation of the T2DM-related multi–hormone–receptor axis from a physiological perspective (Shibata et al., 2001). Literature studies, particularly those employing in silico molecular modeling approaches, emphasize that multi-target interaction models hold the potential to develop into systematic metabolic therapeutic and pharmacokinetic alternatives to conventional inhibitor strategies that focus on a single target (Alfaris et al., 2024; Ryszkiewicz, Malinowska, & Schlicker, 2023).

When the binding profiles of insulin, glucagon, and GLP-1 receptors associated with type 2 diabetes mellitus and their co-crystallized ligands were examined (Fig. 1D–1F), conventional hydrogen bonds and hydrophobic interactions were observed. These interactions confirm that the co-crystallized ligands are both biologically and structurally valid within the binding pockets defined in the literature (Kaur & Khatik, 2021; Najmi et al., 2023).

Table 2. Binding energies (kcal/mol) of astaxanthin and co-crystallized ligands toward T2DM-associated receptors

Receptor	Astaxanthin (kcal/mol)	Co-crystal (kcal/mol)
Insulin (PDB ID: 3EKN)	−8.7	−8.9 (GS3)
Glucagon (PDB ID: 4P6W)	−7.9	−6.7 (MOF)
GLP-1 (PDB ID: 3IOL)	−8.1	−5.5 (10M)



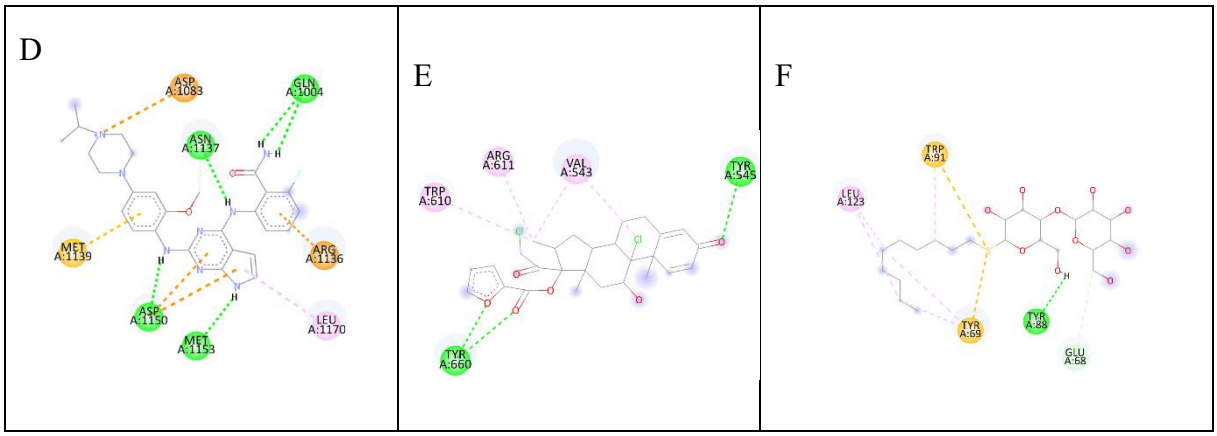


Fig. 1. Two-dimensional ligand–receptor interaction maps illustrating the molecular interactions between T2DM-associated hormone receptors and astaxanthin were visualized using the BIOVIA Discovery Studio 2021 Client. Panel (A) depicts the optimal binding conformation of astaxanthin obtained from molecular docking with the insulin receptor (PDB ID: 3EKN); Panel (B) shows the optimal binding conformation of astaxanthin docked to the glucagon receptor model (PDB ID: 4P6W); and Panel (C) presents the optimal binding conformation of astaxanthin with the GLP-1 receptor (PDB ID: 3IOL). Panel (D) illustrates the experimentally determined binding conformation of the insulin receptor–co-crystallized ligand GS3 complex. Panel (E) represents the experimental binding conformation of the glucagon receptor model–co-crystallized ligand MOF complex, while Panel (F) shows the experimental binding conformation of the GLP-1 receptor–co-crystallized ligand 10M complex. In the two-dimensional interaction maps, alkyl interactions are indicated by purple solid lines, π–alkyl interactions by pink dashed lines, π–sigma interactions by dark purple solid lines, conventional hydrogen bonds by green solid lines, carbon–hydrogen bonds by light green solid lines, and van der Waals interactions by pale green solid lines.

3.3.ADMET-Based Pharmacokinetic Assessment

In this study, the pharmacokinetic suitability of the microalgae-derived pigment astaxanthin was evaluated in comparison with the co-crystallized ligands of insulin, glucagon, and GLP-1 receptors. Table 3 summarizes key pharmacokinetic parameters of both the reference co-crystallized ligands and astaxanthin, including solubility, permeability, intestinal absorption, and drug–drug interaction potential. The LogS value of astaxanthin was calculated to be approximately −5.9, indicating moderate aqueous solubility (Khedraoui et al., 2024). Furthermore, astaxanthin was found to exhibit moderate human intestinal absorption (HIA) along with positive Caco-2 permeability (Shikov, Flisyuk, Obluchinskaya, & Pozharitskaya, 2020). Given that literature reports indicate limited oral bioavailability for several antidiabetic agents, astaxanthin can be considered to exhibit a favorable pharmacokinetic profile as a natural compound ("A Comparative Analysis of Bioavailability and Stability of Anti-Diabetic Drugs in Conventional vs. Nanoparticle-Based Formulations – A Review," 2025; W. Wang et al., 2025). Moreover, the predicted permeability characteristics suggest an appropriate balance between intestinal transport efficiency and lipophilicity (Ghosh, Sawada, Takahama, Nishida, & Honda, 2025).

Examination of the distribution profiles of astaxanthin (Table 3) indicates that this compound possesses the ability to cross the blood–brain barrier. Although such permeability is generally considered more advantageous in oncological settings with metastatic potential than in metabolic disorders such as type 2 diabetes mellitus, it may also hold therapeutic relevance in the context of T2DM (Fu et al., 2024). Consistent with this observation, previous studies have reported that certain peptide-based or highly polar ligands targeting glucagon or GLP-1 signaling pathways also exhibit blood–brain barrier permeability (Rhea et al., 2024). Evaluation of the metabolic safety profile indicates that the astaxanthin pigment is not a substrate of P-glycoprotein (P-gp), suggesting a low potential for active efflux (Khayyal et al., 2024). In addition, the absence of inhibitory activity against major CYP450 isoforms is a notable finding, as it implies a reduced risk of drug–drug interactions (Zheng et al., 2013). This pharmacokinetic and safety profile suggests that astaxanthin may represent a suitable drug candidate compared with other antidiabetic agents that carry a higher risk of toxicity due to drug–drug interactions in multidrug therapy regimens (Saini et al., 2022). Overall, evaluation of the ADMET findings indicates that astaxanthin exhibits a highly favorable and safe metabolic profile in terms of pharmacokinetics when assessed against insulin, glucagon, and GLP-1 receptors. Despite its relatively complex chemical architecture, the acceptable ADMET characteristics of this natural ligand, particularly in comparison with co-crystallized reference ligands, support its potential as a drug candidate not only in an inhibitory capacity but also as a multi-target modulator capable of influencing the pathophysiology of type 2 diabetes mellitus through distinct mechanistic roles.

Table 3. Comparative ADMET profiles of astaxanthin and co-crystallized ligands targeting insulin, glucagon, and GLP-1 receptors.

Ligand	Target	Log S (ESOL)	GI absorption	BBB permeation	Caco-2 permeability	P-gp substrate	CYP 1A2 inhibitor	CYP2C19 inhibitor	CYP 2C9 inhibitor	CYP 2D6 inhibitor	CYP 3A4 inhibitor
Astaxanthin	INSR / GCGR / GLP-1R	−5.93	Moderate	Yes	Yes	No	No	No	No	No	No
GS3 (co-crystal)	**INSR (3EKN)**	−5.87	High	No	Not predicted	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
MOF (co-crystal)	**GCGR (4P6W)**	−5.29	High	No	Not predicted	Yes	No	No	No	No	Yes
10M (co-crystal)	**GLP-1R (3IOL)**	**−2.62**	**Low**	**No**	**Not predicted**	**Yes**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**

CONCLUSION

In this study, the binding–interaction profile and pharmacokinetic suitability of the microalgae-derived pigment astaxanthin were systematically evaluated for the first time in

a comparative manner across the insulin, glucagon, and GLP-1 hormone–receptor axes, which play fundamental roles in the pathophysiology of type 2 diabetes mellitus, using in silico molecular docking and ADMET analyses. The results indicate that this natural pigment exhibits binding–interaction profiles that are comparable to, or in some cases equivalent to, those of reference co-crystallized ligands across three hormones with distinct functional roles in T2DM. Collectively, these findings demonstrate that astaxanthin displays a stable, adaptive, and multi-target interaction profile. Additionally, ADMET-based analyses show that astaxanthin possesses favorable pharmacokinetic properties and advantageous oral bioavailability. This supports the potential of this natural molecule as a drug candidate with modulatory effects on the multiple hormone-receptor axis. Our study demonstrates that addressing the heterogeneous pathophysiology of T2DM solely through a single target will not provide a lasting cure, and that focusing on the multiple hormone-receptor axis, rather than classical approaches, provides an important rational starting point for new generation therapeutic strategies such as astaxanthin.

Acknowledgements

This work was supported by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) under project number 124Z725.

REFERENCES

Accili, D., Deng, Z., & Liu, Q. J. N. R. E. (2025). Insulin resistance in type 2 diabetes mellitus. 1-14.

Alfaris, N., Waldrop, S., Johnson, V., Boaventura, B., Kendrick, K., & Stanford, F. C. (2024). GLP-1 single, dual, and triple receptor agonists for treating type 2 diabetes and obesity: a narrative review. *EClinicalMedicine, 75*, 102782. doi:10.1016/j.eclinm.2024.102782

Ali, Z., Rafique, H., Tahir, R. A., Saeed, T., Rasheed, M. A., Khan, I., . . . Cui, F. (2025). Clinical and computational exploration of red date fruit vinegar: synergistic effects on cardiovascular and type 2 diabetes pathways. *Front Nutr, 12*, 1557733. doi:10.3389/fnut.2025.1557733

Anastasiou, I., Argyrakopoulou, G., Dalamaga, M., & Kokkinos, A. (2025). Dual and Triple Gut Peptide Agonists on the Horizon for the Treatment of Type 2 Diabetes and Obesity. An Overview of Preclinical and Clinical Data. *Curr Obes Rep, 14*(1), 34. doi:10.1007/s13679-025-00623-1

Butt, S. S., Badshah, Y., Shabbir, M., & Rafiq, M. (2020). Molecular Docking Using Chimera and Autodock Vina Software for Nonbioinformaticians. *JMIR Bioinform Biotechnol, 1*(1), e14232. doi:10.2196/14232

A Comparative Analysis of Bioavailability and Stability of Anti-Diabetic Drugs in Conventional vs. Nanoparticle-Based Formulations – A Review. (2025). *Journal of Angiotherapy, 9*(1), 1-8. doi:10.25163/biomedical.9110248

Daina, A., Michielin, O., & Zoete, V. (2017). SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. *Sci Rep, 7*, 42717. doi:10.1038/srep42717

Ding, Z., Wei, Y., Peng, J., Wang, S., Chen, G., & Sun, J. J. B. (2023). The potential role of C-reactive protein in metabolic-dysfunction-associated fatty liver disease and aging. *11*(10), 2711.

Fu, L., Shi, S., Yi, J., Wang, N., He, Y., Wu, Z., . . . Cao, D. (2024). ADMETlab 3.0: an updated comprehensive online ADMET prediction platform enhanced with broader coverage, improved performance, API functionality and decision support. *Nucleic Acids Res, 52*(W1), W422-W431. doi:10.1093/nar/gkae236

Gangadhara, V., Gawli, K., Abraham, A. J. L. i. D. D., & Discovery. (2024). Structural Insights into Mouse Î²3-adrenergic Receptor: A Promising Target for Obesity and Diabetes Therapeutics. *21*(16), 3604-3621.

Ghosh, A., Sawada, Y., Takahama, K., Nishida, Y., & Honda, M. (2025). Absorption characteristics and in vivo behavior of astaxanthin isomers: insights from the administration of highly purified (all-E)-, (9Z)-, and (13Z)-astaxanthin in male mice. *RSC Adv, 15*(51), 43605-43619. doi:10.1039/d5ra06060e

GlÃ¼ge, J., McNeill, K., & Scheringer, M. J. E. S. A. (2023). Getting the SMILES right: identifying inconsistent chemical identities in the ECHA database, PubChem and the CompTox Chemicals Dashboard. *2*(4), 612-621.

Gowd, V., Xiao, J., Wang, M., Chen, F., Cheng, K. W. J. M. N., & Research, F. (2021). Multiâ€ • Mechanistic Antidiabetic Potential of Astaxanthin: An Update on Preclinical and Clinical Evidence. *65*(24), 2100252.

Ibrahim, T., Feisal, N. A. S., Kamaludin, N. H., Cheah, W. Y., How, V., Bhatnagar, A., . . . Show, P. L. (2023). Biological active metabolites from microalgae for healthcare and pharmaceutical industries: A comprehensive review. *Bioresour Technol, 372*, 128661. doi:10.1016/j.biortech.2023.128661

Kaur, P., & Khatik, G. (2021). An Overview of Computer-aided Drug Design Tools and Recent Applications in Designing of Anti-diabetic Agents. *Curr Drug Targets, 22*(10), 1158-1182. doi:10.2174/1389450121666201119141525
Khayyal, M. T., Teaima, M. H., Marzouk, H. M., Hazek, R. M. E., Behnam, F., & Behnam, D. (2024). Comparative Pharmacokinetic Study of Standard Astaxanthin and its Micellar Formulation in Healthy Male Volunteers. *Eur J Drug Metab Pharmacokinet, 49*(4), 467-475. doi:10.1007/s13318-024-00898-0
Khedraoui, M., Abchir, O., Nour, H., Yamari, I., Errougui, A., Samadi, A., & Chtita, S. (2024). An In Silico Study Based on QSAR and Molecular Docking and Molecular Dynamics Simulation for the Discovery of Novel Potent Inhibitor against AChE. *Pharmaceuticals (Basel), 17*(7). doi:10.3390/ph17070830
Kistkins, S., Moser, O., Ankudovics, V., Bliznuks, D., Mihailovs, T., Lobanovs, S., . . . Pirags, V. (2024). From classical dualistic antagonism to hormone synergy: potential of overlapping action of glucagon, insulin and GLP-1 for the treatment of diabesity. *Endocr Connect, 13*(5). doi:10.1530/EC-23-0529
Kitamura, T. J. E., & Metabolism. (2024). Glucagon: Physiological and pharmacological functions and pathophysiological significance in type 2 diabetes. *39*(1), 33-39.
Kumar, S., Kumar, R., Diksha, Kumari, A., & Panwar, A. J. J. o. B. M. (2022). Astaxanthin: A super antioxidant from microalgae and its therapeutic potential. *62*(9), 1064-1082.
Li, C., Ma, B., Chen, J., Jeong, Y., & Xu, X. (2020). Astaxanthin Inhibits p70 S6 Kinase 1 Activity to Sensitize Insulin Signaling. *Mar Drugs, 18*(10). doi:10.3390/md18100495
Lipinski, C. A., Lombardo, F., Dominy, B. W., & Feeney, P. J. (2001). Experimental and computational approaches to estimate solubility and permeability in drug discovery and development settings. *Adv Drug Deliv Rev, 46*(1-3), 3-26. doi:10.1016/s0169-409x(00)00129-0
Morris, C. J., & Corte, D. D. (2021). Using molecular docking and molecular dynamics to investigate protein-ligand interactions. *Modern Physics Letters B, 35*(08). doi:10.1142/s0217984921300027
Mutale-Joan, C., El Arroussi, H. J. C. R. i. F. S., & Nutrition. (2025). Biotechnological strategies overcoming limitations to H. pluvialis-derived astaxanthin production and Moroccoâ€™s potential. *65*(8), 1404-1419.
Najmi, A., Alam, M. S., Thangavel, N., Taha, M. M. E., Meraya, A. M., Albratty, M., . . . Azam, F. (2023). Synthesis, molecular docking, and in vivo antidiabetic evaluation of new benzylidene-2,4-thiazolidinediones as partial PPAR-gamma agonists. *Sci Rep, 13*(1), 19869. doi:10.1038/s41598-023-47157-x
Nishida, Y., Berg, P. C., Shakersain, B., Hecht, K., Takikawa, A., Tao, R., . . . Misawa, N. J. M. D. (2023). Astaxanthin: past, present, and future. *21*(10), 514.
Olmedo, D. A., Durant-Archibold, A. A., Lopez-Perez, J. L., & Medina-Franco, J. L. (2024). Design and Diversity Analysis of Chemical Libraries in Drug Discovery. *Comb Chem High Throughput Screen, 27*(4), 502-515. doi:10.2174/1386207326666230705150110
Palani, A., Nawrocki, A. R., Orvieto, F., Bianchi, E., Mandic, E., Pessi, A., . . . Carrington, P. E. (2022). Discovery of MK-1462: GLP-1 and Glucagon Receptor Dual Agonist for the Treatment of Obesity and Diabetes. *ACS Med Chem Lett, 13*(8), 1248-1254. doi:10.1021/acsmedchemlett.2c00217
Pettersen, E. F., Goddard, T. D., Huang, C. C., Couch, G. S., Greenblatt, D. M., Meng, E. C., & Ferrin, T. E. (2004). UCSF Chimera--a visualization system for exploratory research and analysis. *J Comput Chem, 25*(13), 1605-1612. doi:10.1002/jcc.20084
Qu, X., Dong, L., Luo, D., Si, Y., & Wang, B. (2024). Water Network-Augmented Two-State Model for Protein-Ligand Binding Affinity Prediction. *J Chem Inf Model, 64*(7), 2263-2274. doi:10.1021/acs.jcim.3c00567
Rahman, M. D. H., Biswas, P., Dey, D., Hannan, M. A., Sahabuddin, M., Araf, Y., . . . Uddin, M. J. (2022). An In-Silico Identification of Potential Flavonoids against Kidney Fibrosis Targeting TGFbetaR-1. *Life (Basel), 12*(11). doi:10.3390/life12111764
Ravindranath, P. A., Forli, S., Goodsell, D. S., Olson, A. J., & Sanner, M. F. (2015). AutoDockFR: Advances in Protein-Ligand Docking with Explicitly Specified Binding Site Flexibility. *PLoS Comput Biol, 11*(12), e1004586. doi:10.1371/journal.pcbi.1004586
Rhea, E. M., Babin, A., Thomas, P., Omer, M., Weaver, R., Hansen, K., . . . Talbot, K. (2024). Brain uptake pharmacokinetics of albiglutide, dulaglutide, tirzepatide, and DA5-CH in the search for new treatments of Alzheimer's and Parkinson's diseases. *Tissue Barriers, 12*(4), 2292461. doi:10.1080/21688370.2023.2292461
Ryszkiewicz, P., Malinowska, B., & Schlicker, E. (2023). Polypharmacology: promises and new drugs in 2022. *Pharmacol Rep, 75*(4), 755-770. doi:10.1007/s43440-023-00501-4
Saini, R. K., Prasad, P., Lokesh, V., Shang, X., Shin, J., Keum, Y. S., & Lee, J. H. (2022). Carotenoids: Dietary Sources, Extraction, Encapsulation, Bioavailability, and Health Benefits-A Review of Recent Advancements. *Antioxidants (Basel), 11*(4). doi:10.3390/antiox11040795

Shibata, A., Kiba, Y., Akati, N., Fukuzawa, K., Terada, H. J. C., & lipids, p. o. (2001). Molecular characteristics of astaxanthin and Î²-carotene in the phospholipid monolayer and their distributions in the phospholipid bilayer. *113*(1-2), 11-22.

Shikov, A. N., Flisyuk, E. V., Obluchinskaya, E. D., & Pozharitskaya, O. N. J. M. D. (2020). Pharmacokinetics of marine-derived drugs. *18*(11), 557.

Singh, A. K., Rana, H. K., Singh, V., Yadav, T. C., Varadwaj, P., Pandey, A. K. J. C. i. b., & medicine. (2021). Evaluation of antidiabetic activity of dietary phenolic compound chlorogenic acid in streptozotocin induced diabetic rats: Molecular docking, molecular dynamics, in silico toxicity, in vitro and in vivo studies. *134*, 104462.

Sri Prakash, S. R., Kamalnath, S. M., Antonisamy, A. J., Marimuthu, S., & Malayandi, S. (2023). In Silico Molecular Docking of Phytochemicals for Type 2 Diabetes Mellitus Therapy: A Network Pharmacology Approach. *Int J Mol Cell Med*, *12*(4), 372-387. doi:10.22088/IJMCM.BUMS.12.4.372

Sun, X., Ji, Y., Tahir, A., Kang, J. J. D., Metabolic Syndrome, & Obesity. (2020). Network pharmacology combined with transcriptional analysis to unveil the biological basis of astaxanthin in reducing the oxidative stress induced by diabetes mellitus. 4281-4295.

Taheri, R., Mokhtari, Y., Yousefi, A. M., & Bashash, D. J. C. B. I. (2024). The PI3K/Akt signaling axis and type 2 diabetes mellitus (T2DM): From mechanistic insights into possible therapeutic targets. *48*(8), 1049-1068.

Wang, W., Cui, Y., Liu, H., Wang, Y., Nan, B., Li, X., & Wang, Y. (2025). Progress in the bioavailability of natural astaxanthin: Influencing factors, enhancement strategies, evaluation methods, and limitations of current research. *Trends in Food Science & Technology*, *160*. doi:10.1016/j.tifs.2025.104998

Wang, X., Yun, Y., Chen, L., Guo, S., Niu, B., Fang, J., . . . Wang, K. (2024). A novel approach to exploit Small-Molecule glucagon-like Peptide-1 receptor agonists with high potency. *Bioorg Med Chem*, *107*, 117761. doi:10.1016/j.bmc.2024.117761

Zheng, Y. F., Bae, S. H., Kwon, M. J., Park, J. B., Choi, H. D., Shin, W. G., & Bae, S. K. (2013). Inhibitory effects of astaxanthin, beta-cryptoxanthin, canthaxanthin, lutein, and zeaxanthin on cytochrome P450 enzyme activities. *Food Chem Toxicol*, *59*, 78-85. doi:10.1016/j.fct.2013.04.053

EXPERIMENTAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF TUBE-IN-TUBE BUCKLING RESTRAINED BRACES

Dr. Evrim OYGUC
Istanbul Technical University, Institute of Disaster Management, Department of Earthquake Engineering, 34469 Maslak, Istanbul
ORCID: 0000-0003-0658-1646
Assoc. Prof. Dr. Resat OYGUC
Istanbul Technical University, Institute of Disaster Management, Department of Earthquake Engineering, 34469 Maslak, İstanbul
ORCID: 0000-0002-9874-3763
Prof. Dr. Abdul HAYIR
Istanbul Technical University, Civil Engineering Faculty, 34469 Maslak, İstanbul
ORCID: 0000-0001-7498-4629

ABSTRACT
The seismic retrofitting of substandard reinforced concrete (RC) frames is essential for ensuring structural safety in earthquake-prone regions where building stocks often exhibit significant detailing deficiencies. This research presents a comprehensive investigation into an innovative tube-in-tube (TnT) buckling restrained brace (BRB) system specifically designed to improve the performance of these type of structures. By targeting the inherent weaknesses of older RC constructions, which were often designed primarily for vertical loads and lack adequate lateral resistance, the TnT-BRB introduces a lightweight, all-steel configuration that removes the requirement for traditional mortar or concrete infill materials. The system utilizes a load-bearing inner tube encased within an outer tube that serves as a buckling controller, ensuring stable hysteretic behavior and protecting the core from global buckling during cyclic loading. To evaluate the efficacy of this design, experimental shake table testing was performed on two one-third scaled RC frame models, comparing the seismic response of an unretrofitted control frame against a specimen retrofitted with the TnT-BRB system. The experimental findings indicate that the integration of the retrofitted frame leads to substantial enhancements in lateral strength, ductility, and energy dissipation capacity. Furthermore, the system demonstrated stable and symmetrical hysteresis loops and a notable reduction in stiffness degradation when compared to traditional bracing configurations. Analytical modeling corroborated these results, confirming the superior capability of the TnT-BRB in absorbing seismic energy and preventing premature structural failures. Specifically, the TnT brace achieved cumulative energy dissipation approximately 2.5 times higher than conventional systems at equivalent displacement values. This investigation underscores the practical and financial advantages of integrating TnT-BRBs into retrofitting strategies while suggesting future research to address local denting, frictional wear, and tube alignment to optimize system effectiveness in large-scale field applications.
Keywords: Tube-in-tube buckling restrained braces, Seismic retrofitting, Substandard RC frames, Shake table testing

1. INTRODUCTION

Natural hazards, and earthquakes in particular, remain a critical threat to building safety because strong ground shaking can cause severe structural damage or collapse, with life-safety losses and broad socio-economic disruption. This risk is amplified in high-seismicity regions where a considerable portion of the building stock was designed and constructed without explicit consideration of seismic lateral demands. For such deficient buildings, seismic strengthening or, where necessary, rebuilding is essential to reduce the consequences of a strong earthquake.

In reinforced concrete (RC) moment-resisting frames, beam–column joints are pivotal for seismic resilience because they must sustain high cyclic demands while maintaining force transfer between beams and columns. Contemporary earthquake-resistant design provisions, including ACI 318 (2019), Eurocode 8 (1995), and NZS3101 (2017), prescribe reinforcement detailing intended to improve joint ductility and energy dissipation. However, many existing RC frames contain joints that were detailed primarily for gravity actions, and unsatisfactory seismic performance has frequently been linked to these substandard connections. Under cyclic loading, deterioration may concentrate through joint-core shear distress, anchorage and bond deficiencies, and unfavorable strength hierarchy effects, which can accelerate stiffness and strength degradation and limit global deformation capacity.

Bracing-based strengthening solutions have therefore been widely used to improve lateral strength, stiffness, and hysteretic energy dissipation in deficient RC frames. Among these, buckling-restrained braces (BRBs) have been implemented in both retrofit and new construction because they are intended to provide stable cyclic response by restraining global brace buckling, and they offer practical advantages compared with conventional bracing systems (Sabelli et al. 2003; Lopez et al. 2004; Talebi et al. 2014; Hoveidae et al. 2015; Sun et al. 2018;, Jia et al. 2018; Sitler et al. 2020; Hu et al. 2022; Azizi et al. 2023). Within this family, Tube-in-Tube configurations represent an all-steel alternative in which an outer tube restrains the inner load-carrying tube against buckling while the inner tube resists both tension and compression, allowing compatibility with conventional framing and diagonal bracing layouts. In this study, an all-steel Tube-in-Tube BRB (TnT-BRB) system is examined as a strengthening solution for deficient RC frames, and its contribution is investigated through system-level evidence.

The significance of the research lies in addressing a widespread and persistent vulnerability. Many existing RC frames, particularly in industrial, residential, and commercial building stocks, do not meet expected quality and detailing levels. In regions of low to moderate seismicity, such frames have often been constructed without the necessary seismic detailing, and their past earthquake performance has raised concerns regarding reliability under strong shaking (Ozmen et al. 2024). In this context, the collapse potential of deficient RC structures is examined and the effectiveness of an all-steel TnT-BRB strengthening scheme is evaluated using shake-table testing. Motivated by the 2023 Kahramanmaraş ground motion record, experiments are conducted on two one-third-scale frame models: a reference substandard RC frame and a counterpart strengthened with the TnT system. The experimental outcomes are then aligned with an analytical framework, enabling a consistent interpretation of joint and global response. The findings are compared in terms of key global response indicators and observed damage patterns to assess the viability of the investigated strengthening approach.

2. TUBE-IN-TUBE BUCKLING-RESTRAINED BRACES

Tube-in-Tube (TnT) buckling-restrained braces are an all-steel BRB configuration developed around a concentric tube mechanism. The outer tube functions as a restraining jacket, limiting local and global buckling of the inner load-bearing tube so that stable axial resistance can be

maintained under cyclic tension–compression demands. By eliminating concrete encasement, the system is manufactured with simpler steel components and remains comparatively light, which supports practical application in strengthening work. In addition, the relatively small compression overstrength and the observed cyclic hardening tendency reduce the unbalanced axial demands that can be transferred to surrounding members when compared with conventional BRB behavior (Oyguc et al.2025).

The TnT brace scheme adopted in this study is shown in Figure 1. The axial force is primarily carried by an inner tube that is expected to undergo significant inelastic axial deformation and is typically fabricated from circular or square hollow structural sections (HSS). Buckling restraint is provided by a two-piece outer tube, which is stabilized by a mid-length stopper. A small annular gap is maintained between the inner and outer tubes to ease fabrication and to accommodate lateral deformation of the core without inducing substantial compressive interaction with the jacket. The mid-length stopper, implemented as a ring plate, is welded to both tubes to keep the outer segments aligned while allowing the inner tube to deform axially with minimal restraint.

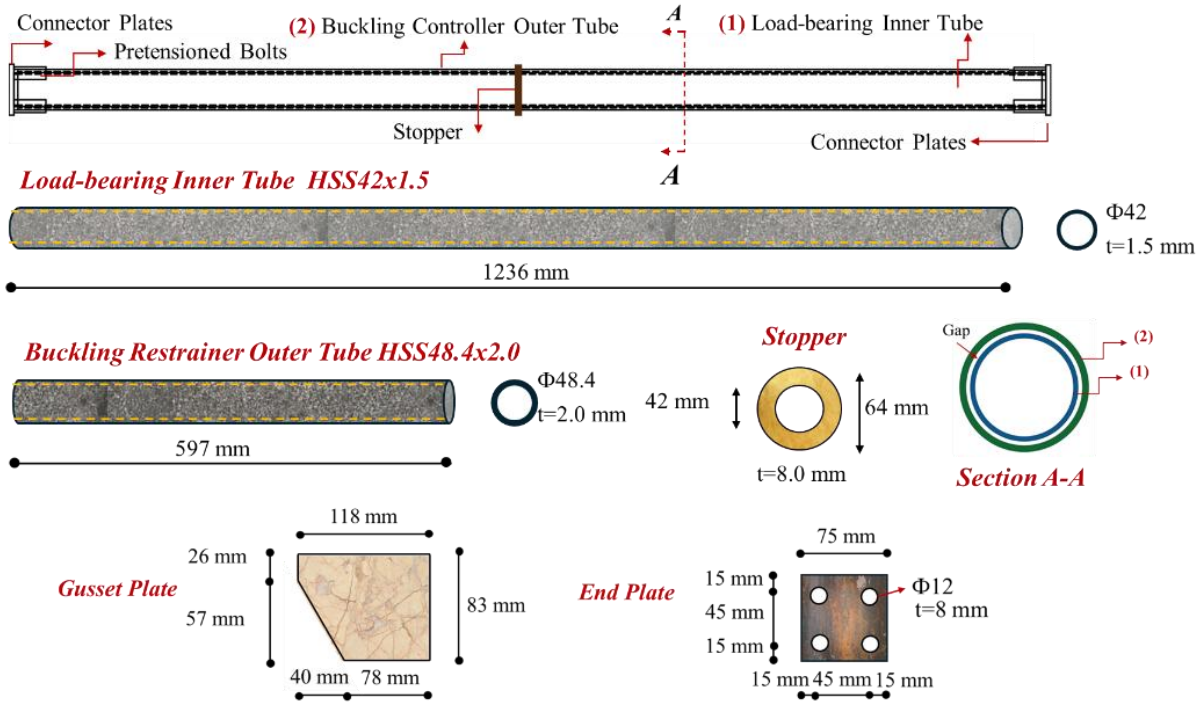


Fig. 1. Tube-in-Tube buckling-restrained brace

Force transfer to the surrounding frame is achieved through end connector plates and an end connection assembly. Pretensioned high-strength bolts clamp the connector plates to ensure reliable axial load transfer from the inner tube, while a reinforced gusset plate delivers these forces to adjacent members such as beams or columns. The end connection is detailed to limit both in-plane and out-of-plane end rotations, since excessive end rotation can introduce additional flexural demands that may compromise brace performance and stability.

3. SHAKE TABLE TEST CONFIGURATION

Shake-table experiments were conducted at the Allianz Teknik Earthquake and Fire Test and Training Center (Istanbul, Türkiye) using a 3.0 m × 3.0 m table with a maximum payload of 10 tons. Seismic excitation was applied through hydraulic actuators, and the closed-loop control system employed three control variables with adaptive control and differential pressure

stabilization. The table was capable of reaching 1 g peak acceleration and operating over a 0–50 Hz frequency range, which enabled realistic reproduction of earthquake ground motions for dynamic response assessment.

The test program followed standard similitude concepts to relate the reduced-scale specimens to a representative prototype through geometric, kinematic, and dynamic similarity (Krawinkler 1979; Moncarz and Krawinkler, 1981). A uniform 1:3 geometric scale was adopted in line with established guidance for scaled structural modeling (Harris and Sabnis 1999; Li et al. 2011). Dynamic similitude was addressed by maintaining appropriate mass–stiffness relationships, and supplemental mass was introduced using welded steel blocks to achieve the required scaled mass density while preserving stiffness. The principal scale factors used in the study are summarized in Table 1.

Two identical one-bay, one-story RC frames were constructed and tested as illustrated in Figure 2. Specimen 1 served as the control (bare frame), while Specimen 2 was the strengthened configuration incorporating a diagonal TnT brace. Both specimens were fabricated at one-third scale. The columns had a 100 mm × 150 mm rectangular section, were spaced 1350 mm apart, and had a height of 950 mm from the foundation to the slab soffit. Longitudinal reinforcement consisted of four 8 mm bars per column. Transverse reinforcement used 8 mm stirrups at 100 mm spacing with 90-degree hooks, intentionally reflecting substandard joint/column confinement detailing shown in Figure 2. The slab was 1450 mm × 450 mm × 50 mm and was reinforced with 8 mm bars at 100 mm spacing in both the top and bottom layers. The foundation beam measured 1950 mm × 600 mm × 400 mm and was anchored to the shake table with 50 mm diameter bolts.

Table 1. Calculated physical quantities for shake table tests

Physical Quantity	Scale Factor
Length, (l_r	3
Modulus of elasticity, E_r	1
Time, t_r	1.732
Gravitational acceleration, g_r	1
Strain, ε_r	1
Acceleration, a_r	1
Frequency, ω_r	0.577
Velocity, v_r	1.732

For the strengthened specimen, the TnT brace and its end connections were detailed to increase global stiffness and strength of the reference frame while maintaining stable axial load transfer and limiting end rotations. The all-steel brace employed an HSS inner tube of 42 × 1.5 mm (S235JRH) and a 48.4 × 2.0 mm outer tube acting as the restrainer, arranged in a two-segment jacket stabilized by a ring-shaped stopper. End plates, bolted interfaces, and gusset assemblies were configured to transfer axial forces to the RC frame and to restrain in-plane and out-of-plane rotations, consistent with prior recommendations on TnT brace behavior and connection demands. Practical retrofit considerations were also reflected in the installation approach, including fabrication tolerances accommodated through bolted connections and repair mortar at interfaces, and careful rebar scanning during drilling to avoid damaging existing reinforcement.

Material properties were characterized to represent low-strength concrete and to document steel behavior. The measured 28 day concrete cylinder compressive strength was 9 MPa.

Reinforcing steel tests provided $F_{y,\text{measured}} = 473\text{MPa}$ and $F_{u,\text{measured}} = 643\text{MPa}$, satisfying ASTM A615/A615M-05 (2005). Coupon tests on the HSS42 × 1.5 load-bearing tube, evaluated using the 0.2% proof stress definition, yielded approximately 414 MPa average yield strength and about 507 MPa average ultimate strength, with fracture strains around 0.30 or higher.

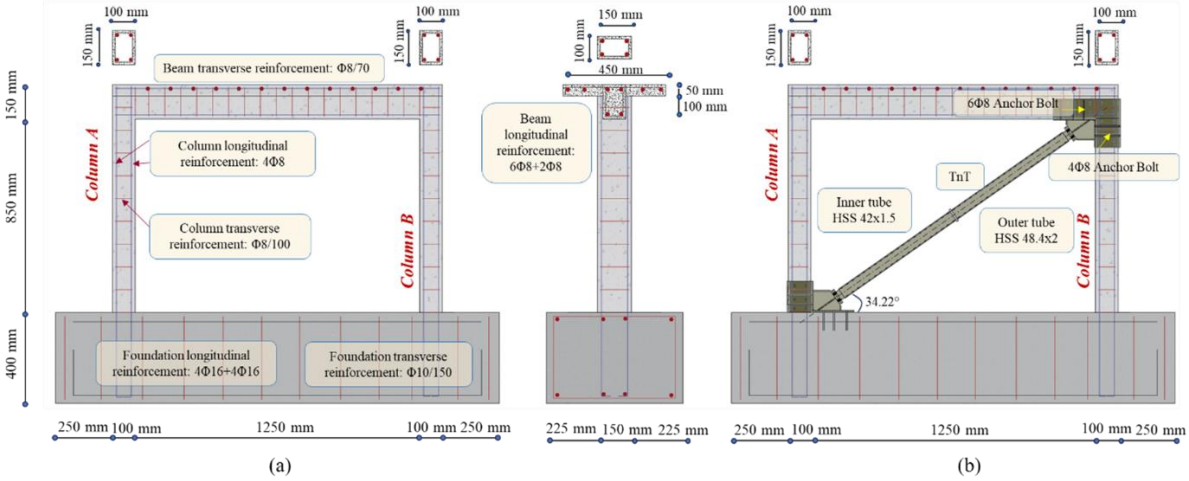


Fig. 2. Shake table test setup for two specimens.

Response instrumentation included accelerometers, LVDTs, and strain gauges. Slab displacement was recorded using an LVDT at the slab level, while two additional LVDTs measured axial deformation at the brace ends. Accelerometers captured input and structural accelerations at the table, foundation, and slab, and multiple strain gauges were used to track localized strain demands in the RC members. Data were continuously recorded using a computer-aided acquisition system.

The applied excitation was based on the 6 February 2023 Mw 7.7 event in southeastern Türkiye, with the epicenter reported by AFAD near Pazarcık, Kahramanmaraş [60]. The record was considered alongside TBEC design levels (DD-1 to DD-4) and corresponding probabilities of exceedance, and response spectra were compared at the DD-2 level for representative damping ratios illustrated in Figure 3. Testing proceeded in two stages: both specimens were first subjected to a scaled version of the ground motion consistent with similitude. Under this phase, the bare frame exhibited damage at 35% of the record, whereas the TnT-retrofitted specimen sustained the same input without observable damage. Subsequently, the strengthened specimen was subjected to the unscaled (100%) record to examine its response under intense shaking demands, particularly relevant for short-period structural behavior.

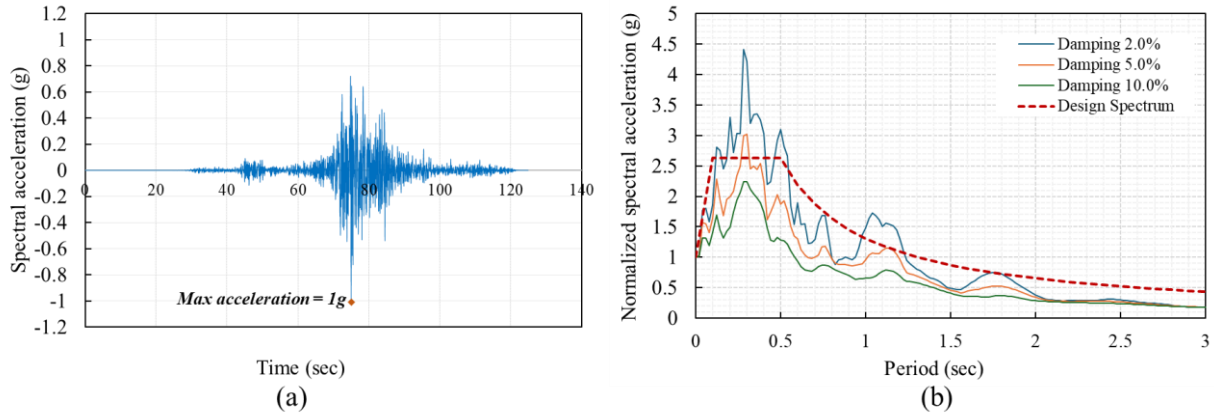


Fig.3. (a) Time-history record of the 2023 Maraş earthquake, **(b)** Design spectrum for different damping ratios

5. FINITE ELEMENT MODELING AND CALIBRATION

To rigorously evaluate the seismic performance of the proposed retrofit strategy and to complement the experimental findings, comprehensive 3D finite element (FE) models of both the reference and TnT-BRB retrofitted frames were developed using the advanced fiber-based platform Seismostruct V2025 (2025). The modeling framework was predicated on a total co-rotational formulation(2022), a critical feature that allows for the accurate simulation of geometric nonlinearities associated with large displacements and P-Delta effects, ensuring that the kinematic transformations remain valid even under the significant nodal rotations anticipated during severe seismic excitations. Distinct from simplified lumped-plasticity approaches, this study employed distributed inelasticity elements to represent the beam and column members. This methodology, as documented by Filippou and Fenves (2004), allows for the spread of plasticity along the member length and provides a superior representation of the stiffness degradation inherent in RC members. The cross-sectional behavior was computed through a rigorous fiber discretization strategy, utilizing approximately 100 to 150 fibers per section. To optimize the computational accuracy of the nonlinear response, the integration scheme employed Gauss monitoring points situated at 0.3L from the element centroid, a strategic location chosen to effectively capture localized stress gradients and plastic hinge formation. Three-dimensional FE models were assembled for both specimens, and the resulting representations of Specimen 1 and Specimen 2 together with the adopted fiber discretization of beams and columns are provided in Figure 4.

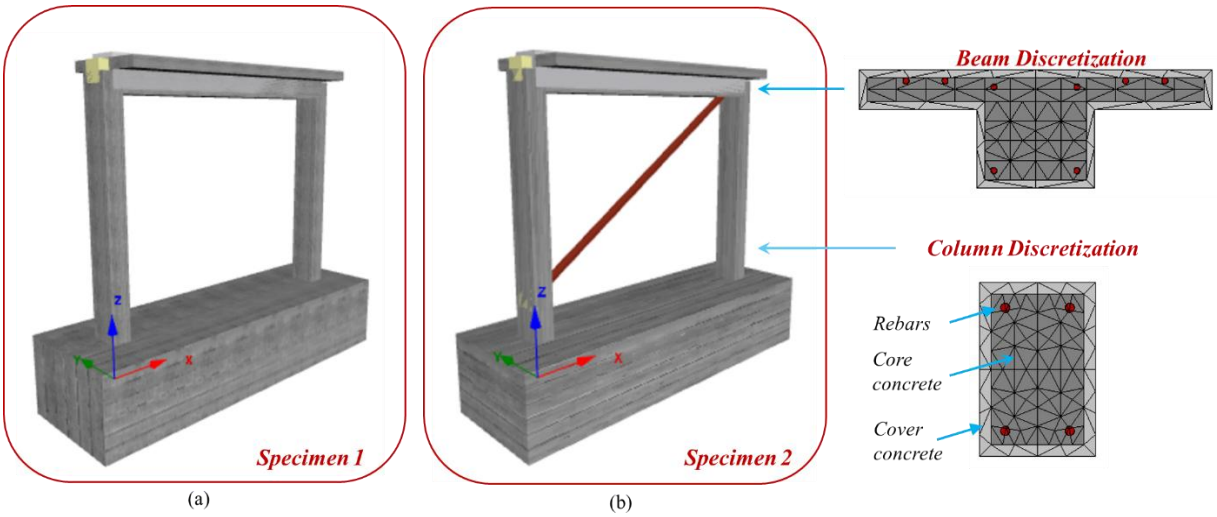


Fig. 4. Three-dimensional FE models of the test specimens and fiber-section discretization of beam and column elements: (a) Specimen 1, (b) Specimen 2.

The fidelity of the numerical simulation relies heavily on the accurate definition of constitutive material models. For the reinforced concrete elements, the concrete fibers were modeled using the seminal Mander model (1988), which effectively characterizes the quasi-brittle behavior of both confined and unconfined concrete, capturing the post-peak softening and crushing phenomena. Simultaneously, the reinforcing steel was represented using the Menegotto-Pinto formulation (1973), selected for its ability to simulate the Bauschinger effect and kinematic hardening under cyclic loading. The specialized hysteretic behavior of the TnT-BRB system was incorporated using a calibrated buckling-restrained brace model, ensuring that the energy dissipation characteristics of the retrofit were accurately reflected in the global analysis.

Following the establishment of the numerical framework, a multi-phase calibration process was executed to validate the model against the shake table experimental data. The initial phase involved an eigenvalue analysis, which demonstrated a high degree of convergence in the fundamental natural periods for both the bare and retrofitted specimens, confirming the correct distribution of mass and cracked-section stiffness. This static validation was succeeded by rigorous nonlinear time-history analyses (NTHA). The displacement histories obtained from the FE analysis exhibited a strong correlation with the experimental LVDT recordings under both the operational (0.35 g) and design-level (1.0 g) seismic intensities. The numerical model successfully reproduced not only the peak transient displacements but also the frequency content and phase characteristics of the response, thereby validating its robustness in predicting global seismic demands.

Following the definition of the numerical framework and constitutive laws, the validation process was initiated through a comparative eigenvalue analysis to verify the mass and stiffness distribution within the FE model. The natural vibration periods were computed by rigorously accounting for the effective rigidities of cracked sections in both orthogonal directions. As delineated in Table 2, the analytical predictions demonstrated a high degree of concordance with the system identification results obtained from the shake table tests. The fundamental period for the reference frame (Specimen 1) was predicted with a discrepancy of 6.45%, while the stiffened TnT-BRB retrofitted frame (Specimen 2) exhibited an even tighter correlation, with a margin of error of merely 2.65%.

Table 2. Comparison of the natural vibration periods.

Specimen No	Shake Table Test (s)	Analytic Model (s)	Error (%)
1	0.495	0.463	6.45
2	0.151	0.147	2.65

To further substantiate the model's fidelity under transient seismic loads, a series of nonlinear time-history analyses were conducted with the Linear Variable Differential Transformer (LVDT) recordings from the physical experiments. The peak lateral displacement demands, summarized in Table 3, reveal exceptional accuracy. The reference specimen under 0.35 g excitation showed a negligible error of 0.43% between the analytical and experimental peak drifts. Similarly, the retrofitted specimen maintained robust predictive capability across varying intensity levels, registering acceptable error margins of 9.22% and 4.48% for the 0.35 g and 1.0 g ground motions, respectively.

Table 3. Comparison of the top displacements.

Specimen No	Ground Motion	Shake Table Test (mm)	Analytic Model (mm)	Error (%)
1	0.35 g	53.14	53.57	0.43
2	0.35 g	1.87	2.06	9.22
2	1 g	19.86	18.97	4.48

Beyond the comparison of peak values, the temporal evolution of the structural response was scrutinized through direct time-history overlays as presented in Figure 5. These comparisons confirm that the calibrated fiber-based FE model accurately captures not only the peak amplitudes but also the waveform morphology, frequency content, and phase alignment throughout the duration of the excitation. The strong agreement observed across different intensity levels reinforces the robustness of the modeling approach in replicating the global nonlinear dynamic characteristics of the retrofitted RC frame. Consequently, this validated analytical platform provides a reliable basis for the subsequent assessment of damped hysteretic energy and the extension of the study into broader parametric evaluations.

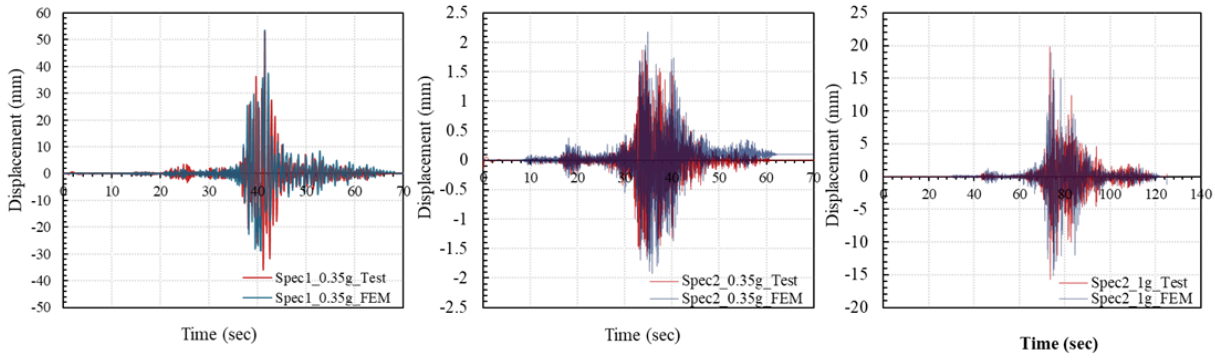


Fig. 5. Comparison of displacement-time traces for specimens.

CONCLUSIONS

This study has presented a comprehensive experimental and analytical investigation into the efficacy of the innovative all-steel Tube-in-Tube Buckling-Restrained Brace (TnT-BRB) system as a seismic retrofitting strategy for vulnerable RC frames. Through a rigorous shake table testing program complemented by advanced fiber-based finite element modeling, the study highlighted the critical seismic deficiencies of non-ductile RC structures and

demonstrated the transformative performance enhancements achieved through the proposed retrofit intervention. The following principal conclusions can be drawn from this research: The experimental phase, conducted on a one-third scale substandard RC frame, exposed the severe vulnerability of legacy construction practices. Under moderate seismic excitations (0.35 g), the unretrofitted control specimen exhibited characteristic brittle failure modes, primarily dominated by shear failure in the beam-column joints and significant bond degradation. These mechanisms resulted in excessive lateral drifts and a rapid loss of load-bearing capacity, underscoring the urgent need for effective rehabilitation strategies for existing building stocks in earthquake-prone regions. Conversely, the integration of the TnT BRB system yielded a substantial improvement in seismic resilience. The retrofitted specimen demonstrated a stable hysteretic response with superior energy dissipation capabilities, effectively safeguarding the critical beam-column joints from shear damage.

Furthermore, the study successfully validated a sophisticated fiber-based finite element model using Seismostruct V2025. The numerical simulations exhibited a strong correlation with the experimental results, accurately reproducing the global displacement histories, frequency content, and stiffness degradation patterns observed during the shake table tests. Although the fiber-based approach inherently simplifies localized phenomena such as bond-slip, the successful calibration of shear-critical parameters confirms the model's reliability as a robust tool for performance assessment. In conclusion, this study bridges the gap between empirical testing and numerical simulation, establishing the TnT BRB system as a practical, cost-effective, and highly efficient solution for the seismic retrofitting of deficient RC structures. The findings not only validate the superior energy dissipation and drift control provided by the system but also offer a verified analytical framework for future parametric studies, ultimately contributing to the development of more resilient infrastructure. Future research efforts should focus on optimizing the design parameters of TnT BRBs for various structural configurations and investigating their long-term durability under environmental effects.

REFERENCES

American Concrete Institute. (2019). *Building code requirements for structural concrete (ACI 318R-19) and commentary on building code requirements for structural concrete*.

ASTM International. (2005). *Standard specification for deformed and plain carbon-steel bars for concrete reinforcement (ASTM A615/A615M-05a)*.

Azizi, H., Ahmadi, J., & Eghbali, M. (2023). Study on self-centering mechanism of different yield strength hybrid buckling restrained braces. *Journal of Constructional Steel Research, 210*, 108068. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2023.108068

Cao, X. Y., Shen, D., Feng, D. C., Wang, C. L., Qu, Z., & Wu, G. (2022). Seismic retrofitting of existing frame buildings through externally attached sub-structures: State of the art review and future perspectives. *Journal of Building Engineering, 57*, 104904.

European Committee for Standardization. (1995). *Eurocode 8: Earthquake-resistant design of structures—Part 1: General rules and rules for buildings (ENV 1998–1-1)*.

Filippou, F. C., & Fenves, G. L. (2004). Methods of analysis for earthquake-resistant structures. In Y. Bozorgnia & V. V. Bertero (Eds.), *Earthquake engineering—From engineering seismology to performance-based engineering*. Cambridge University Press.

Harris, M., & Sabnis, V. (1999). *Structural modelling and experimental techniques* (2nd ed.). CRC Press.

Hoveidae, N., Tremblay, R., Rafezy, B., & Davaran, A. (2015). Numerical investigation of seismic behavior of short-core all-steel buckling restrained braces. *Journal of Constructional Steel Research, 114*, 89–99. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2015.06.005

Hu, B., Min, Y., Wang, C., Xu, Q., & Keleta, Y. (2022). Design, analysis and application of the double-stage yield buckling restrained brace. *Journal of Building Engineering, 48*, 103980. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103980

Jia, L. J., Li, R. W., Xiang, P., Zhou, D. Y., & Dong, Y. (2018). Resilient steel frames installed with self-centering dual-steel buckling-restrained brace. *Journal of Constructional Steel Research, 149*, 95–104. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2018.07.001

Krawinkler, H. (1979). Possibilities and limitations of scale-model testing in earthquake engineering. In *Proceedings of the 2nd U.S. National Conference on Earthquake Engineering* (pp. 283–292). Stanford, CA, United States.

Li, X., Zhang, Y., & Wang, Z. (2011). Experimental study on the seismic behavior of reinforced concrete beam–column joints. *Journal of Structural Engineering, 137*, 1234–1245.

Lopez, W. A., Gwie, D. S., Lauck, T. W., & Saunders, C. (2004). Structural design and experimental verification of a buckling-restrained braced frame system. *Engineering Journal, 41*, 177–186.

Mander, M., Priestley, M. J. N., & Park, R. (1988). Theoretical stress–strain model for confined concrete. *Journal of Structural Engineering, 114*, 1804–1826.

Menegotto, M., & Pinto, P. E. (1973). Method of analysis of cyclically loaded RC plane frames including changes in geometry and non-elastic behavior of elements under normal force and bending. In *IASBE preliminary report for symposium on resistance and ultimate deformablility of structures acted on by well-difined repeated* (Vol. 13).

Moncarz, P. D., & Krawinkler, H. (1981). *Theory and application of experimental model analysis in earthquake engineering* (Report No. 50). Blume Earthquake Engineering Center, Department of Civil Engineering, Stanford University.

Ozmen, A., Ince, O., Tas, O. F., Atar, M., Ozbulut, O. E., & Sayın, E. (2024). Seismic performance assessment of structures in Malatya Province after 6 February 2023 Turkey earthquake sequences. *Natural Hazards*. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s11069-024-07017-x

Oyguc, R., Oyguc, E., & Tonuk, G. (2018). Case study on seismic behavior of aseismically designed reinforced concrete frame structures. *Bulletin of Earthquake Engineering, 16*, 3057–3080. https://doi.org/10.1007/s10518-017-0300-x

Sabelli, R., Mahin, S., & Chang, C. (2003). Seismic demands on steel braced frame buildings with buckling restrained braces. *Engineering Structures, 25*, 655–666. https://doi.org/10.1016/S0141-0296(02)00175-X

Seismosoft. (2025). *SeismoStruct—A computer program for static and dynamic nonlinear analysis of framed structures* (Version 2025) [Computer software]. Seismosoft Ltd. https://www.seismosoft.com

Sitler, B., Takeuchi, T., Matsui, R., Terashima, M., & Terazawa, Y. (2020). Experimental investigation of a multistage buckling-restrained brace. *Engineering Structures, 213*, 110482. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110482

Standards New Zealand. (2017). *Concrete structures standard—Amendment 1, 2 and 3 (NZS 3101)*.

Sun, J., Pan, P., & Wang, H. (2018). Development and experimental validation of an assembled steel double-stage yield buckling restrained brace. *Journal of Constructional Steel Research, 145*, 330–340. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2018.03.003

Talebi, E., Tahir, M. M., Zahmatkesh, F., & Kueh, A. B. H. (2014). Comparative study on the behaviour of buckling restrained braced frames at fire. *Journal of Constructional Steel Research, 102*, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2014.06.003

GERÇEK OPERASYONEL VERİLER KULLANILARAK BİR TANKER GEMİSİNİN CII, EEXI VE YAKIT MALİYETİ PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ EGZOZ ARITMA SİSTEMİ KURULUMUNUN ÖNCESİ-SONRASI DEĞERLENDİRMESİ

Okay PALANDIZ
Department of Maritime Transportation and Management Engineering, Istanbul Technical University, Tuzla 34940, Istanbul, Turkey
ORCID: 0009-0003-5210-1487
Esma UFLAZ
Department of Maritime Transportation and Management Engineering, Istanbul Technical University, Tuzla 34940, Istanbul, Turkey
ORCID: 0000-0003-2229-8242

ÖZET
Bu çalışma, gerçek operasyonel verilere dayalı bir "öncesi-sonrası" karşılaştırması kullanarak, bir tankere egzoz gazı temizleme sistemi (scrubber) takılmasının ekonomik ve çevresel etkilerini araştırmaktadır. Aynı gemi, iki işletme koşulu altında analiz edilmiştir: çok düşük kükürtlü yakıt (VLSFO) kullanılarak yapılan scrubber öncesi işletme ve yüksek kükürtlü yakıt (HSFO) kullanılarak yapılan scrubber sonrası işletme. Analiz, yakıt tüketimi, CO_2 emisyonları, Karbon Yoğunluk Göstergesi (CII), Mevcut Gemi Enerji Verimliliği Endeksi (EEXI) ve sermaye harcaması, işletme gideri, net bugünkü değer ve geri ödeme süresi dahil olmak üzere ayrıntılı maliyet-fayda ölçütlerini entegre etmektedir. 2025 operasyonel verilerine dayalı sonuçlar, scrubber kurulumunun, HSFO ve VLSFO arasındaki yakıt fiyat farkı nedeniyle yıllık yakıt maliyetlerini önemli ölçüde azalttığını, pozitif bir net bugünkü değer ve ekonomik olarak cazip bir geri ödeme süresi sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, scrubber işletimiyle ilişkili artan yakıt tüketimi ve daha yüksek CO_2 emisyonları, CII ve EEXI performansında bozulmaya yol açmaktadır. Bulgular, ekonomik kazanımlar ile düzenleyici karbon yoğunluğu uyumluluğu arasında açık bir denge olduğunu ortaya koyarak, yakıt maliyeti avantajlarına rağmen, egzoz gazı arıtma sistemleriyle donatılmış gemilerin IMO CII çerçevesi altında dezavantajlarla karşılaşabileceğini göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Gaz arıtma sistemi, Karbon Yoğunluk Göstergesi (CII), Mevcut Gemi Enerji Verimliliği Endeksi (EEXI), Yakıt fiyat farkı, Maliyet-fayda analizi, Tanker, IMO 2020, Denizcilikte karbonsuzlaştırma

BEFORE–AFTER ASSESSMENT OF SCRUBBER INSTALLATION ON CII, EEXI AND FUEL COST PERFORMANCE OF A TANKER USING REAL OPERATIONAL DATA

ABSTRACT
Exhaust gas cleaning systems are commonly used by ship operators to meet the sulfur limits introduced with IMO 2020. Although these systems provide flexibility in fuel selection, their operational outcomes under recent carbon intensity requirements are still debated. This paper examines the performance of a tanker vessel by comparing operations before and after scrubber installation using actual ship data.
Two operating periods are considered. In the first period, the vessel operated without a scrubber using very low sulfur fuel oil. In the second period, high- sulfur fuel oil was used together with

the scrubber system. The evaluation covers fuel consumption, carbon dioxide emissions, CII and EEXI values, as well as investment and operating costs.
The analysis indicates that the use of high- sulfur fuel oil results in lower annual fuel expenses due to the price difference between fuel types. At the same time, additional energy demand from scrubber operation leads to higher fuel consumption and increased carbon emissions, which negatively affect efficiency indicators. The results highlight the balance that ship operators must consider between economic benefits and carbon intensity performance.
Keywords: Scrubber, Carbon Intensity Indicator (CII), Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI), Fuel price differential, Cost–benefit analysis, Tanker, IMO 2020, Maritime decarbonization

1. INTRODUCTION

Starting from 2005, the International Maritime Organization (IMO) began a gradual tightening of sulfur oxide limits in marine fuels under the framework of MARPOL 73/78. Over time, these requirements became more restrictive, particularly within designated Emission Control Areas (SECAs), where the sulfur content was first reduced to 1% in 2010 and later to 0.1% in 2015. A major transition occurred in 2020, when a global sulfur cap of 0.5% entered into force for all international shipping activities.
Although these regulations were initially introduced to improve air quality, their practical implications for ship operation have extended beyond emission control alone. In particular, MARPOL Annex VI also defines detailed discharge water criteria for vessels operating with exhaust gas cleaning systems (EGCS), commonly referred to as scrubbers (IMO, 2020). From an operational perspective, compliance therefore does not depend solely on fuel selection, but also on how emission control technologies are integrated into daily ship operations.
In practice, EGCS installations are often preferred by shipowners as a cost-oriented compliance solution, especially in periods when the price gap between high sulfur and compliant fuels remains significant. However, experience from fleet operations shows that the technical performance of these systems cannot be evaluated only through sulfur reduction. Previous studies have pointed out that while scrubbers are effective in lowering sulfur oxide emissions, their influence on particulate matter and black carbon emissions remains more complex and, in some cases, less favourable compared with low sulfur fuel use (Winnes et al., 2020).
At the same time, regulatory oversight of EGCS operation is shaped not only by the IMO framework, but also by regional and institutional authorities such as the European Union, the US EPA Vessel General Permit, and classification society rules issued by IACS members. Together, these regulations define the boundaries within which exhaust gas treatment systems may be operated, monitored, and maintained. For ship operators, this results in a compliance environment that is technically feasible, yet operationally demanding.
Despite their widely acknowledged economic advantages, EGCS installations may introduce indirect challenges in the context of maritime decarbonization. Additional power demand, increased fuel consumption, and system-related operational loads can influence carbon-based performance indicators, particularly the Carbon Intensity Indicator (CII) and the Existing Ship Energy Efficiency Index (EEXI). While these effects are frequently discussed, their magnitude under real operating conditions is still not clearly quantified, and existing research remains largely based on theoretical assessments or limited datasets.
Against this background, the present study focuses on a quantitative evaluation of EGCS impacts by using actual pre- and post-installation data obtained from the same vessel. By analysing operational performance, carbon intensity indicators, and fuel-related costs within a

unified framework, the study aims to provide a clearer understanding of how scrubber installations influence both economic outcomes and carbon efficiency in practical shipping operations

2. REGULATORY AND TECHNICAL BACKGROUND

2.1 IMO and Sulfur Regulations

The regulation of sulfur emissions in shipping has developed gradually rather than through a single regulatory step. After 2008, the International Maritime Organization introduced a sequence of limits that progressively reduced the sulfur content of marine fuels. Within Emission Control Areas, this process became more visible to operators, as the limit decreased first to 1.0% in 2010 and later to 0.10% in 2015. A broader operational change followed in 2020 with the enforcement of the global 0.50% sulfur cap (IMO, 2020).

For ship operators, these limits were not experienced merely as numerical thresholds. They directly influenced bunker planning, fuel changeover procedures, and trading flexibility. In daily operation, compliance became a continuous process rather than a one-time technical adjustment.

Different compliance options emerged under this framework. Operators may rely on low sulfur fuels, install exhaust gas cleaning systems, or consider alternative fuels. While fuels such as LNG, methanol, or ammonia are frequently discussed in long-term decarbonization strategies, their application across the existing fleet remains limited due to cost, availability, and infrastructure constraints (Ramsay et al., 2023). For this reason, scrubber systems have remained a practical solution for many vessels.

An additional regulatory restriction was introduced with the carriage ban in 2020, which prohibited the transport of high sulfur fuel oil on ships without scrubber systems. From an operational point of view, this rule significantly affected bunker logistics. In several Mediterranean ports, such as Malta and Piraeus, periods of limited fuel availability resulted in operational delays and off-hire risks.

Compliance with sulfur regulations is verified through inspections conducted by Port State Control and flag administrations. Beyond financial penalties, repeated deficiencies may also affect a vessel’s commercial reputation and port accessibility.

Recent literature indicates that scrubber decisions are increasingly evaluated at the fleet level, particularly for vessels trading within or close to SECAs, where fuel flexibility plays a decisive role (Qi et al., 2023).

2.2 CII and EEXI in Operational Context

In addition to sulfur regulations, carbon-related requirements have become a defining factor for ship operation. Since 2023, two indicators have been used to evaluate energy efficiency: the Existing Ship Energy Efficiency Index (EEXI) and the Carbon Intensity Indicator (CII).

EEXI represents a technical assessment based on installed engine power and design parameters. Compliance is verified through classification society documentation, and where necessary, engine power limitation may be applied (DNV Class, 2025). For the vessel examined in this study, the attained EEXI was found to be within the required limits, and no power reduction was necessary.

CII reflects annual operational performance and is directly influenced by fuel consumption, distance sailed, and cargo capacity. The indicator assigns a rating from A to E, making operational efficiency transparent on a yearly basis. Based on the operational records used in this study, the vessel received a C rating for the evaluated period (Storm Geo Data, 2025).

From an operational standpoint, the interaction between scrubber uses and carbon intensity is not always straightforward. Although sulfur emissions are effectively reduced, the additional

energy demand associated with scrubber operation may influence total fuel consumption and, consequently, CO_2 emissions.

2.3 Scrubber Technology and Operational Impacts

EGCS neutralize SO_2 emissions in exhaust gas using scrubber water (seawater or water with chemical additives). However, this cleaning process creates the following operational loads on the ship:

Back-pressure: The scrubber unit placed in the exhaust line makes it difficult for the exhaust gas to exit, creating back pressure on the main engine. This can reduce combustion efficiency and increase specific fuel consumption (SFOC).

Power Consumption: The massive pumps and control systems that push the scrubber water create a constant additional load on the ship's diesel generators (auxiliary engines). This additional electrical demand directly adds to the total bunker consumption.

Extra Weight: The weight of the unit itself, the piping, and the cycling water it carries can affect the ship's displacement and trim. This can slightly increase the ship's hydrodynamic drag.

• Chemical Use: The use and storage/processing of chemicals such as NaOH (caustic soda), flopam and cougulant, especially in closed-loop systems, requires additional operational costs and energy.

2.4 EGCS Usage Modes

The EGCS system is used to reduce the amount of sulfur dioxide (SO2) in the exhaust gas that is produced after combustion and released directly into the atmosphere through the chimney.

The continuous emission monitoring system (CEMS) is used to monitor whether the SO2 and CO2 concentrations in the flue gas comply with the SO2/CO2 regulation limits.

The natural alkalinity of seawater neutralizes the acidic forms present in the scrubber water at the inlet and after discharge into the sea. The scrubber water monitoring system controls the discharge of unburned fuel, ash, and soot, which may be present in the scrubber water, into the sea in accordance with regulations. EGCS cleans exhaust gases from the following equipment: Main Engine, Auxiliary Machinery and Boilers.

The system has three types of usage: open loop, closed loop, and hybrid type.

Open-loop

An open-loop scrubber uses seawater as the medium for cleaning or washing the exhaust. The seawater is typically supplied by a special pump. CO2 dissolves in seawater as carbonic acid, depending on pH, forming bicarbonate or carbonate ions. The positive complementary ion can be calcium (Ca2+) or sodium (Na+), with sodium carbonate salt being an example.

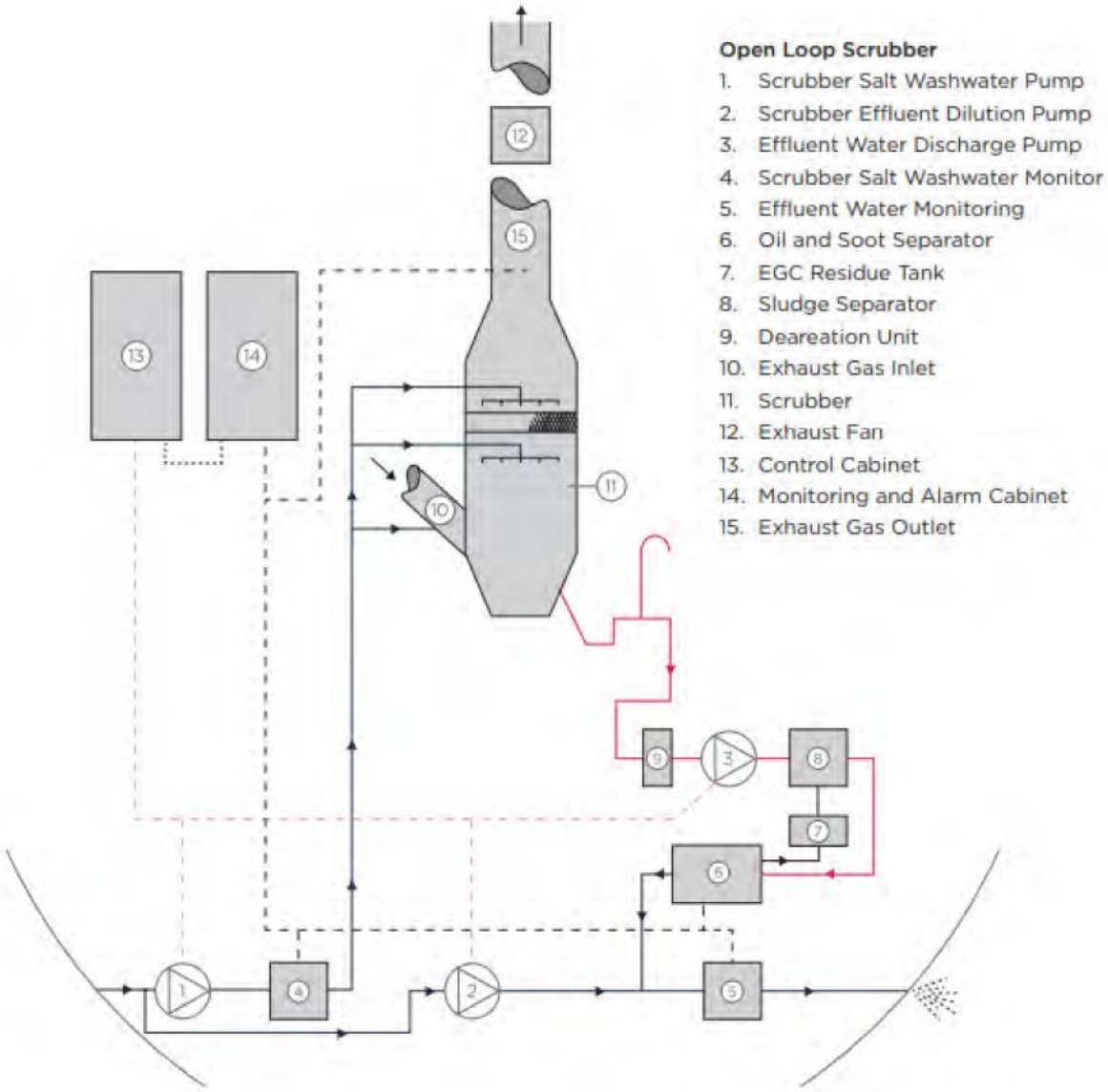


Fig. 1. Open Loop Scrubber System. Filo. (ABC Shipping Circular, 2020)

Close-loop

In a close loop scrubber, the treated water is circulated from the scrubber to maintain the process, regardless of the chemistry of the waters the ship is sailing in. In EGCS, sodium hydroxide (NaOH) or rarely magnesium oxide (MgO) is used as an alkaline chemical to control the alkalinity of the water by electrolyzing seawater.

The purpose of a Close Loop Scrubber is similar to that of an Open Loop Scrubber, and both are used to remove Sox emissions. The biggest difference between the two systems is that, on board, rather than the water discharged outwards, the scrubber water is mostly recirculated. In this treatment process, residues are separated from the scrubber water and dosed with an alkaline chemical to restore its alkalinity before returning to the scrubber unit.

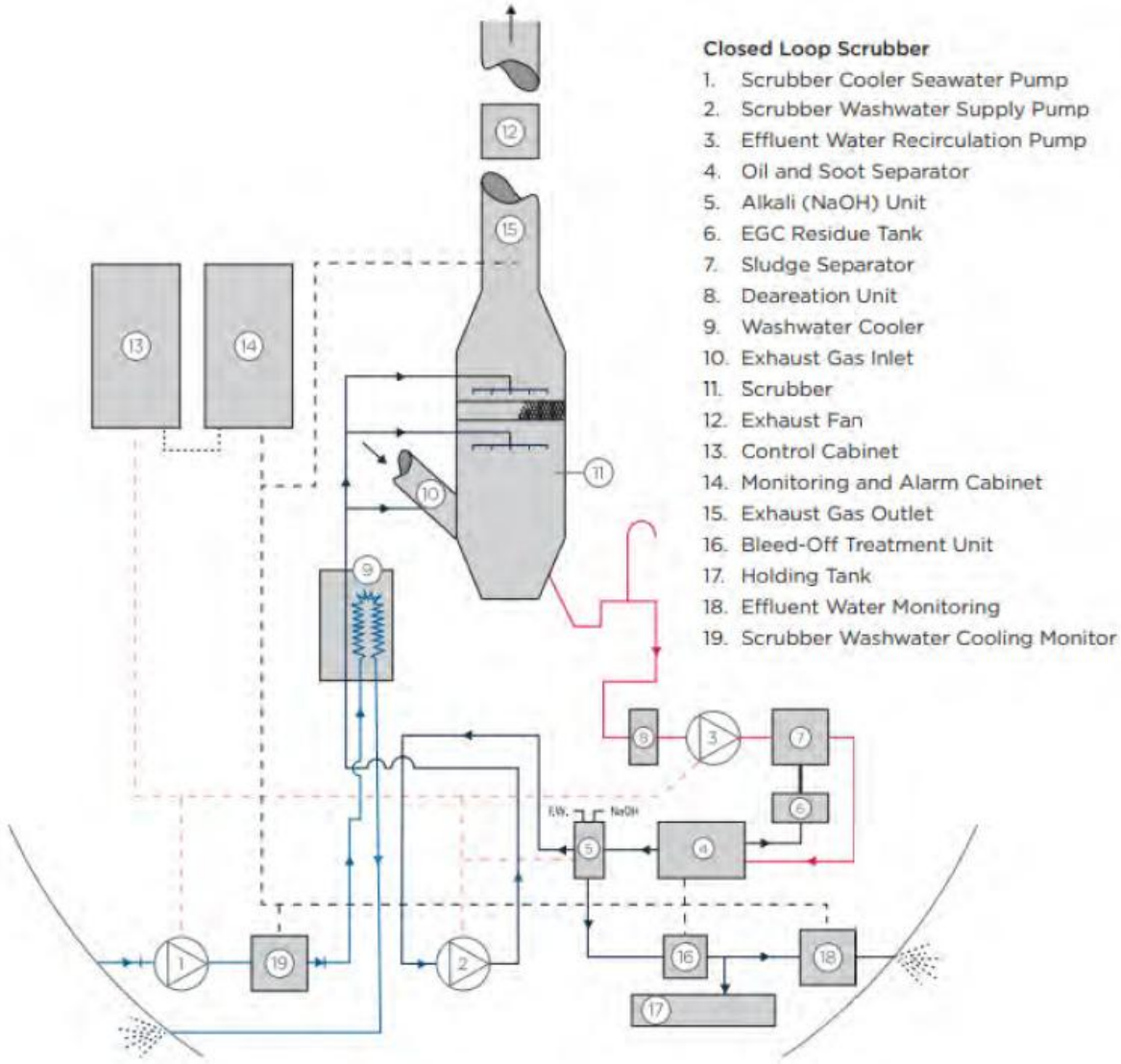


Fig. 2. Close Loop Scrubber System (ABC Shipping Circular, 2020)

Hybrid Type

Open-type systems have the advantage of not needing to purchase and handle chemicals like sodium hydroxide and not needing to treat the scrubbing water. Closed-type systems, on the other hand, have the advantage of meeting emission criteria without needing to discharge the scrubbing water and being usable in areas with restrictions.

Systems that combine the advantages of both systems and can operate in areas with restrictions and in regions where seawater is unsuitable are called hybrid scrubbers.

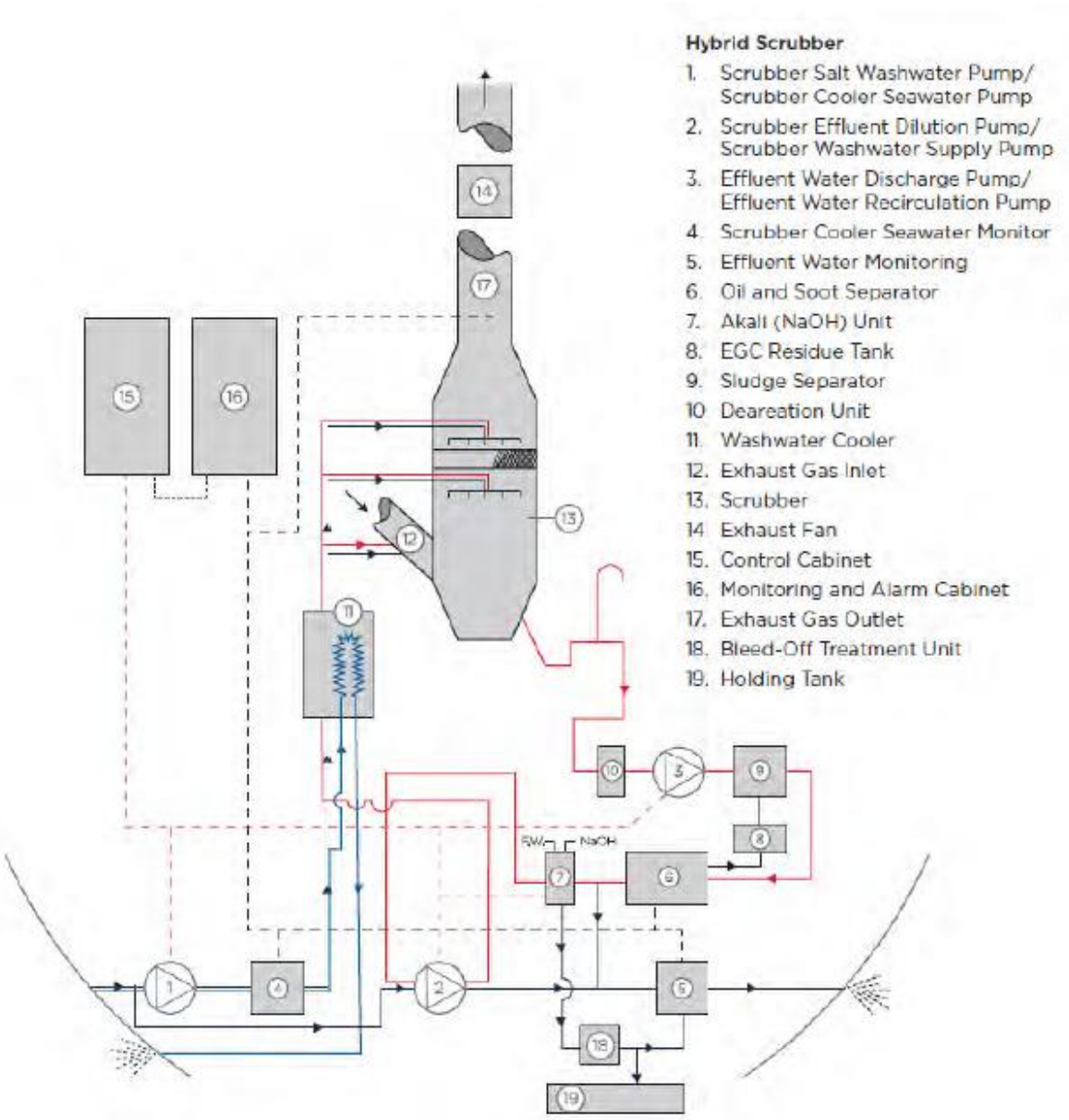


Fig. 3. Hybrid Type Scrubber System (ABC Shipping Circular, 2020)

3. RESEARCH METHODOLOGY AND DATA ANALYSIS

3.1 Overall Methodological Framework

This study employed a quantitative research design to analyze the operational and financial impact of an EGCS on a tanker vessel. Data was collected from two sister ships, one with and one without an EGCS. This data was transmitted to the service provider, DNV, via the Storm Geo program. Modeling and calculations were then performed to determine CII and EEXI values. Simultaneously, key components and breakdowns, including installation and operating costs, were detailed for financial analysis.
Flow-chart used in the study below:

EGCS OPERATIONAL & FINANCIAL WORKFLOW **Integration of Scrubber Operations and Investment Analysis**	
***Input & Bunker Market Analysis** – Fuel Prices (HSFO, VLSFO/MGO), Voyage Plans, Consumption rates	
1. OPERATIONAL FLOW	**2. FINANCIAL ANALYSIS**
Fuel Sourcing – Procurement of HSFO	**OPEX Calculation** – Fuel costs + Chemicals + Power Consumption
Combustion & Cleaning – Engine combustion followed by SOx removal in the EGCS unit	**Fuel Benchmarking** – Analysis the price gap between HSFO and VLSFO/MGO
CEMS & Compliance – Continuous emission monitoring to ensure IMO Global Sulfur Cap adherence	**CAPEX Amortization** – factoring in the initial investment and financial costs
Discharge / Maintenance – Wash water treatment or system maintenance repair overhaul	**ROI & Payback Analysis** – Determining the break-even points for the EGCS installation

Fig. 4. EGCS Operational and Financial Flowchart

3.2 Operational Data and Vessel Selection

The research utilizes the main parameters as follows:
Sample: Two sister oil chemical tankers with the same main engines.
Route Consistency: It has been verified that the vessel operated on similar trading routes (e.g., Turkish Cabotage & Coastal Waters) during both with scrubber (HSFO) and without scrubber (VLSFO or MGO) periods.
Periods: P1 (without scrubber): Utilization of 0.50% Sulfur Fuel and gas oil (VLSFO or MGO). P2 (with Scrubber): Utilization of 3.50% Sulfur Fuel (HSFO) integrated with EGCS operation.

3.3 Before–and–after Comparison Design

The 'before-and-after' analysis based on actual operational data (noon reports) follows a robust methodology previously employed in the literature to assess the feasibility and impacts of scrubber installations (Karatuğ et al., 2022).

4. TECHNICAL PERFORMANCE ASSESSMENT

This section evaluates the technical performance of the selected vessel based on CII and EEXI indicators. The assessment focuses on the impact of EGCS operation on fuel consumption, carbon emissions, and energy efficiency parameters under actual operating conditions.

4.1 Fuel Consumption and Emission Modeling

To determine the energy efficiency of a ship, it is necessary to calculate CII and EEXI. These depend on many parameters. The main ones are main engine power, conversion factor, main engine specific fuel consumption, auxiliary engine power, shaft generator capacity, correction factor, cubic capacity, cranes and other cargo-related gear loads, weather factor, and reduction factor.

4.2 Calculation of the CII

The CII unit is "grams of CO_2 emitted per cargo-carrying capacity and nautical mile", whereby cargo capacity is either deadweight or gross tons, depending on ship type. In addition, to cater for special design and operational circumstances, the correction factors and voyage adjustments can be applied to the basic CII calculations for the purposes of determining the rating. The basic CII is calculated as CO_2 emitted per cargo-carrying capacity and nautical mile. The CII calculation will be further improved through correction factors in a separate guideline that will be developed next year. For the time being, using actual cargo carried instead of capacity (i.e. the EEOI) can only be reported on a voluntary basis and not for the purpose of the CII rating.

The Table 1 below analyzes a tanker fleet in Türkiye using data from 2025. Ship capacities, fuel consumption, distances travelled, CO_2 emissions, CII ratings, main engine loads, and time spent at sea, anchorage, and port are indicated. In this case, the scrubber-equipped vessel (referred to as X) had a D rating in 2023 and 2024, and a C rating in 2025. This is due to increased distance travel and the integration of energy-efficient systems, such as silicone paint applications, trim and voyage optimizations, and the use of tools like Energo Profin.

Table 1. Comparison of the fleet vessels during the 2025 period.

Vessel Name	Vessel Type	Capacity (mt) DWT	Total Distance (nm)	Total CO2 emitted (mt)	CII (mt x nm)	CII Rating	ME Load %	Time under propulsion %	Time Drifting/Anchoring %	Time In Port %
A	Tanker	6600	22213	2464	17399	A	41	26	49	25
B	Tanker	14787	63987	11534	13250	B	45	66	14	20
C	Tanker	19968	24488	5357	11800	C	38	25	35	40
D	Tanker	13899	16125	4964	19969	E	46	19	29	52
E	Tanker	00901	36337	6484	14690	B	52	37	23	40
X	**Tanker**	**15976**	**33892**	**8272**	**14695**	**C**	**44**	**37**	**24**	**39**
G	Tanker	19968	26231	5523	11952	B	37	27	40	33
H	Tanker	50000	11605	6424	11569	E	18	16	43	41
I	Tanker	10873	31485	4894	12823	A	55	33	30	37
J	Tanker	49999	21596	6247	6066	B	37	33	50	17
K	Tanker	6271	25093	3368	21404	B	43	32	31	37

L	Tanker	11545	33998	6355	14975	C	57	35	32	33
M	Tanker	157453	65775	30491	3216	B	48	60	30	10
N	Tanker	157453	66488	27629	2730	A	42	64	29	7
O	Tanker	10983	32612	5475	13816	B	54	34	28	38
P	Tanker	51532	32296	10846	7290	C	43	34	45	21
R	Tanker	105171	39850	15921	4355	B	40	37	39	24

4.3 Calculation of the EEXI

The calculation of the EEXI follows the calculation of the well-known EEDI. It is based on the 2018 EEDI calculation guideline, with some adaptations for existing vessels. Specific EEXI-related mandatory guidelines published by the IMO are (IMO, 2021a; IMO, 2021b; IMO, 2021c):

RESOLUTION MEPC.333(76)
RESOLUTION MEPC.334(76)
RESOLUTION MEPC.335(76)

In principle, the EEXI describes the CO_2 emissions per cargo ton and mile. It determines the standardized CO_2 emissions related to installed engine power, transport capacity, and ship speed. The EEXI is a design index, not an operational index. No measured values of past years are relevant, and no on-board measurements are required; the index only refers to the design of the ship (IMO, 2020).

The emissions are calculated based on the installed power of the main engine, the corresponding specific fuel oil consumption of the main engine and auxiliary engines, and a conversion factor between the fuel and the corresponding CO_2 mass. The transport work is determined by capacity, which is usually the deadweight of a ship, and the ship speed related to the installed power. The calculation does not consider the maximum engine power; for most ship types, it is 75% of MCR or 83% of MCR in the case of an installed overridable power limitation.

Based on the calculation, the EEXI value of our EGCS-equipped study vessel is as follows (adapted from IMO MEPC.333(76)):

$$EEXI = \frac{\left(\prod_{j=1}^{M} f_j\right)\left(\sum_{i=1}^{nME} P_{ME(i)} \times C_{FME(i)} \times SFC_{ME(i)}\right) + \left(P_{AE} \times C_{FAE} \times SFC_{AE}\right)}{f_i \times f_c \times f_l \times \text{Capacity} \times f_w \times V_{ref} \times f_m}$$

$$+ \frac{\left\{\left(\prod_{j=1}^{M} f_j \times \sum_{i=1}^{nPTI} P_{PTI(i)} - \sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \times P_{AEeff(i)}\right) \times C_{FAE} \times SFC_{AE}\right\}}{f_i \times f_c \times f_l \times \text{Capacity} \times f_w \times V_{ref} \times f_m}$$

$$- \frac{\left(\sum_{i=1}^{neff} f_{eff(i)} \times P_{eff(i)} \times C_{FME} \times SFC_{ME}\right)}{f_i \times f_c \times f_l \times \text{Capacity} \times f_w \times V_{ref} \times f_m}$$

$$EEXI = 8{,}60 \ [\text{g} - \text{CO2/ton nm}]$$

Table 2. Definitions of symbols and parameters applied in the EEXI calculation model in accordance with IMO guidelines.

Symbol	Description
(f_i)	Correction factor
(P_{ME})	Main engine power (kW)
(CF_{ME})	Fuel conversion factor for main engine
(SFC_{ME})	Specific fuel consumption of main engine
(P_{AE})	Auxiliary engine power (kW)
(CF_{AE})	Fuel conversion factor for auxiliary engines
(SFC_{AE})	Specific fuel consumption of auxiliary engines
(P_{PTI})	Power Take-In (PTI) power
(f_{eff})	Energy efficiency correction factor
(P_{eff})	Equivalent power saving due to energy efficiency technology
(f_i)	Innovation factor
(f_c)	Capacity correction factor
(f_l)	Loading condition factor
Capacity	Ship capacity
(f_w)	Weather and sea condition factor
(V_{ref})	Reference speed
(f_m)	Margin factor

5. ECONOMIC EVALUATION FRAMEWORK

This section outlines the economic framework used to assess the financial performance of the EGCS investment. The evaluation structure is based on cost components, fuel price differentials, and standard financial indicators applied in the subsequent case study analysis.

5.1 Economic Model

This model utilizes the Cost Benefit Analysis (CBA) method to determine the profitability of the investment. CBA is a quantitative tool used to determine how cost-effective different risk control options are.

Applicable during the risk assessment step, CBA is particularly suitable for strategic risk management decisions that require important resources.
The analysis requires a moderate commitment of resources such as funding and expert time, and experienced expertise in the methodology is essential to obtain valid results. Therefore, this study was conducted with the assistance of my company's finance and accounting department.
In our study, the financial metrics such as NPV and payback period are evaluated in light of installation and operational costs, consistent with the comprehensive life cycle cost frameworks established by Andersson et al. (2020) for various scrubber types.

5.2 CAPEX (Capital Expenditure)

These expenses generally refer to the amount spent on purchasing, maintaining, or upgrading equipment or systems. For this specific study, the following main categories were extracted by adding them:

- EGCS Unit Purchase
- Shipyard Steel Works
- Engineering, Design, and Class Fees

5.3 OPEX (Operational Expenditure)

These expense items include insurance, advertising, research and development (R&D) funds, and utility costs. These costs provide to maintain operational processes.
Annual additional expenses for system operation:

- Chemicals: Sodium hydroxide (NaOH), Flopam, Coagulants consumption in closed-loop mode.
- Maintenance: MRO (Maintenance Repair Overhaul), filter cleaning, sensor calibration, and periodic survey costs.
- Spares: Sensor spares, pump seals, analyzer spares.
- Extra Energy: Financial cost of additional bunkers consumed for units and control systems.

5.4 Fuel Price Differential (FPD)

The study will determine whether the FPD between HSFO and VLSFO / MGO makes scrubber investment profitable for a specific ship type and operational profile. Based on unit cost, HFO was calculated at $410 per minute and VLSFO/MGO at $720 per minute. The difference in fuel unit prices is the most critical variable in the NPV calculation.

5.5 Net Cash Flow and Financial Metrics

- Annual Savings
- NPV (Net Present Value)
- Payback Period: The number of years needed for net annual savings to recover the investment (CAPEX).

6. CASE STUDY ANALYSIS

This section presents an integrated evaluation of the selected case vessel by combining the technical and economic findings obtained in the previous sections. The analysis focuses on the operational differences observed before and after the installation of the EGCS system and examines how these differences affect fuel costs and overall investment performance. The results are assessed from the perspective of practical ship operation under real trading conditions.

6.1 Vessel and Operation Profile

This section analyzes the economic feasibility of an EGCS investment, based on technical and financial data obtained from a tanker vessel within the fleet which is operated in Türkiye. There are 17 ships of varying sizes. All necessary permits have been obtained in accordance with the Personal Data Protection Law. Company and ship names have not been mentioned.

The data used in this analysis reflects the operational characteristics of an oil chemical tanker (15976 DWT).

- Vessel Type: Oil Chemical Tanker (15976 DWT)
- Main Engine: Diesel A/S. Type: 7S35MC, Max. Cont. rating: 5180 kW
- Operational Area: Turkish Cabotage & Coastal Waters (including Emission Control Areas - ECA)
- Annual Sailing Time: 260 days (average) (during 2025 period) (detailed information has been given above Table 1.)

6.2 Fuel Consumption and Cost Comparison (2025)

Based on 2025 data, the fuel cost differences between using a Scrubber (HFO) and not using a Scrubber (MGO or VLSFO) are compared in Table 3 below. Accordingly, fuel costs, unit prices, and the total annual fuel cost and the differences between them were determined. In this case, the vessel which is used in the study achieves an annual benefit of 707,750 USD.

Table 3. Annual Benefit (Gross Fuel Savings)

Category	**Scenario A (Scrubber / HFO)**	**Scenario B (No Scrubber / MGO / VLSFO)**	**Difference (Benefit)**
Fuel Consumption (tons)	2,225 (HFO)	2,250 (MGO)	-
Unit Cost ($/ton)	$410	$720	$310 (Fuel Price Diff.)
Total Annual Fuel Expense	$912,250	$1,620,000	$707,750
Annual Gross Fuel Savings	-	-	$707,750

6.3. Scrubber System Cost Structure

The cost components required for system installation (CAPEX) and annual operational sustainability (OPEX) are detailed below:

Investment Cost (CAPEX)

Total cost (Total CAPEX: $2,750,000) including purchase, installation, engineering, classification, dry-dock period during installation, off-hire period during installation. The largest expenses in this section are the setup and off-hire period. Setup, classification, and testing take about two months. During this period, the daily hire of $20,000 results in a 60-day off-hire period of $1,200,000. The remaining $2,750,000 is calculated for setup and certification processes ($1,550,000)

Annual Operating Expenses (OPEX)

The consumables and maintenance costs required to operate the scrubber system are presented in Table 4. According to the table, in 2025, chemical costs were incurred as follows: $90,450

for 240,000 kg of NaOH, $1,683 for 300 liters of flopam, and $14,284 for 9,000 liters of coagulant. Maintenance costs were $40,000, and spare parts costs were $70,000. $20,000 was spent on the disposal of waste generated from HFO use. Finally, $60,000 was spent on heating the used HFO.

Table 4. Annual Operating Expenses (OPEX)

Category	**Cost ($)**	**Description**
Chemical Expenses	$106,417	NAOH, Flopam, Coagulant mixture
MRO Maintenance	$40,000	Annual maintenance and service fees
Spare Parts & Sensors	$70,000	Wear parts and emission monitoring devices
EGCS Sludge Disposal	$20,000	HFO waste generated after use
HFO Heating	$60,000	HFO is not a fluid fuel. Therefore, it requires continuous heating.
Total Annual OPEX	$296,417	Total annual operating cost

6.4 Financial Performance Indicators

This subsection evaluates the financial outcomes of the EGCS investment based on the cost structure presented above. The analysis focuses on annual net cash flow, payback period, and net present value to assess the economic sustainability of the system. These indicators provide a clear basis for understanding the long-term financial implications of scrubber operation under actual operating conditions.

Annual Net Cash Flow Calculation

The annual net cash flow is calculated as the difference between the gross fuel savings and the total annual OPEX: $\text{Net Cash Flow} = 707{,}750 - 296{,}417 = 411{,}333\ \$/\text{year}$. The payback period is determined by using this in the following formula.

Financial Metrics

This section aims to determine NPV and payback period. To obtain accurate analysis results, the effect of fuel price differential on NPV was examined. The sensitivity analysis performed shows the NPV in scenarios where the FPD changes by $25/ton as below table.

Table 5. The impact of FPD on annual net cash flow and NPV.

Scenarios	**FPD ($/ton)**	**Annual Net Cash Flow**	**NPV ($)**	**Result**
Low FPD (-25)	285	436,083	35.468	Beneficial in limit
Main scenario	**310**	**411,333**	**403.605**	**Beneficial**
High FPD (+25)	335	546,583	771.741	Very Beneficial

Payback Period

The time required for the investment to recover its initial cost. CAPEX is calculated by dividing net annual cash flow by A. In our study, it was found to be 6.6 years. The system will pay for itself in 6.6 years.

$$PBP = \frac{CAPEX}{\text{Net Annual Cash Flow}} = \frac{2{,}750{,}000}{411{,}333} \approx 6.60 \text{ years}$$

Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) is the difference between the present value of the return an investment will produce over its economic life and the present value of the investment costs.

NPV calculation assuming a 10-year economic life and a 9% discount rate:

- Present Value of Cash Flows: $3,153,605
- Investment Cost (CAPEX): $2,750,000
- $NPV = 3{,}153{,}605 - 2{,}750{,}000 = \mathbf{\$403{,}605}$

The positive NPV indicates that the project is financially viable and acceptable. Details are given in Table 5.

7. RESULTS OF THE CASE STUDY

This study assesses the operational, technical, and financial performance of an EGCS system-equipped vessel in a large fleet in Türkiye. During the study, the operation with and without the system was compared to a sister vessel (without a scrubber) with the same specs, and the differences were identified. The study generally discusses EGCS and its usage types. The use of CII and EEXI technical data and how it affects operating costs for the shipowner/ship operator is explained. Net profit was calculated by reducing initial installation costs and operating expenses, and the profitability of the system was determined.

In conclusion, the results can be grouped under four main headings: technical (CII and EEXI), operational, and financial outcomes.

7.1 Fuel Cost and Cash Flow Comparison

Financial analyses clearly demonstrate the impact of scrubber (exhaust gas cleaning system) utilization on operational costs. Due to the price spread between High Sulfur Fuel Oil (HSFO) and Marine Gas Oil (MGO), a gross annual saving of 707,000 USD is projected. However, operational expenses (OPEX), including chemical consumption required for the scrubber system, additional maintenance costs, and energy consumption, create an extra annual cost of 296,000 USD. Once these items are deducted, the net annual cash flow provided by the investment is calculated at 411,000 USD.

7.2 Payback Period and Net Present Value (NPV)

The profitability of the investment was evaluated based on the duration required to recover the high initial capital expenditure. With the net annual savings of 411,000 USD, the payback period of the project is determined as 6.6 years. In long-term projections, a positive Net Present Value (NPV) indicates that the project will not only cover its costs but also contribute positively to the company's capital value, providing a strategic advantage against fuel price volatility.

7.3 Impact on CII and CO_2 Emissions

EGCS keeps Sox emissions within limits, it exerts negative pressure on the CII rating. The higher carbon emission factor of HSFO compared to MGO increases total CO_2 emissions. When using EGCS, the additional operation of boilers, auxiliary machinery, and systems leads to a deterioration in CII index. As a result, more fuel is used, leading to higher carbon emissions.

7.4 Effects on EEXI

The impact on the EEXI must be evaluated in terms of both weight and power consumption. The physical weight added by the scrubber tower and its supporting structures leads to a reduction in the vessel's total deadweight capacity. As DWT is in the denominator of the EEXI formula, its decrease results in a higher index value. Plus, the system increases the auxiliary engine load, which raises the power parameter in the calculations. These technical drawbacks suggest that the vessel may require more enormous measures, such as EPL, to maintain EEXI compliance.

8. DISCUSSION AND CONCLUSION

According to MARPOL Annex VI Rule 14, as of 1 January 2020, marine fuels used outside designated Emission Control Areas must have a sulfur content of less than 0.50% m/m. MARPOL Annex VI Rule 4 permits the use of an “equivalent” compliance agent (such as a scrubber). Effective from 1 March 2020, the carriage of non-compliant fuel for use on vessels not equipped with equivalent compliance agents is also prohibited. (IMO, 2020)

The IMO, through Article 14 of Annex VI of Protocol 78 of the 1973 MARPOL Convention, decided on the gradual reduction of SOX emissions from ships into the atmosphere. Within the framework of these rules, restrictions and regulations have led to the implementation and continuous development of technologies and systems aimed at reducing emissions in the maritime decarbonization process. Studies are being conducted on energy efficiency improvements, route and voyage optimizations, and fuel-saving methods to reduce carbon footprint. This study focuses on operational, technical, and financial research and calculations regarding EGCS use. This system, calculated from these perspectives, determines how much energy efficiency it provides, its effects on the carbon index, its effects on EEXI, and its financial impact on shipowners and operators.

In conclusion, while the installation of a scrubber system remains a profitable strategy in the current bunker market, it introduces significant technical obstacles regarding a vessel's long-term regulatory standing. The findings from the study can be summarized as follows:

- Profitability vs. Efficiency: The scrubber is financially self-sustaining but negatively impacts both the EEXI and CII. Added weight reduces deadweight capacity, and the increased energy demand raises the carbon intensity.
- Regulatory Barrier: The "before-and-after" assessment and comparison of two sister ships gathered in this study proves a clear conflict between economic motivations and regulatory aims. Shipowners and ship operators are promoted by the market to use cheaper, high-sulfur fuel with a scrubber, but are penalized by the IMO for the resulting increase in carbon footprint.
- Future Outlook: For scrubbers to remain a viable long-term solution, there is a pressing need for regulatory arrangements. Without a system to "offset" the carbon penalty of scrubber operation, the maritime sector may see a forced change toward more expensive alternative fuels. Future studies should integrate the operational data presented here with life cycle assessment (LCA) models to fully capture the secondary environmental impacts of scrubber wash water on marine ecosystems, as highlighted by recent modeling efforts (Martínez-López et al., 2022).

ACKNOWLEDGE

This research is produced from the Master of Science thesis entitled *“Comparison of CII, EEXI, and Fuel Cost Performance of Vessels with and without Scrubber Systems: An Application on a Tanker Fleet”*, conducted within the Maritime Transportation Engineering Master of Science Program at the Graduate School of Istanbul Technical University.

REFERENCES

ABC Shipping Circular. (2020). *EGCS Prosedürü ve MARPOL ANNEX VI Hk.*
ABC Shipping. (2020). *EEXI technical file Document No. EEXI_TF_98389xx*
Andersson, K., Jeong, B., & Jang, H. (2020). Life cycle and cost assessment of a marine scrubber installation. *Journal of International Maritime Safety, Environmental Affairs, and Shipping*, *4*(4), 162–176. https://doi.org/10.1080/25725084.2020.1861823
DNV. (n.d.). *EEXI – Energy efficiency existing ship index.* Retrieved January 05, 2026, from *https://www.dnv.com/maritime/insights/topics/eexi/class-service-portfolio/*
International Maritime Organization. (2018). Resolution MEPC.308(73): 2018 guidelines on the method of calculation of the attained Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MEPCDocuments/MEPC.308(73).pdf
International Maritime Organization. (2021a). *2021 guidelines on the method of calculation of the attained Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI) (Resolution MEPC.334(76)).*
International Maritime Organization. (2021b). *2021 guidelines on survey and certification of the attained Energy Efficiency Existing Ship Index (EEXI) (Resolution MEPC.333(76)).* Marine Environment Protection Committee.
International Maritime Organization. (2021c). *2021 guidelines on the shaft/engine power limitation system to comply with the EEXI requirements and use of a power reserve (Resolution MEPC.335(76)).*
Karatuğ, Ç., Arslanoğlu, Y., & Guedes Soares, C. (2022). Feasibility analysis of the effects of scrubber installation on ships. *Journal of Marine Science and Engineering*, *10*(12), 1838. https://doi.org/10.3390/jmse10121838
Martínez-López, A., Marrero, Á., Martín-Cruz, Y., & González, M. M. (2022). Environmental assessment model for Scrubbers Versus Alternative Mitigation Systems for feeder vessels in Liner Shipping. *Journal of Environmental Management*, *321*, 115954. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115954
Qi, J., Feng, R., & Wang, S. (2023). Optimization of fleet scrubber installation and utilization considering sulfur emission control areas and marine fuel switching. *Journal of Marine Science and Engineering*, *11*(10), 1849. https://doi.org/10.3390/jmse11101849
Ramsay, W. J., Fridell, E., & Michan, M. (2022). Maritime Energy Transition: Future Fuels & Future Emissions. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.4151303
Stormgeo. (n.d.-a). *Navigate tomorrow – today*. Retrieved January 04, 2026, from https://stormgeo.com/
Winnes, H., Fridell, E., & Moldanová, J. (2020). Effects of marine exhaust gas scrubbers on gas and Particle Emissions. *Journal of Marine Science and Engineering*, *8*(4), 299. https://doi.org/10.3390/jmse8040299

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

OKARA-ENRICHED PANCAKES: A SUSTAINABLE APPROACH TO REDUCING SOYBEAN BYPRODUCT WASTE

Ezra Jirah C. **PANGAN**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-8083-5181
Joanna Ishi H. **CASULLA**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-1644-4241
Marianemae V. **ESPELİTA**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-8167-7686
Dazle Jane G. **MAGBİTANG**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-0278-6388
Klenton R. **TORREVILLAS**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6588-7861

ABSTRACT

The growing concern over food waste and sustainable food production has encouraged the utilization of agro-industrial byproducts in value-added food products. This study aimed to develop and evaluate okara-enriched pancakes as a nutritious and sustainable alternative to conventional pancakes by incorporating okara, a soybean byproduct generated during soymilk and tofu production. An experimental research design was employed using two formulations: Formulation 1 containing 30% okara flour and 70% all-purpose flour, and Formulation 2 containing 70% okara flour and 30% all-purpose flour. Sensory evaluation was conducted among fifty (50) selected respondents composed of young and adult professionals and working mothers to assess acceptability in terms of appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability using affective, preference, and discrimination tests.

Results revealed that Formulation 1 obtained significantly higher mean scores across all sensory attributes, indicating greater consumer preference and acceptability. Statistical analysis confirmed significant differences between the two formulations ($p < 0.05$), particularly in flavor, texture, and general acceptability. Intrinsic factor analysis showed that the most preferred formulation possessed acceptable pH levels and favorable nutritional composition, supporting its safety and quality for consumption. Furthermore, product feasibility assessment demonstrated compliance with Philippine food safety regulations and cost-efficiency for potential commercialization.

The findings indicate that okara can be successfully incorporated as a partial flour substitute in pancake production without compromising sensory quality, while enhancing nutritional value and promoting sustainable food practices. The study supports the valorization of soybean byproducts as a practical approach to reducing food waste and contributing to responsible consumption and production.

Keywords: *Food waste reduction; Okara; Pancakes; Product development; Sensory evaluation; Sustainability*

1. INTRODUCTION

Food waste has become one of the most pressing global challenges affecting environmental sustainability, food security, and resource efficiency. Large quantities of edible food and food byproducts are discarded annually, contributing to environmental degradation and inefficient use of agricultural resources. Among these byproducts is okara, the solid residue generated during soymilk and tofu production. Despite being rich in dietary fiber, protein, minerals, and bioactive compounds, okara is often treated as waste due to its high moisture content, short shelf life, and limited consumer awareness of its potential applications. Consequently, significant volumes of okara are disposed of in landfills, contributing to greenhouse gas emissions and unnecessary loss of valuable nutrients

Recent studies have highlighted the importance of valorizing agro-industrial byproducts as functional food ingredients to support sustainable food systems and circular economy practices. Okara has been recognized as a promising ingredient for food product development due to its nutritional composition, particularly its high dietary fiber and plant-based protein content. However, its application in mainstream food products remains limited, primarily because of sensory challenges such as beany flavor, texture alterations, and consumer unfamiliarity. Addressing these limitations through appropriate formulation and product development strategies is essential to enhance acceptability while maintaining nutritional and functional benefits.

Pancakes were selected as the product vehicle for this study due to their wide consumer acceptance, ease of preparation, and adaptability to ingredient modification. As a commonly consumed breakfast and snack item across various age groups, pancakes provide an ideal platform for incorporating alternative and sustainable ingredients without drastically altering consumption habits. By partially substituting all-purpose flour with okara powder, this study aimed to improve the nutritional profile of pancakes while maintaining desirable sensory characteristics. This approach aligns with growing consumer demand for healthier, plant-based, and environmentally responsible food products.

Moreover, the development of okara-enriched pancakes supports global sustainability initiatives, particularly Sustainable Development Goal (SDG) 3 (Good Health and Well-being) and SDG 12 (Responsible Consumption and Production). Utilizing okara not only reduces food waste but also promotes the production of nutrient-dense fo od options that contribute to healthier dietary patterns. Therefore, this study focused on developing and evaluating okara-enriched pancake formulations by assessing their sensory acceptability, intrinsic quality attributes, and product feasibility. The findings aim to demonstrate that soybean byproducts can be successfully transformed into acceptable, nutritious, and commercially viable food products, thereby contributing to sustainable food innovation and waste reduction.

2. MATERIAL AND METHODS

This study employed an experimental research design to develop and evaluate okara-enriched pancakes as a sustainable food product. The experiment focused on formulating pancakes using okara powder as a partial substitute for all-purpose flour and assessing their acceptability and quality. Two formulations were developed: Formulation 1 containing 30% okara powder and 70% all-purpose flour, and Formulation 2 containing 70% okara powder and 30% all-purpose flour. A conventional pancake recipe served as the control reference. The experimental

approach enabled a systematic comparison of sensory attributes, intrinsic properties, and overall product feasibility.

The primary raw materials used in the formulation of okara-enriched pancakes included all-purpose flour, dehydrated okara powder, baking powder, white sugar, iodized salt, chilled milk, fresh eggs, and melted butter. Okara was obtained from soybean processing, dehydrated, and milled into fine powder prior to use. Standard kitchen and laboratory equipment were utilized, including a food dehydrator, blender or grinder, weighing scale, measuring cups and spoons, mixing bowls, whisk, spatula, sifter, non-stick pan, and stove. All materials and equipment were properly cleaned and sanitized to ensure food safety compliance.

Fresh okara was dehydrated using a food dehydrator at a controlled temperature until sufficient moisture reduction was achieved. The dried okara was then ground using a blender or grinder to produce a fine powder and sieved to obtain uniform particle size. The resulting okara powder was stored in airtight containers to prevent moisture absorption and quality deterioration prior to product formulation.

The dry ingredients, including all-purpose flour, okara powder, baking powder, sugar, and salt, were sifted and mixed uniformly. Wet ingredients such as eggs, chilled milk, and melted butter were combined separately before being gradually incorporated into the dry mixture to form a smooth batter. The batter was portioned and cooked on a lightly oiled non-stick pan over low to medium heat until bubbles formed and the pancakes achieved a golden-brown color on both sides. Prepared samples were cooled slightly and coded for evaluation.

Methods of Evaluation

The methods of evaluation employed in this study were designed to systematically assess the acceptability, sensory quality, and intrinsic characteristics of the okara-enriched pancake formulations. Sensory evaluation techniques, including affective, preference, and discrimination tests, were used to capture consumer perceptions and determine differences between formulations.

Affective Test

Affective Test was conducted to assess the acceptability of the okara-enriched pancakes using affective, preference, and discrimination tests. Fifty (50) selected respondents composed of young and adult professionals and working mothers participated in the evaluation. Samples were coded and presented randomly to minimize bias. Respondents evaluated each formulation based on appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability using a nine-point hedonic scale ranging from “dislike extremely” to “like extremely.” Mean scores were computed to determine consumer acceptance of each formulation.

Preference Test

A preference test was employed to identify the formulation most favored by the respondents. Participants were asked to compare the two pancake formulations and indicate their preferred sample based on overall sensory experience. The frequency and percentage distribution of preferences were recorded to determine consumer inclination toward each formulation.

Discrimination Test

A discrimination test was conducted to determine whether significant sensory differences existed between the two formulations. Respondents evaluated perceptible differences in

appearance, flavor, aroma, texture, and aftertaste. Statistical analysis was applied to establish whether variations in okara substitution levels resulted in significant differences between the samples.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Product Development and Feasibility

The product development of okara-enriched pancakes focused on utilizing soybean byproduct as a functional ingredient while maintaining product quality, consumer acceptability, and commercial feasibility. Two formulations were developed by partially substituting all-purpose flour with okara powder to determine the most suitable ratio for sensory performance and market viability. The development process emphasized sustainability, nutritional enhancement, and compliance with food safety standards.

Feasibility evaluation considered sensory acceptance, production cost, ingredient availability, and regulatory compliance. Results indicated that moderate substitution levels allowed the incorporation of okara without negatively affecting sensory attributes. The findings demonstrate that okara-enriched pancakes are both technically feasible and economically viable for potential commercial production, supporting sustainable food innovation and waste reduction.

Table 1. Comparison of Okara-Enriched Pancake Formulations

Criteria	Formulation 1 (30% Okara)	Formulation 2 (70% Okara)	Observation	Feasibility Implication
Flavor	Mild, balanced	Strong okara taste	Formulation 1 preferred	Higher consumer acceptance
Texture	Soft and fluffy	Denser texture	Higher scores for Formulation 1	Better market suitability
Appearance	Golden-brown	Darker color	Visual preference for Formulation 1	Improved product appeal
Cost Efficiency	Lower cost	Higher ingredient cost	Formulation 1 more economical	Commercial viability
Overall Acceptability	Like very much	Like moderately	Formulation 1 dominant	Recommended for production

3.2 Product Acceptability

Product acceptability of the okara-enriched pancakes was evaluated through sensory analysis, focusing on appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability. Sensory evaluation is a critical component in determining consumer preference, as it reflects the likelihood of product acceptance in the market. The results of the sensory evaluation provided valuable insight into how the level of okara substitution influenced consumer perception.

Table 2. Sensory Evaluation Mean Scores of Okara-Enriched Pancake Formulations

Sensory Attribute	Formulation 1 Mean Score	Formulation 2 Mean Score
Appearance	8.04	7.38
Flavor	8.12	7.36
Texture	7.84	7.12
Aftertaste	7.98	7.18
Overall Acceptability	8.26	7.54

Based on the computed mean scores, Formulation 1 consistently obtained higher ratings across all sensory attributes compared to Formulation 2. This indicates that a moderate incorporation of okara flour enhances nutritional value while maintaining desirable sensory qualities. Although Formulation 2 was still rated positively, its higher okara content resulted in noticeable changes in flavor and texture that slightly reduced consumer preference. Overall, the findings suggest that Formulation 1 demonstrates superior product acceptability and greater potential for consumer adoption.

3.3 Significant Differences Between Formulations

The significant differences between the two okara-enriched pancake formulations were examined to determine whether variations in the level of okara substitution resulted in perceptible changes in sensory attributes. Statistical analysis was conducted to compare the mean sensory scores of both formulations across key attributes, including appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability. Identifying these differences is essential in validating consumer preference and guiding formulation decisions for product optimization.

Table 3. Significant Differences Between Okara-Enriched Pancake Formulations

Sensory Attribute	Formulation 1 Mean	Formulation 2 Mean	p-value	Interpretation
Appearance	8.04	7.38	0.024	Significant difference
Flavor	8.12	7.36	0.006	Significant difference
Texture	7.84	7.12	0.005	Significant difference
Aftertaste	7.98	7.18	0.008	Significant difference
Overall Acceptability	8.26	7.54	0.005	Significant difference

Results revealed statistically significant differences ($p < 0.05$) across all evaluated sensory attributes. Formulation 1 consistently achieved higher mean scores compared to Formulation 2, indicating that a lower level of okara substitution produced a more favorable sensory profile. The higher okara concentration in Formulation 2 contributed to stronger beany notes, denser

texture, and darker appearance, which affected consumer perception. These findings confirm that the proportion of okara significantly influences sensory quality and overall acceptability.

Overall, the presence of significant differences between formulations supports the selection of Formulation 1 as the optimal product variant. The results demonstrate that incorporating okara at moderate levels allows the enhancement of nutritional value while maintaining desirable sensory characteristics, thereby increasing the product's suitability for commercialization.

3.4 Intrinsic Food Components

The evaluation of intrinsic food components is essential in determining the quality, safety, and nutritional value of the developed okara-enriched pancake. Intrinsic factors such as pH level, water activity, and nutrient composition influence product stability, shelf life, and consumer safety. Assessing these components provides scientific support for the feasibility of the product for consumption and potential commercialization.

Table 4. Intrinsic Components of Okara-Enriched Pancake

Intrinsic Component	Observed Value	Standard / Acceptable Range	Interpretation
pH Level	6.73	6.0 – 7.0	Acceptable for cooked bakery products
Water Activity	0.93	< 0.85	Reduced microbial risk
Dietary Fiber	High	Increased vs. control	Enhanced nutritional value
Protein Content	Moderate–High	Increased vs. control	Improved protein contribution

Results of the intrinsic component analysis indicated that the most preferred formulation exhibited acceptable physicochemical properties. The measured pH value suggested a slightly neutral environment suitable for cooked bakery products, reducing the risk of rapid microbial growth.

Nutritional

The nutritional analysis confirmed that the incorporation of okara enhanced the fiber and protein content of the pancake, contributing to improved nutritional quality. These intrinsic characteristics demonstrate that okara-enriched pancakes meet acceptable food quality standards while offering added health benefits.

3.5 Packaging and Commercial Viability

Packaging plays a crucial role in maintaining product quality, safety, and consumer appeal, particularly for newly developed food products intended for market introduction. In this study, the packaging of okara-enriched pancakes was evaluated based on product protection, shelf-life considerations, regulatory compliance, and market suitability. Proper packaging is essential to preserve sensory quality, prevent contamination, and communicate product value to consumers.

The commercial viability of the okara-enriched pancake was assessed by examining packaging compatibility, cost efficiency, labeling requirements, and market readiness. Results

indicate that the product is suitable for short-term storage and immediate consumption when packed using appropriate food-grade materials. The availability of raw materials, manageable production cost, and positive consumer acceptability further support the product's potential for commercialization. Overall, the integration of sustainable ingredients and practical packaging solutions enhances the product's competitiveness in the health-oriented and eco-conscious food market.

Table 5. Packaging and Commercial Assessment of Okara-Enriched Pancake

Assessment Criteria	Packaging Option	Purpose	Observation	Commercial Implication
Primary Packaging	Food-grade plastic container	Protects product from contamination	Maintains product freshness	Suitable for retail and takeaway
Shelf-life Suitability	Short-term storage	Preserves quality for immediate consumption	Best consumed fresh	Ideal for local market sales
Labeling Compliance	Complete product labeling	Meets regulatory requirements	Includes ingredients and expiration date	Builds consumer trust
Cost Efficiency	Affordable packaging materials	Controls production cost	Low packaging expense	Supports competitive pricing
Market Readiness	Convenient and presentable	Enhances consumer appeal	Positive purchase intent	High commercial potential

CONCLUSIONS

This study successfully demonstrated the potential of okara, a soybean byproduct, as a functional ingredient in the development of okara-enriched pancakes. Through an experimental research design, two formulations with varying levels of okara substitution were developed and evaluated to determine their acceptability, intrinsic quality, and feasibility. The findings confirmed that okara can be effectively incorporated as a partial substitute for all-purpose flour, contributing to improved nutritional value while supporting sustainable food production and waste reduction.

Sensory evaluation results revealed that the formulation containing 30% okara and 70% all-purpose flour achieved significantly higher mean scores across all sensory attributes, including appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability. Statistical analysis further established significant differences between the two formulations, indicating that the level of okara substitution has a direct influence on consumer perception. These results suggest that moderate incorporation of okara provides an optimal balance between enhanced nutrition and desirable sensory characteristics.

Assessment of intrinsic food components showed that the most preferred formulation exhibited acceptable physicochemical properties, including a near-neutral pH suitable for cooked bakery products, and improved nutritional attributes such as increased dietary fiber and protein content. Although water activity was not quantified instrumentally, the product's cooked nature and use of dehydrated okara support its suitability for immediate consumption. Packaging and commercial viability evaluation indicated that the product complies with food safety and labeling regulations and can be produced at a manageable cost using accessible raw materials.

Overall, the study concludes that okara-enriched pancakes are a viable, nutritious, and sustainable food product with strong potential for local commercialization. The utilization of okara not only reduces soybean byproduct waste but also promotes responsible consumption and production. This research contributes to food innovation by demonstrating how agro-industrial residues can be transformed into acceptable and marketable food products, encouraging further exploration of sustainable ingredient utilization in the food industry.

REFERENCES

Al Loman, A., & Ju, L.-K. (2016). Soybean carbohydrate as fermentation feedstock for production of biofuels and value-added chemicals. Process Biochemistry, 51(8), 1046–1057. https://doi.org/10.1016/j.procbio.2016.04.011

Ambawat, S., & Khetarpaul, N. (2018). Comparative assessment of antioxidant, nutritional and functional properties of soybean and its by-product okara. Annals of Phytomedicine, 7(1), 112–118. https://doi.org/10.21276/AP.2018.7.1.14

Asghar, A., Afzaal, M., Saeed, F., Ahmed, A., Ateeq, H., Shah, Y. A., Islam, F., Hussain, M., Akram, N., & Shah, M. A. (2023). Valorization and food applications of okara (soybean residue): A concurrent review. Food Science & Nutrition, 11(7), 3631–3640. https://doi.org/10.1002/fsn3.3367

Azanza, M. P. V., & Gascon, L. D. (2015). Shelf-life and safety considerations of soybean curd by-products in tropical environments. Philippine Journal of Food Science, 12(2), 45–53.

Chen, J. (2020). Functional applications of dietary fiber in bakery products. Journal of Food Processing and Preservation, 44(6), e14412. https://doi.org/10.1111/jfpp.14412

Feng, X., Zhao, Y., Li, Y., & Zhang, L. (2023). Preservation technologies for soybean by-products: Challenges and opportunities. Journal of Cleaner Production, 389, 136090. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136090

Guimarães, J. T., Balthazar, C. F., Silva, R., Rocha, R. S., Graça, J. S., & Cruz, A. G. (2020). Drying methods and their effects on the quality of food by-products. LWT – Food Science and Technology, 117, 108642. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108642

Kamble, D. B., & Rani, S. (2020). Nutritional composition and health benefits of okara: A review. Journal of Food Science and Nutrition, 61(5), 435–444.

Kim, H. J., Lee, S. Y., & Park, J. Y. (2023). Fermented okara as a functional food ingredient. Food Bioscience, 52, 102356. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102356

Park, J. H., Choi, I. D., & Kim, Y. S. (2015). Application of okara in bakery products as flour substitute. Journal of Food Science, 80(10), C2146–C2153. https://doi.org/10.1111/1750-3841.13024

Sisó, M. I. G. (2020). Utilization of agro-industrial by-products in food innovation. Waste Management, 102, 172–182. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.10.047

Suzuki, T., & Banna, H. (2020). Dietary fiber characteristics of soybean residue (okara). Journal of Nutritional Science and Vitaminology, 66(3), 247–254. https://doi.org/10.3177/jnsv.66.247

Szulc, P., Błaszak, W., Wenda-Piesik, A., Gozdecka, G., & Bauza-Kaszewska, J. (2023). Environmental impact of soybean by-product waste management. Sustainability, 15(4), 3112. https://doi.org/10.3390/su15043112

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

FİBROTİK MEKANİZMALARDA ROL ALAN KODLANMAYAN RNA'LAR ÜZERİNE BİTKİ TÜREVLİ BİLEŞİKLERİN ETKİLERİ-BİR DERLEME ÇALIŞMASI

Pınar AKSOY
Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Gaziantep, Türkiye
ORCID: 0000-0002-9265-0611
Önder YUMRUTAŞ
Adıyaman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı, Adıyaman, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9657-8306
Muhittin DOĞAN
Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Gaziantep, Türkiye
ORCID: 0000-0001-5400-8065

ÖZET
Fibrozis; akciğer, karaciğer, kalp ve böbrek gibi birçok organda ilerleyici doku hasarı ve fonksiyon kaybı ile seyreden, yüksek morbidite ve mortaliteye sahip patolojik bir süreçtir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, kodlanmayan RNA'ların (non-coding RNA; ncRNA) fibrotik mekanizmaların düzenlenmesinde merkezi rol oynadığını ortaya koymuştur. MikroRNA'lar (miRNA), uzun kodlanmayan RNA'lar (lncRNA) ve dairesel RNA'lar (circRNA), başta TGF-β/Smad, PI3K/Akt, NF-κB ve Wnt/β-katenin olmak üzere birçok profibrotik sinyal yolunu modüle ederek fibroblast aktivasyonu, epitel-mezenkimal geçiş (EMT) ve ekstraselüler matriks birikimini kontrol etmektedir. Güncel literatür, bitki kökenli biyoaktif bileşiklerin ncRNA ekspresyonunu düzenleyerek antifibrotik etki gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Kurkumin, resveratrol, quercetin, silibinin, honokiol, naringenin ve berberin gibi doğal bileşiklerin; miRNA, lncRNA ve circRNA'lar üzerinden fibrotik süreçleri baskıladığı hem in vitro hem de in vivo çalışmalarda gösterilmiştir. Bu derleme, fibroziste rol alan ncRNA'ların moleküler fonksiyonlarını ve bitki türevli biyoaktif bileşiklerin ncRNA aracılı antifibrotik etki mekanizmalarını güncel literatür ışığında özetlemeyi amaçlamaktadır. Elde edilen veriler, ncRNA hedefli bitkisel bileşiklerin fibrotik hastalıkların tedavisinde umut vadeden yeni terapötik stratejiler sunabileceğini göstermektedir.
Anahtar kelimeler: Fibrozis; kodlanmayan RNA; miRNA; lncRNA; circRNA; bitki türevli biyoaktif bileşikler; TGF-β/Smad; antifibrotik etki

EFFECTS OF PLANT-DERIVED COMPOUNDS ON NON-CODING RNAS INVOLVED IN FIBROTIC MECHANISMS: A REVIEW

ABSTRACT
Fibrosis is a pathological process characterized by progressive tissue remodeling and excessive extracellular matrix deposition, leading to organ dysfunction in vital tissues such as the lung, liver, heart, and kidney. Accumulating evidence indicates that non-coding RNAs (ncRNAs), including microRNAs (miRNAs), long non-coding RNAs (lncRNAs), and circular RNAs (circRNAs), play central regulatory roles in fibrotic mechanisms. These ncRNAs modulate key profibrotic signaling pathways, particularly TGF-β/Smad, PI3K/Akt, NF-κB, and Wnt/β-

catenin, thereby influencing fibroblast activation, epithelial–mesenchymal transition (EMT), inflammation, and extracellular matrix accumulation. Recent studies have demonstrated that plant-derived bioactive compounds can exert antifibrotic effects through the modulation of ncRNA expression. Natural compounds such as curcumin, resveratrol, quercetin, silibinin, honokiol, naringenin, and berberine have been shown to regulate specific ncRNAs associated with fibrotic signaling in both in vitro and in vivo models. This review summarizes the current knowledge on the roles of ncRNAs in fibrotic diseases and highlights the molecular mechanisms by which plant-derived bioactive compounds exert antifibrotic effects via ncRNA modulation. Overall, the available evidence suggests that ncRNA-targeting phytochemicals represent promising therapeutic candidates for the prevention and treatment of fibrotic diseases, although further studies are required to clarify their bioavailability, pharmacokinetics, and clinical applicability.
Keywords: Fibrosis; non-coding RNA; miRNA; lncRNA; circRNA; plant-derived bioactive compounds; TGF-β/Smad; antifibrotic mechanisms

1. GİRİŞ

Fibrozis, çok sayıda kronik hastalığın patogenezinde yer alan ortak bir mekanizmadır. Karaciğer, kalp, böbrek ve akciğer gibi hayati organlarda ilerleyici fibrozis, organ fonksiyon kaybına ve yüksek mortaliteye yol açmaktadır (Wynn, 2008)

Fibrozis pek çok hücresel ve moleküler bileşeni içeren karmaşık bir düzenleme ağına sahiptir. Bu süreçte kodlamayan RNA'lardan özellikle miRNA, lncRNA ve circRNA birçok fibrotik gen ve sinyal yolunun önemli düzenleyicileri olarak öne çıkmaktadır. Bu RNA'ların mekanizmalarının anlaşılması, fibrozis için tanı, prognoz ve tedavi hedeflerinin geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, kodlamayan RNA'ları hedef alan bitki kökenli doğal bileşiklerin terapötik potansiyeli, güncel araştırmalarda dikkat çekmektedir. (Ali et al., 2022).

Bitkilerden elde edilen doğal bileşikler, son yıllarda fibrozis üzerinde özellikle de antifibroz özellikleriyle dikkat çekmektedir. Bu bileşiklerin kodlanmayan RNA'lar (ncRNA) üzerindeki etkileri, fibrozisin tedavisinde umut olduğundan bu derleme çalışmasında, fibroziste rol oynayan ncRNA'ların görevleri ve bitki kaynaklı bileşiklerin bu moleküller üzerindeki etkileri detaylandırılacaktır.

2.KODLANMAYAN RNA'LAR (NCRNA'LAR) VE FİBROZİS

Kodlamayan RNA'lar (ncRNA'lar), çeşitlendirilmiş biyogenez, boyut, şekil ve işlev spektrumuna sahip, proteinlere dönüşmeyen transkripsiyonel ürünler olup; protein kodlamasalar da hücresel fonksiyonların düzenlenmesinde kritik roller üstlenen RNA molekülleridir. (Chen & Kim, 2024). Bunlar, uzun kodlamayan RNA'lar (lncRNA) ve mikroRNA (miRNA) gibi çeşitli türleri içerir.

Kodlamayan RNA'lar (ncRNA'lar), genetik materyalin transkripsiyonu sonucu oluşan ancak doğrudan protein sentezine katılmayan RNA moleküllerini tanımlar. Bununla birlikte, bazı ncRNA'ların kısa peptitleri kodlayabildiğine dair bulgular son yıllarda literatürde yer bulmuştur. Yapısal olarak bu RNA'lar uzunluklarına göre iki temel gruba ayrılır: kısa ncRNA'lar ve uzun kodlamayan RNA'lar (lncRNA'lar). (Li et al., 2023).

2.1.NCRNA TÜRLERİ: MİRNA, LNCRNA, CİRCRNA VE FİBROTİK MEKANİZMALARDAKİ ROLLERİ

Fibroblastların miyofibroblastlara dönüşümü (fibroblast-to-myofibroblast transition, FMT); yara onarımı, doku yenilenmesi ve fibrotik hastalıkların gelişiminde temel bir süreçtir. Bu dönüşüm süreci; hücre morfolojisinde, genetik ifade düzeylerinde ve hücre dışı matris yapısında meydana gelen kapsamlı değişimlerle karakterizedir. Moleküler mekanizmalar uzun süredir araştırma konusu olsada, son yıllarda yapılan çalışmalar, kodlamayan RNA'ların (ncRNA'lar) bu dönüşüm üzerindeki düzenleyici etkilerini ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, mikroRNA'lar (miRNA'lar), uzun kodlamayan RNA'lar (lncRNA'lar) ve dairesel RNA'lar (circRNA'lar) gibi ncRNA alt türlerinin FMT sürecinde giderek artan rolleri dikkat çekmektedir. Bu moleküller, FMT sırasında gen ekspresyonunu hassas biçimde düzenlemek amacıyla çeşitli sinyal yolları, transkripsiyon faktörleri ve epigenetik mekanizmalarla etkileşime girerler. Doku homeostazının sürdürülmesinde kilit görevler üstlenen bu ncRNA'ların dengesindeki bozulmalar, birçok dokuda patolojik fibrozisin gelişimi ile ilişkilendirilmiştir.

FMT sürecinde ncRNA'ların oynadığı bu dinamik roller, yeni tedavi yaklaşımları için umut vadetmektedir. Belirli ncRNA'ların hedeflenmesi, aşırı miyofibroblast aktivasyonunu engelleme ve fibrotik süreçleri azaltma potansiyeline sahiptir. Genel olarak bakıldığında, ncRNA'lar inaktif fibroblastlar ile aktif miyofibroblastlar arasındaki dengenin sağlanmasında temel düzenleyici unsurlar olarak öne çıkmakta ve fibrotik hastalıkların kontrolünde yeni terapötik stratejilerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Xing & Rodeo, 2024).

3.BİTKİ TÜREVLİ BİLEŞİKLER

Güncel araştırmalar, bitki kökenli biyoaktif bileşiklerin, çeşitli kodlamayan RNA'lar (ncRNA'lar) üzerinde düzenleyici etkiler göstererek fibrotik süreçlerin hafifletilmesinde potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır.

Fibrotik hastalıklar, önemli düzeyde morbidite ve mortaliteye neden olmasına rağmen, ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından onaylanan antifibrotik ilaç sayısı oldukça sınırlıdır. Bu durumun temel nedenlerinden biri, fibrozisin gelişiminde rol oynayan sinyal yollarının çok karmaşık olmasıdır. Fibrotik süreçler, birden fazla biyolojik yolun birbirleriyle etkileşime geçtiği ağlar üzerinden ilerlemekte ve bu karmaşık yapı, etkili tedavilerin geliştirilmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca, mevcut tedaviler sıklıkla sağlıklı dokular üzerinde istenmeyen yan etkilere yol açmakta, hastalığın yavaş ilerlemesi ise uzun ve maliyetli klinik çalışmaları gerektirmektedir. Üstelik bazı hastalar tedaviye olumlu yanıt versede, hasta grupları arasındaki yanıt farklılıkları nedeniyle bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı olmayabilir. Bu nedenlerle daha etkili ve güvenli tedavi seçeneklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, çok yönlü biyolojik etkiler sergileyen bitki türevli bileşiklerin, fibrotik süreçlerin baskılanması veya geri döndürülmesinde terapötik potansiyele sahip olabileceğini göstermektedir (Azeredo et al., 2024).

Yine son yıllarda yapılan çalışmalar, bitki kökenli doğal bileşiklerin oksidatif stres ve inflamasyonla ilişkili hastalıklarda terapötik potansiyel taşıdığını göstermektedir. Bu etkilerin, çoğunlukla kodlanmayan RNA'lar (ncRNA'lar) aracılığıyla gerçekleştiği bildirilmektedir. Bu bağlamda, çeşitli doğal ürünlerin, ncRNA'lar üzerinden etki göstererek fibrotik süreçlerin düzenlenmesinde rol aldığı belirlenmiştir (Wang et al., 2024).

Bununla birlikte, bazı ncRNA'ların fibrozis gibi oksidatif stresle ilişkili hastalıkların patogenezinde kritik rol oynadığı bilinmekle birlikte, bu moleküllerin bitkisel bileşiklerle etkileşimleri henüz araştırılmamıştır. Bu alandaki boşlukların giderilmesi, doğal bileşiklerin ncRNA aracılı fibrotik mekanizmalar üzerindeki etkilerinin aydınlatılması açısından önem arz

etmektedir. Fibrozisin karmaşık sinyal yolları, hedef dışı etkiler ve hücresel yan etkiler nedeniyle mevcut bileşiklerin kullanımını zorlaştırmaktadır. Bitki türevli bileşikler, bu karmaşık süreçleri hedefleyebilme potansiyeli ve geniş biyolojik etkileri nedeniyle alternatif tedavi olarak ilgi görmektedir. Preklinik çalışmalarda bazı bitki kaynaklı bileşiklerin fibrozisi önleyici veya tersine çevirici etkileri gösterilmiş olsada, klinik kullanımları öncesinde moleküler mekanizmalarının netleştirilmesi, toksisite değerlendirmeleri ve biyoyararlanım problemlerinin çözülmesi gerekmektedir. (dos Santos Azeredo et al., 2024)

4.BİTKİ KÖKENLİ BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİN NCRNA'LAR ÜZERİNDEN ANTİFİBROTİK VE MOLEKÜLER DÜZEYDE ETKİ MEKANİZMALARI

Fibrozis sürecinde bazı yollar (TGF-β/Smad gibi) aşırı çalışır ve bu durum fibroblast aktivasyonu, inflamasyon ve kolajen birikimine yol açar. Bu süreçte miRNA ve lncRNA gibi kodlamayan RNA'ların düzeyleri bozulur ve fibrotik mekanizmalar daha da ilerler. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bitki kökenli bazı biyoaktif bileşiklerin bu ncRNA'lar üzerinden etkili olabildiğini göstermektedir. Bu bileşikler, bazı antifibrotik miRNA'ların artmasını veya profibrotik olanların azalmasını sağlayarak ilgili sinyal yollarını baskılar ve fibrozisin ilerlemesini durdurabilir. Bu yönüyle bitkisel bileşikler, ncRNA'lar üzerinden de antifibrotik etki gösterebilir.

5.BİTKİSEL BİLEŞİKLERİN NCRNA ÜZERİNDEN ANTİFİBROTİK ETKİLERİ

5.1.BERBERİN

Berberin, Coptis chinensis Franch bitkisinin rizomundan elde edilen kuaterner bir amonyum alkaloididir (Zhao et al., 2020). Kardiyovasküler koruma başta olmak üzere birçok faydalı etkiye sahiptir (Pagliaro et al., 2015). Miyokardiyal fibrozda (MF), berberin miR-29b'nin ekspresyonunu artırarak, Col1a1 ve Col3a1 gibi fibrotik hedef proteinlerin seviyelerini düşürmek suretiyle hipertansiyona bağlı fibrozisi hafifletmiştir (Wang et al., 2024). Ayrıca, miyokardiyal iskemi-reperfüzyon modelinde berberinin koruyucu etkisi, miR-26b-5p'yi indükleyerek, PTGS2 ve MAPK gibi inflamatuar ve stresle ilişkili proteinlerin baskılanması yoluyla kardiyomiyosit canlılığını artırmakta ve apoptoz ile oksidatif stresi azaltmaktadır (Jia, Shao, & Tian, 2022). Berberin aynı zamanda, pro-fibrotik lncRNA olan miyokard enfarktüsü ile ilişkili transkript (MIAT)'ı inhibe ederek kardiyak fibrozisi iyileştirmektedir (Zeng et al., 2019). MIAT, miR-24'ü baskılayarak Furin ve TGF-β1'in artışına yol açan bir lncRNA olduğundan, berberinin MIAT baskılayıcı etkisi pro-fibrotik sinyallerin azaltılmasında önemli bir mekanizma olarak görülmektedir (Qu et al., 2017). Bu moleküler etkiler, berberinin fibrotik hastalıklarda ncRNA modülasyonu yoluyla terapötik potansiyelini göstermektedir.

5.2.SİLİBİNİN

Silibinin, deve dikeni (Silybum marianum) bitkisinden elde edilen ve karaciğer koruyucu özelliğiyle tanınan bir flavonoligandır (Abenavoli et al., 2018). Antifibrotik etkisi, miR-21 ekspresyonunu baskılayarak TGF-β yolunun inhibitörü Smad7'nin serbest kalmasını sağlar. Böylece TGF-β/Smad3 sinyal yolunun aktivasyonu azalır, fibroblast aktivasyonu ve ekstraselüler matriks (ECM) birikimi düşer ve fibrozis ilerlemesi yavaşlar Ayrıca silibinin, inflamasyonu ve fibrotik faktörlerin aşırı ekspresyonunu azaltarak pulmoner fibrozis gelişimini engeller (Ma et al., 2023).

5.3.HONOKİOL

Honokiol, Magnolia officinalis bitkisinden elde edilen güçlü bir anti-inflamatuar ve antifibrotik bileşiktir. Antifibrotik etkisi, miR-200b seviyelerini artırarak epitel-mezenkimal geçişi (EMT) tetikleyip ZEB1 transkripsiyon faktörünü baskılamasıyla ortaya çıkar. Bu mekanizma, epitel hücrelerin mezenkimal hücrelere dönüşümünü engelleyerek fibrozis

gelişimini sınırlar (Pulivendala et al., 2020). Ayrıca honokiol, TGF-β/Smad sinyal yolunu ve inflamatuar yanıtları dolaylı olarak azaltarak fibrotik süreçlerin ilerlemesini engeller (Huang et al., 2017). Bu moleküler etkiler, honokiolün fibrozis tedavisinde potansiyel bir doğal ajan olduğunu göstermektedir.

5.4.GENİSTEİN

Genistein,Soya fasulyesi ve nohut gibi besin kaynaklarında bulunan, flavonoid grubuna ait polifenolik bir izoflavondur (Li, 2004). Antioksidan, antiinflamatuar ve anti-apoptotik etkileriyle metabolik hastalıklar, kanser ve kardiyovasküler hastalıklarda potansiyel terapötik etkiler göstermektedir (Mas-Bargues et al., 2022). Fibrotik hastalık modellerinde yapılan çalışmalar, genisteinin TGF-β, IL-1β ve IL-6 gibi proinflamatuar ve profibrotik sitokinlerin ekspresyonunu azaltırken Smad sinyalizasyonunu baskıladığını ortaya koymuştur. Ayrıca, Nrf2 ve HO-1 gibi oksidatif stres yanıt genlerinin ekspresyonunu artırarak oksidatif hasara karşı koruma sağladığı gösterilmiştir (Jia et al., 2018). Böbrek fibroz modeli ve in vitro çalışmalarda genistein, miyofibroblast fenotip belirteçleri olan α-SMA ve SNAI1 ekspresyonunu azaltırken, ALKBH5 RNA demetilazını artırarak fibrotik ilerlemeyi engellemiştir. Karaciğer fibrozunda da genistein, hepatik yıldız hücre aktivasyonunu, kollajen birikimini ve MMP2/9 ekspresyonunu azaltmış, inflamatuar sitokinlerin üretimini baskılayarak inflamasyon ve fibrozisi hafifletmiştir. Genistein ayrıca, p-JAK2/STAT3 ve SOCS3 proteinlerinin ekspresyonunu düzenleyerek inflamatuar sinyal yollarını modüle etmiştir (Xu et al., 2025). Akciğer fibrozisinde genisteinin, kanonik ve kanonik olmayan TGF-β sinyal yollarını inhibe ederek miyofibroblast dönüşümünü ve ECM birikimini azalttığı in vitro modellerde doğrulanmıştır. Bununla birlikte, düşük biyoyararlanım sorunları için geliştirilen nanosüspansiyon BIO 300, radyasyon kaynaklı akciğer hasarını ve fibrozisi azaltmıştır (Azeredo et al., 2024). NcRNA düzenlenmesi bağlamında, genistein farklı kanser modellerinde miR-34a, miR-151, miR-221, miR-222, miR-223 ve lncRNA HOTAIR gibi önemli ncRNA'ların ekspresyonunu modüle ederek hücre proliferasyonunu ve metastazı engellemiştir (Piergentili et al., 2022). Ayrıca lncRNA HOTAIR üzerindeki düzenleyici etkileri de bildirilmiştir (Imai-Sumida et al., 2017). Bu çoklu moleküler etkiler, genisteinin fibrotik mekanizmalarda ncRNA aracılığıyla etkili bir doğal bileşik olarak önemini ortaya koymaktadır.

5.5.QUERCETİN

Quercetin, Sophora japonica, Asparagus officinalis ve Acanthopanax senticosus gibi birçok bitkinin yaprak, çiçek ve meyvelerinde bulunan yaygın bir flavonol türüdür ve kalp-damar hastalıkları, kanser ve metabolik hastalıklar başta olmak üzere pek çok patolojide terapötik potansiyele sahiptir (Azeredo et al., 2024). Fibrotik hastalık modellerinde yapılan çalışmalar, quercetinin TGF-β1, α-SMA ve kollajen (Col1a1, Col3a1) gibi fibrotik belirteçlerin ekspresyonunu azaltarak miyokard enfarktüsü ve kardiyak fibrozisi inhibe ettiğini göstermiştir (Albadrani ve ark., 2021). Ayrıca, quercetinin kardiyak fibroblastların (CF) otofajisini artırdığı ve bu yolla fibrotik ilerlemeyi engellediği, miR-223-3p'nin baskılanması ve FOXO3'ün artırılmasıyla ilişkilendirilen mekanizmalarla ortaya konmuştur (Hu ve ark., 2021). Quercetin, aynı zamanda kanser ve inflamasyon süreçlerinde düzenlediği miR-16, miR-145, miR-155, miR-146a, miR-197 ve lncRNA SNHG7 gibi ncRNA'lar aracılığıyla hücresel fonksiyonları etkiler (Piergentili et al., 2022). Özellikle inflamatuar süreçlerin düzenlenmesinde önemli bir rol oynayan quercetin, hepatoselüler karsinomda antioksidan etkilerini lncRNA DBH-AS1'in ekspresyonunu düşürerek ortaya koymuştur (Saghafi ve ark., 2019). Fibrotik doku modellerinde quercetinin, TGF-β/AKT/mTOR ve TGF-β/Smad2/3 sinyal yollarını baskılayarak inflamatuar sitokinlerin (IL-6, IL-8) ve kollajen tip I/III ekspresyonunun azalmasına neden olduğu, aynı zamanda NF-κB aktivitesini inhibe ederek pro-fibrotik sitokinlerin üretimini azalttığı

gösterilmiştir. Ayrıca quercetin tedavisinin pulmoner fibrozda makrofajlardan miyofibroblast dönüşümünü engellediği ve böylece fibrotik doku oluşumunu azalttığı rapor edilmiştir (Xiao et al., 2011). Bu bulgular Geng ve ark. (2023) tarafından da doğrulanmıştır. Quercetinin, siklofosfamid ile indüklenen karaciğer fibrozisini önleyip tersine çevirdiği hayvan çalışmalarında da doğrulanmıştır. Bununla birlikte, yaşlanmanın fibrozis patogenezindeki rolü düşünüldüğünde, quercetin ve senolitik bileşik kombinasyonlarının, hücresel yaşlanmaya bağlı fibrotik süreçleri modüle ederek kardiyak ve pulmoner fibrozisi hafiflettiği ileri sürülmektedir (Azeredo et al., 2024). Quercetinin bu çoklu etkileri, özellikle ncRNA hedeflemesi ve yaşlanmaya bağlı fibrotik mekanizmalar açısından, fibrotik hastalıkların tedavisinde umut vadeden bir doğal bileşik olduğunu göstermektedir.

5.6.α-LİNOLENİK ASİT (ALA)

α-Linolenik asit (ALA) *Linum usitatissimum* (keten tohumu) yağında yüksek oranda bulunan bir omega-3 yağ asididir ve kardiyovasküler koruyucu özellikleri ile bilinmektedir (Prasad, Han, & Soker, 2020). Miyokard enfarktüsü sıçan modelinde, ALA açısından zengin keten tohumu yağı tedavisi, miR-133a, miR-135a ve miR-29b ekspresyonunu seçici olarak artırarak kollajen birikimini azaltmış ve fibrotik süreci baskılamıştır (Parikh et al., 2020). Bu miRNA'lar TGF-β1 ve TGF-β/Smad sinyal yollarının baskılanmasında, ECM oluşumunu engellemede ve fibroblast aktivasyonunu azaltmada kritik rol oynamaktadır (Wang et al., 2024).

5.7.RESVERATROL

Resveratrol, üzüm, yaban mersini ve yer fıstığı gibi çeşitli bitkilerde bulunan doğal bir polifenol bileşiktir (Meng et al., 2021). Fibrotik hastalıklarda, resveratrolün TGF-β/Smad sinyal yolu başta olmak üzere kanonik ve kanonik olmayan yolları inhibe ederek fibrozis üzerinde belirgin anti-fibrotik etkiler gösterdiği laboratuvar ortamındaki canlı modeller üzerindeki çalışmalarda ortaya konmuştur (dos Santos Azeredo et al., 2024). Bununla birlikte, resveratrolün fibrozisin moleküler düzenlenmesinde kodlanmayan RNA'lar (ncRNA) üzerindeki modülatör etkileri giderek artan şekilde dikkat çekmektedir. Resveratrolün özellikle mikroRNA'lar (miRNA) ve uzun kodlamayan RNA'lar (lncRNA) üzerindeki düzenleyici rolleri, inflamasyon, oksidatif stres ve hücre proliferasyonu gibi fibrotik süreçlerde kritik önem taşımaktadır. İnflamatuar yollarda görev alan miR-155, miR-663 ve onkojenik miR-21 gibi miRNA'ların resveratrol tarafından düzenlendiği gözlemlenmiştir (Latruffe et al., 2015). İnsan makrofaj hücrelerinde resveratrolün miR-Let7A'yı yükselterek inflamasyonu azalttığı (Song et al., 2016); ve farelerde miR-34 üzerindeki etkisiyle astım alerjisi semptomlarını hafiflettiği gösterilmiştir (Alharris et al., 2018). Ayrıca, fibrotik mekanizmalarda kritik rol oynayan miR-17, miR-34a ve miR-181a gibi miRNA'ların resveratrol ile baskılanması, TGF-β1 kaynaklı kardiyak fibroblast proliferasyonu ve fibrozisin ilerlemesini engellemektedir (Zhang et al., 2018; Huang ve ark., 2014; Rang ve ark., 2016). Resveratrolün, lncRNA MALAT1'in ekspresyonunu inhibe ederek, MALAT1'in lncRNA işleviyle desteklediği fibrotik süreçlerin gerilemesine katkıda bulunduğu da rapor edilmiştir (Yang et al., 2019) (Huang et al., 2019)). Bu veriler, resveratrolün fibrotik hastalıklarda çoklu ncRNA hedefleri aracılığıyla etki gösterdiğini ve bu moleküler etkileşimlerin, bitki türevli bileşiklerin fibrozis tedavisinde önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir.

5.8.KURKUMİN

Kurkumin (diferuloilmetan), *Curcuma longa* bitkisinden elde edilen polifenolik bir bileşiktir ve güçlü anti-inflamatuar, antioksidan ve anti-fibrotik özelliklere sahiptir (Abd El-Hack et al., 2021). Kodlanmayan RNA'lar açısından, kurkuminin ncRNA ekspresyonunu modüle ettiği çok sayıda çalışmada bildirilmiştir. Kurkumin**,** lncRNA UCA1 ekspresyonunu baskılayarak hücre

proliferasyonunu ve fibrotik süreçleri engelleyebilir (Wang et al., 2021). Ayrıca miRNA'lar üzerinde çift yönlü etki gösterir: miR-502c, miR-181b, miR-16, miR-15a, miR-146b-5p ve miR-132'yi yukarı regüle ederken, miR-19a ve miR-19b'yi aşağı regüle eder (Piergentili et al., 2022). Fibrotik mekanizmalarla ilişkili bu mikroRNA düzenlenmesi, inflamasyonun ve fibroblast aktivasyonunun kontrolünde kritik rol oynar. Ek olarak, kurkumin miR-21/PTEN/Akt aksını hedef alarak apoptozu indükler ve fibroblast proliferasyonunu azaltır; miR-34a ekspresyonunu artırarak antifibrotik etkiyi güçlendirir (Qiang et al., 2019).

5.9.NARİNGENİN

Naringenin, başta greyfurt olmak üzere turunçgillerde bulunan biyolojik olarak aktif bir flavonoiddir (Singh, Sharma, & Monga, 2023). Naringenin; antikanser, antiinflamatuvar ve antioksidan özellikleri yanında belirgin antifibrotik etkilere sahiptir (dos Santos Azeredo et al., 2024). Fibrotik süreçte, miR-29b ekspresyonunu artırarak TGF-β1 ve Col1a1 gibi fibrozisle ilişkili genleri baskılar (Liu et al., 2006). Ayrıca TGF-β/Smad3 yolunu inhibe eder ve epitel-mezenkimal geçişi (EMT) engeller (Li, Cen, Chen, & He, 2016). Bu sayede kolajen birikimi azalır ve fibrotik ilerleme yavaşlar. Bu veriler, naringenin ve türevlerinin ncRNA'lar (özellikle miR-29b) aracılığıyla TGF-β sinyalini baskılayarak çoklu organ fibrozunu azaltabileceğini göstermektedir.

6. MATERYAL YÖNTEM

Bu çalışma, fibrotik hastalıkların moleküler mekanizmalarında rol alan kodlanmayan RNA'ların (ncRNA) bitki türevli biyoaktif bileşikler tarafından düzenlenmesine ilişkin literatürün sistematik olmayan bir derlemesini kapsamaktadır. Literatür taraması, 2010–2024 yılları arasında yayımlanmış hakemli makaleler üzerinden PubMed (MEDLINE), ScienceDirect, Google Scholar, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Aramalarda İngilizce olarak "non-coding RNA", "miRNA", "lncRNA", "circRNA", "fibrosis", "TGF-β/Smad", "EMT", "plant-derived compounds", "natural products" ve ilgili bitkisel bileşik adları kullanılmıştır.

Dahil etme kriterleri; ncRNA'ların fibrotik süreçlerdeki rolünü açıklayan çalışmalar ile bitki kökenli biyoaktif bileşiklerin ncRNA'lar üzerinden antifibrotik etkilerini ele alan özgün araştırma ve derleme makaleleri olarak belirlenmiştir. Yalnızca protein kodlayan genlere odaklanan, mekanistik açıklama içermeyen veya hakem değerlendirmesinden geçmemiş yayınlar çalışma dışı bırakılmıştır. Seçilen makaleler, ncRNA ekspresyonu, ilişkili sinyal yolakları ve bitkisel bileşiklerin moleküler hedefleri açısından içerik analizine tabi tutulmuş; bulgular tematik olarak raporlanmıştır.

7.SONUÇ

Fibrozis, farklı organlarda kronik inflamasyon, oksidatif stres ve doku hasarına bağlı olarak gelişen, yaşam kalitesini düşüren ve mortaliteyi artıran ciddi bir patolojik süreçtir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, protein kodlamayan RNA'ların (ncRNA'lar) fibrotik mekanizmaların merkezinde yer aldığını ortaya koymuştur. Bu moleküller, başta TGF-β/Smad, PI3K/Akt, NF-κB ve Wnt/β-katenin olmak üzere birçok sinyal yolunun düzenlenmesinde kritik rol oynar. Bitki kökenli biyoaktif bileşikler, ncRNA ekspresyonunu modüle ederek fibroblast aktivasyonu, ekstrasellüler matriks birikimi ve inflamatuvar yanıt gibi fibrozis ile ilişkili temel süreçleri baskılayabilmektedir. Kurkumin, resveratrol, quercetin, epigallokateşin gallat ve baicalein gibi doğal bileşiklerin; çeşitli miRNA, lncRNA ve circRNA'lar üzerinden antifibrotik etkiler gösterdiği in vitro ve in vivo çalışmalarla desteklenmiştir. Bu veriler, bitki türevli biyoaktif bileşiklerin ncRNA aracılı mekanizmalar yoluyla çok yönlü ve hedefe yönelik antifibrotik potansiyel sunduğunu göstermektedir. Ancak klinik uygulamaya geçiş sürecinde, bu bileşiklerin biyoyararlanım, farmakokinetik profil, doz optimizasyonu ve uzun dönem

güvenlilik gibi parametrelerinin kapsamlı biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu derleme çalışma gelecekte yapılacak klinik çalışmalar, bitki kökenli bileşiklerin ncRNA temelli yeni nesil antifibrotik tedavilerin geliştirilmesinde önemli bir yer edinebileceğini göstermesi açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Wynn, T. A. (2008). Fibrosis: Cellular and molecular mechanisms. *The Journal of Pathology*, *214*(2), 199–210. https://doi.org/10.1002/path.2277

Ali, M. Ş., Singh, J., Alem, M. T., Chopra, A., Arava, S., Bhalla, A. S., Mittal, S., Mohan, A., Mitra, D. K., & Hadda, V. (2022). Non-coding RNAs in idiopathic interstitial pneumonia and COVID-19 associated pulmonary fibrosis. *Molecular Biology Reports*, *49*(12), 11535–11546. https://doi.org/10.1007/s11033-022-07820-4

Li, Q.-Y., Gong, T., Huang, Y.-K., Kang, L., Warner, C. B., Xie, O., Chen, L.-M., & Duan, X.-Q. (2023). Role of noncoding RNAs in liver fibrosis. *World Journal of Gastroenterology*, *29*(9), 1446–1459. https://doi.org/10.3748/wjg.v29.i9.1446

Chen, L.-L., & Kim, V. N. (2024). Small and long noncoding RNAs: Past, present, and future. *Cell*, *187*(23), 6451–6485. https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.10.024

Xing, X., & Rodeo, S. B. (2024). Emerging roles of non-coding RNAs in fibroblast-to-myofibroblast transition and fibrotic diseases. *Frontiers in Pharmacology*, *15*, 1423045. https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1423045

Azeredo, P. dos S., Fan, D., Murphy, E. A., & Oymacı, W. E. (2024). Potential of plant-derived compounds to prevent and reverse organ fibrosis and underlying mechanisms. *Cells*, *13*(5), 421. https://doi.org/10.3390/cells13050421

Wang, M., Yan, M., Tan, L., Zhao, X., Liu, G., Zhang, Z., Zhang, J., Gao, H., & Qin, W. (2024). Non-coding RNAs: Targets for Chinese herbal medicine in the treatment of myocardial fibrosis. *Frontiers in Pharmacology*, *15*, 1337623. https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1337623

Abenavoli, L., Izzo, A. A., Milić, N., Cicala, C., Santini, A., & Capasso, R. (2018). Milk thistle (*Silybum marianum*): A concise overview on its chemistry, pharmacological, and nutraceutical uses in liver diseases. *Phytotherapy Research*, *32*(11), 2202–2213. https://doi.org/10.1002/ptr.6171

Huang, K., Zhang, K., Guo, Y., Huang, F., Yang, K., Chen, U., & Yang, Q. (2017). Honokiol protects against doxorubicin-induced cardiotoxicity by improving mitochondrial function. *Scientific Reports*, *7*, 11989. https://doi.org/10.1038/s41598-017-12095-y

Pulivendala, G., Balyasia, S., & Godugu, C. (2020). Honokiol ameliorates pulmonary fibrosis by inhibiting TGF-β/Smad signaling. *Toxicology and Applied Pharmacology*, *391*, 114913. https://doi.org/10.1016/j.taap.2020.114913

Zhao, J., Wang, Y., Gao, J., Jing, Y., & Xin, W. (2020). Berberine mediates cardioprotective effects via Ca^{2+}-dependent mechanisms. *Frontiers in Pharmacology*, *11*, 821. https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00821

Jia, X., Shao, W., & Tian, S. (2022). Berberine alleviates myocardial ischemia-reperfusion injury via miR-26b-5p-mediated PTGS2/MAPK signaling. *Pharmaceutical Biology*, *60*(1), 652–663. https://doi.org/10.1080/13880209.2022.2048029

Zeng, Z., Pan, Y., Wu, W., Li, L., Wu, Z., Zhang, Y., & Lin, F. (2019). Berberine ameliorates myocardial hypertrophy via lncRNA MIAT-mediated autophagy. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *71*(12), 1822–1831. https://doi.org/10.1111/jphp.13170

Qu, X., Du, Y., Shu, S., Gao, M., Luo, S., Yang, T., & Lu, Y. (2017). MIAT is a pro-fibrotic lncRNA governing cardiac fibrosis post-infarction. *Scientific Reports*, *7*, 42657. https://doi.org/10.1038/srep42657

Li, S. (2004). Phytoestrogen genistein and its pharmacological interactions. *Current Medicinal Chemistry*, *10*(22), 2749–2757.

Mas-Bargues, C., Borrás, C., & Viña, J. (2022). Multimodal effects of genistein in age-related diseases. *Free Radical Biology and Medicine*, *183*, 127–137. https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2022.03.021

Jia, Q., Yang, R., Liu, X.-F., Ma, S.-F., & Wang, L. (2018). Genistein attenuates renal fibrosis in diabetic rats. *Molecular Medicine Reports, 19*(1), 423–431. https://doi.org/10.3892/mmr.2018.9635
Xu, Y., Zhang, D., Yang, S., Liu, Y., Zhang, L., & Liu, W. (2025). Hepatoprotective effect of genistein against liver fibrosis via JAK2/STAT3 signaling. *Frontiers in Bioscience-Landmark, 26*(12).
Piergentili, R., Basile, G., Nocella, C., Carnevale, R., Marinelli, E., Patrone, R., & Zaami, S. (2022). ncRNAs as tools in diagnosis and therapy. *International Journal of Molecular Sciences, 23*(16), 9353. https://doi.org/10.3390/ijms23169353
Geng, F., Zhao, L., Cai, Y., Zhao, Y., Jin, F., Li, Y., & Yang, F. (2023). Quercetin alleviates pulmonary fibrosis via inhibition of macrophage transition. *Current Issues in Molecular Biology, 45*(4).
Xiao, X., Shi, D., Liu, L., Wang, J., Xie, X., Kang, T., & Deng, W. (2011). Quercetin suppresses COX-2 expression via p300 signaling. *PLoS ONE, 6*(8), e22934. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022934
Prasad, K., Han, E. S., & Soker, M. (2020). Flaxseed in cardiovascular disease treatment. *International Journal of Angiology, 29*(4), 216–222.
Parikh, M., Kura, B., O'Hara, K. A., Dibrov, E., & Netticadan, T. (2020). Flaxseed modulates miRNA expression after myocardial infarction. *Biomolecules, 10*(9), 1297. https://doi.org/10.3390/biom10091297
Meng, T., Xiao, D., Arowolo, M., Deng, J., & Chen, L. (2021). Anti-inflammatory mechanisms of resveratrol. *Molecules, 26*(1), 229. https://doi.org/10.3390/molecules26010229
Latruffe, N., Lançon, A., Frazzi, R., Aires, V., & Delmas, D. (2015). Resveratrol modulation of inflammatory miRNAs. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1348*(1), 97–106. https://doi.org/10.1111/nyas.12819
Song, J., Jang, M., Ahn, M.-C., & Kim, A. Y. (2016). miR-Let-7A-mediated anti-inflammatory effects of resveratrol. *Nutrition Research and Practice, 10*(4), 377–384.
Alharris, E., Alghetaa, H., Seth, R., Chatterjee, S., Singh, N. P., & Nagarkatti, P. (2018). Resveratrol attenuates allergic asthma via miR-34a regulation. *Frontiers in Immunology, 9*, 2992.
Yang, K., Li, W., Duan, W., Jiang, Y., Huang, N., & Li, Y. (2019). Resveratrol attenuates cardiac fibrosis via MALAT1-miR-22-3p signaling. *International Journal of Molecular Medicine, 44*(6), 2311–2320.
Huang, S., Zhang, L., Song, J., Wang, Z., Huang, X., & Guo, Z. (2019). MALAT1 mediates cardiac fibrosis. *Journal of Cellular Physiology, 234*(3), 2997–3006.
Abd El-Hack, M. E., Mohamed, T.-S., Ayman, A. S., & Mustafa, S. (2021). Curcumin and its bioavailability. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 101*, 5747–5762. https://doi.org/10.1002/jsfa.11372
Qiang, Z., Meng, L., Yi, C., Yu, L., Chen, W., & Sha, W. (2019). Curcumin regulates miR-21/PTEN/Akt pathway. *Journal of International Medical Research, 47*, 1288–1297.
Singh, S., Sharma, A., & Monga, V. (2023). Naringenin: Sources and pharmacological profile. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 63*, 8868–8899.
Liu, X., Wang, W., Hu, H., Tang, N., Zhang, T., & Wang, M. (2006). Naringenin inhibits TGF-β1-induced fibrosis. *Pharmaceutical Research, 23*(1), 82–89.
Li, J., Cen, B., Chen, S., & He, Y. (2016). miR-29b inhibits TGF-β-induced fibrosis. *Molecular Medicine Reports, 13*(5), 4229–4237.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

HIGH-FIBER SOYFFEE POLVORON: UTILIZATION OF SOY PULP (OKARA) AND SPENT COFFEE GROUNDS AS FUNCTIONAL INGREDIENTS

Jessabel E. **RAMOS**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-9164-6235
Wilkin L.. **AGUILAR**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-6086-7559
Cherievel R. **FRANCISCO**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-6171-3252
Rosenda A. **RODRIGUEZ**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-5016-5400
Dr. Joan L. **FORTUNA**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-5139-7908

Abstract

The researchers developed and evaluated the High-Fiber Soyffee Polvoron utilizing soy pulp (*okara*) and spent coffee grounds as functional ingredients intended to promote food waste reduction and sustainable food innovation. The researchers adopted the framework of Aramouni and Deschenes (2017). Specific objectives include High-Fiber Soyffee Polvoron in terms of Appropriate Percentage per ingredient, Technology Support, Regulation, Financial and Packaging. An experimental research design was employed where two formulations were developed. The study was conducted in Carmona, Cavite with fifty (50) respondents. The product was assessed in terms of appearance, flavor, texture, aftertaste, and general acceptability. Formulation 2 obtained highly acceptable results particularly in appearance, texture, and aftertaste while no significant difference was observed in flavor and general acceptability between the two formulations. The process has three phases. Specifically, dehydration of soy pulp and SCG; powdering, sifting, toasting, mixing, molding, cooling; and Packaging. The provisions concerning the quality of the polvoron provided by the PNS/FDA 33:2022 standard was successfully met; the price per piece is Php 5.21. Furthermore, the intrinsic factors such as pH level, water activity, and nutritional content were analyzed to determine the suitable packaging. The developed product was slightly acidic with a pH of 5.41 and a low water activity of 0.55. It concluded that the developed product was high in fiber, low sugar and had trace amounts of calcium, iron and vitamin a. The use of multilayer food-grade laminated pouch with individual packaging was found appropriate in preserving product quality and stability. The study concludes that High-Fiber Soyffee Polvoron is an acceptable, nutritious, cost-effective, and sustainable alternative to conventional polvoron contributing to food waste utilization and responsible consumption.

Keywords: *functional food, food waste utilization, polvoron, product development, spent coffee grounds, soy pulp (okara),*

1. INTRODUCTION

Food waste has emerged as a critical global issue, affecting environmental sustainability, economic efficiency, and food security. Approximately one-third of food produced for human consumption is lost or wasted each year, generating significant greenhouse gas emissions and contributing to climate change. In the Philippines, food waste is prevalent at both household and commercial levels, including waste generated from restaurants, markets, and food processing facilities. Among the most overlooked sources of food waste are agricultural and processing by-products, which often retain valuable nutritional and functional properties.

Soy pulp, commonly referred to as okara, is a by-product of tofu and soymilk production. Despite being rich in dietary fiber, protein, and bioactive compounds, okara is frequently discarded due to its high moisture content and rapid spoilage. Similarly, spent coffee grounds are generated in large quantities from coffee brewing activities. These residues still contain substantial amounts of dietary fiber, antioxidants, and bioactive compounds, yet they are commonly disposed of as waste.

Polvoron is a traditional Filipino confection known for its crumbly texture and rich, buttery flavor. Because of its dry composition and low water activity, polvoron is an ideal product for functional ingredient incorporation. Enhancing polvoron with fiber-rich by-products presents an opportunity to improve its nutritional profile while maintaining cultural relevance.

This study aimed to develop a high-fiber version of polvoron using okara and spent coffee grounds as functional ingredients. Specifically, the study sought to (1) develop and standardize product formulations, (2) evaluate consumer acceptability, (3) determine significant sensory differences between formulations, (4) analyze physico-chemical and nutritional properties, and (5) identify suitable packaging for commercialization. The study aligns with Sustainable Development Goals related to zero hunger, good health and well-being, and responsible consumption and production.

2. MATERIALS AND METHODS

This study employed an experimental research design to systematically evaluate the effects of okara and spent coffee grounds incorporation into polvoron. Two formulations were developed using varying substitution ratios. The control formulation followed a conventional polvoron recipe, while the experimental formulations partially substituted all-purpose flour and coffee powder with dehydrated okara and spent coffee grounds.

Raw materials included all-purpose flour, soy pulp (okara), spent coffee grounds, coffee powder, sugar, unsalted butter, powdered milk, rice crispies, and salt. Okara and spent coffee grounds were sourced from local suppliers in Carmona, Cavite. To ensure safety and stability, both by-products underwent dehydration prior to use.

Soy pulp was dehydrated at 170 °C for 30 minutes, while spent coffee grounds were dried at 60 °C for two hours. Dehydrated materials were ground into fine powders and sifted to ensure uniform particle size. The dry ingredients were toasted to enhance flavor before mixing with butter and other ingredients. The mixture was molded into uniform pieces, cooled, and packaged for evaluation.

Methods of Evaluation

The study aims to determine the potential of High-Fiber Soyffee Polvoron as a nutritious and innovative snack product enriched with soy pulp *(okara)* and spent coffee grounds. The research involves evaluating the sensory qualities of the developed product including its flavor, texture, aroma, appearance, and overall acceptability. A total of fifty (50) respondents will conduct the sensory evaluation utilizing standardized sensory assessment techniques. Each respondent will rate the samples based on the given attributes using a hedonic scale. The results will be

compared to a traditional polvoron sample to determine significant differences in sensory properties and to highlight the nutritional and functional advantages of the High -Fiber Soyffee polvoron. Consumer feedback will also be collected to assess the overall acceptability and preferences of the study.

Preference Test. It was conducted to determine which formulation was more preferred by the panelists. Participants were asked to evaluate both samples and indicate which one they found more acceptable overall. This test helps identify consumer preference between the two formulations and provides insight into the most favorable product in terms of general acceptability.

Affective Test. It aimed to measure the panelists degree of liking or disliking toward specific sensory attributes such as color, aroma, taste, texture, and overall acceptability. Using the 9-point hedonic scale panelists rated each attribute to express their personal level of satisfaction. This test reflects the emotional or affective response of consumers to the product sensory characteristics.

Discrimination Test. It was utilized to determine whether there were perceptible sensory differences between the two formulations. Panelists were asked to assess the samples and indicate if they noticed any differences in terms of taste, aroma or texture. The T-test was used to analyze the results and compared the mean scores between the two formulations to identify if the differences in sensory attributes were statistically significant. This test helps establish whether the variations between formulations are distinguishable to the consumer.

Table 1. **High-Fiber Soyffee Polvoron Formulation**

Ingredient	Control (g)	Formulation 1 (g)	Formulation 2 (g)
All-purpose flour	500	250	375
Soy pulp (okara)	-	250	125
Coffee powder	24	12	18
Spent coffee grounds	-	12	6
Sugar	100	100	100
Unsalted butter	340	340	340

Physico-chemical analyses included pH measurement and water activity determination. Nutritional composition was analyzed to quantify energy, macronutrients, fiber, and selected micronutrients. Data were analyzed using descriptive statistics and paired sample t-tests at a 0.05 significance level.

3. RESULTS

3.1 Product Development and Feasibility

Two formulations of High-Fiber Soyffee Polvoron were successfully developed using different ratios of okara and spent coffee grounds. Formulation 2, which utilized a lower substitution level, demonstrated greater feasibility in terms of ingredient integration, processing stability, regulatory compliance, and cost efficiency. The product met Philippine food safety standards and was economically viable, with a unit cost of Php 5.21 per piece.

3.2 Product Acceptability

Sensory evaluation results showed that High-Fiber Soyffee Polvoron was generally acceptable to consumers. Formulation 2 received higher mean scores across all sensory attributes, particularly in appearance and texture. Respondents rated the product between 'like moderately' and 'like very much,' indicating positive consumer response.

Table 2. Product Acceptability

Attribute	Formulation 1	Formulation 2
Appearance	7.52	8.02
Flavor	6.92	7.30
Texture	6.84	7.44
Aftertaste	6.66	7.14
General Acceptability	7.30	7.60

3.3 Sensory Differences Between Formulations

Statistical analysis revealed significant differences between the two formulations in appearance, texture, and aftertaste ($p < .05$). No significant differences were found in flavor and general acceptability, suggesting that functional ingredient incorporation did not adversely affect taste.

Table 3. Sensory Differences between the two formulations

Attribute	p-value	Significance	Conclusion
Appearance	0.00	Significant	Formulation 2 preferred
Flavor	0.13	Not Significant	Comparable taste
Texture	0.00	Significant	Formulation 2 smoother
Aftertaste	0.04	Significant	Noticeable difference
General Acceptability	0.12	Not Significant	Equally acceptable

3.4 Intrinsic Food Components

Physico-chemical analysis showed that High-Fiber Soyffee Polvoron had a mean pH of 5.41, placing it within the slightly acidic range suitable for confectionery products. Water activity was recorded at 0.55, a level that inhibits microbial growth. Nutritional analysis revealed increased dietary fiber, moderate protein content, and reduced sugar levels compared to traditional polvoron.

Table 4. Intrinsic Food Components

Parameter	Value	Interpretation
pH	5.41	Slightly acidic, safe
Water Activity	0.55	Shelf-stable
Nutritional analysis	1.29 g fiber	Relatively high fiber

Nutritional

High-Fiber Soyffee Polvoron provides **76.97 kcal per 16 g serving,** comparable to traditional polvoron and equivalent to **3.04% of the recommended daily energy intake** for adults. Fat contributes **40.54 kcal,** with **4.50 g total fat,** including **2.72 g saturated fat,** suggesting moderate consumption for individuals with lipid-related health concerns. Carbohydrate content is **7.87 g,** of which only **1.87 g** is sugar, making the product suitable for consumers seeking reduced-sugar snacks.

Dietary fiber content is relatively high at **1.29 g (6.45% of the recommended intake),** with soy pulp (okara) contributing **84%,** thereby supporting digestive health. Protein content is modest at **1.42 g (2.01%),** primarily from soy pulp and milk solids.

In terms of micronutrients, the product contains **42.23 mg sodium (8.45%),** which may pose concerns for individuals with hypertension if consumed excessively. It also provides **22.78 mg calcium (3.04%), 0.47 mg iron (3.87%),** and **35.63 mcg RE vitamin A (5.09%),** representing an improvement over conventional polvoron. Overall, High-Fiber Soyffee Polvoron offers **higher fiber, lower sugar, and improved micronutrient content,** making it a healthier alternative to traditional polvoron.

However, the product contains **allergens (soy, wheat, dairy)** and **residual caffeine** from coffee ingredients, necessitating **clear nutritional and allergen labeling,** particularly for consumers with hypertension, kidney conditions, or caffeine sensitivity.

3.5 Packaging and Commercial Viability

Based on intrinsic product properties, multilayer laminated packaging was identified as the most appropriate option for preserving quality and extending shelf life. The packaging design supported moisture control, regulatory compliance, and consumer convenience, enhancing commercialization potential.

5. CONCLUSION

High-Fiber Soyffee Polvoron is a viable functional food product that successfully integrates food waste by-products into a culturally relevant snack. The product demonstrated acceptable sensory qualities, enhanced nutritional value, and favorable physico-chemical properties. Its affordability and compliance with food safety standards further support its commercialization potential.

The study confirms that okara and spent coffee grounds can be effectively utilized as functional ingredients in confectionery products. Future research may explore shelf-life testing, consumer market trials, and optimization of fat content to further improve product quality.

References

Ahmed, M., Rahman, M., & Islam, M. (2023). Utilization of spent coffee grounds as a functional ingredient in sponge cake formulation. *Journal of Food Processing and Preservation, 47(2), e16921.*

Anese, M., & Suman, M. (2013). Mitigation strategies of furan and other harmful compounds in food. *Food Research International, 54(1), 257–263.*

Aramouni, F. M., & Deschenes, K. (2017). Methods for developing new food products. *Academic Press*.

Asghar, A., Rashid, M. U., & Shahid, M. (2023). Nutritional characterization and food applications of okara: A sustainable soy by-product. *Journal of Food Science and Nutrition, 11(3), 145–158.*

Bakerpedia. (2022). All-purpose flour. https://bakerpedia.com Bakerpedia. (2025). Butter in baking. https://bakerpedia.com

Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2014). Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. *Food and Bioprocess Technology, 7(12), 3493–3503.*

Bejenari, I., Corcodel, L., & Balan, V. (2022). Drying kinetics and moisture diffusion in spent coffee grounds. *Journal of Food Engineering, 315, 110768.*

BiteSized. (2022). Coffee polvoron. *BiteSized.ph*. https://bitesized.ph Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., & Oomah, B. D. (2015). Minor components of coffee and their potential health benefits. *Food Research International,77,481–493.*

Campos-Vega, R., Vázquez-Sánchez, K., & Vergara-Castañeda, H. (2020). Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. *Trends in Food Science & Technology, 45, 24–36.*

Campos-Vega, R., Oomah, B. D., & Vergara-Castañeda, H. (2023). Food waste valorization: Applications of coffee by-products in food systems. *Sustainability, 15(6), 4721.*
Chef's Resource. (2022). Why butter matters in baking. https://chefsresource.com
Food and Agriculture Organization. (2023). Coffee production and by-product management. *FAO*
Guo, X., Zhao, W., & Chen, Y. (2018). Effects of drying methods on okara flour properties. *Journal of Food Quality, 2018, 1–9.* International Coffee Organization. (2023). Coffee development report. *ICO.*
Joo, S. Y., Kim, H. J., & Lee, J. H. (2023). Effect of okara addition on nutritional and sensory properties of baked products. *Food Science and Biotechnology, 32(4), 567–576.*
Key Engineering Materials. (2020). Drying behavior and antioxidant retention of spent coffee grounds. *Key Engineering Materials, 844, 120–126.*
Kim, S. H., Lee, J. Y., & Xu, J. (2023). Fermented okara as a functional ingredient in biscuits. *Journal of Functional Foods, 97, 105261.*
King Arthur Baking Company. (2021). Flour guide. https://www.kingarthurbaking.com
Kumari, S., & Kumar, A. (2022). Nutritional enrichment of bakery products using soy by-products. *Journal of Cereal Science, 104, 103426.*
Laura's Bake Lab. (2022). Butter temperature and baking results. https://laurasbakelab.com
Li, B., Qiao, M., & Lu, F. (2020). Composition, nutrition, and utilization of okara (soybean residue). *Food Reviews International, 36(1), 1–22.*
Martins, Z. E., Pinho, O., & Ferreira, I. M. (2020). Food waste valorization: Spent coffee grounds as a functional ingredient. *Trends in Food Science & Technology, 101, 27–40.*
Ministry of Pastry. (2024). Butter composition and baking performance. https://ministryofpastry.com
Moore, L. (2024). Nutritional profile of soy by-products. *Journal of Plant-Based Nutrition, 6(1), 33–45.*
Nzekoue, F. K., Angeloni, S., Navarini, L., & Sagratini, G. (2020). Coffee silverskin and spent coffee grounds as functional ingredients. *Foods, 9(6), 768.*
Philippine National Standard / FDA. (2022). PNS/FDA 33:2022 – Code of practice for ethnic flour-based confectionaries.
Ragus, K. (2021). Understanding sugar functionality in baking. *International Journal of Culinary Science, 4(2), 55–63.*
RestoNYC. (2023). Butter in laminated dough. https://restonyc.com
Rinaldi, M., Dall'Asta, M., & Galaverna, G. (2021). Okara-based functional bakery products. *Foods, 10(5), 1123.*
Rodriguez, J. A., Perez, L., & Gomez, M. (2024). Sensory optimization of okara-fortified baked goods. *Journal of Food Product Development, 29(1), 44–58.*
Silva, M. A., Nebra, S. A., & Ribeiro, M. (2020). Use of spent coffee grounds as a cocoa powder substitute. *Journal of Food Engineering, 276, 109887.*
Times of India. (2021). How to store flour properly. https://timesofindia.indiatimes.com
Tridtitanakiat, S., Hernandez-Estrada, Z. J., & Rayas-Duarte, P. (2023). Drying temperature effects on okara flour quality. *Journal of Food Science, 88(3), 1021–1033.*
United Nations Environment Programme. (2021). Food waste index report. *UNEP*.
United States Pharmacopeia (2021). General Chapter, ⟨922⟩ Water Activity.USP-NF. Rockville, MD: *United States Pharmacopeia*.

USDA FoodData Central. (2022). All-purpose flour. https://fdc.nal.usda.gov Vázquez-Sánchez, K., Campos-Vega, R., & Vergara-Castañeda, H. (2021). Stability and safety of spent coffee grounds for food use. *Food Control, 121, 107587.*
Wang, J., Li, Y., & Chen, X. (2021). Effect of oven-drying on okara powder quality. *Journal of Food Processing and Preservation, 45(7), e15578.*
Wicaksono, A., & Yamamoto, S. (2025). Nutritional and functional evaluation of okara. *Animal Feed Science and Technology, 311, 115015.*
World Health Organization. (2022). The state of food security and nutrition in the world. *WHO.*
Yadav, P., & Vandana, V. (2023). Fermentation strategies to enhance okara utilization. *Journal of Food Biotechnology, 7(2), 89–101*

GELENEKSEL DİYARBAKIR EVLERİNDEKİ YAPISAL SORUNLAR

Senanur ŞENGÜL
Dicle University, Institute of Science, Department of Architecture, 21280, Sur, Diyarbakır
ORCID: 0009-0009-7620-4310
Esra ARAL
Dicle University, Institute of Science, Department of Architecture, 21280, Sur, Diyarbakır
ORCID: 0009-0009-8448-9600
Pınar CAN
Dicle University, Institute of Science, Department of Architecture, 21280, Sur, Diyarbakır
ORCID: 0009-0005-1093-8937
Prof.Dr. Fatma Meral Halifeoğlu
Dicle University, Institute of Science, Department of Architecture, 21280, Sur, Diyarbakır
ORCID: 0000-0003-2032-3774

ÖZET
Kültürel mirasın en somut bileşenlerinden olan tarihi yapılar, inşa edildikleri dönemin ve bölgenin geçmişini, yaşam biçimini, sosyokültürel ve sosyoekonomik durumunu ve birikimini anlatan önemli belgelerdir. Tarihsel süreç içerisinde birçok farklı medeniyetin izlerini taşıyan Diyarbakır evleri, plan kurguları, malzeme kullanımı ve yapım teknikleriyle bölgenin mimari kimliğini yansıtan önemli kültürel miras öğeleridir. Ancak zaman içerisinde çevresel etkenler, sosyo-ekonomik değişimler ve insan kaynaklı müdahaleler nedeniyle bu yapıların önemli bir kısmı yapısal açıdan bozulmalara maruz kalmıştır. Bu çalışmada, tarihi yapılardaki genel yapısal sorunlar ele alınmış ve bu bağlamda özgün mimari kimliğiyle öne çıkan geleneksel Diyarbakır evlerindeki yapısal sorunlar incelenmiştir. Mezopotamya sivil mimarisinin karakteristik bir örneği olan Diyarbakır evleri, ana malzeme olarak kullanılan bazalt taşının özellikleri, yapının oturduğu zemin-yapı etkileşimi, nem problemleri, uygunsuz yapılan çimento esaslı müdahaleler, taşıyıcı sistemdeki kapasite kaybı ve kaymalar, bakımsızlık ve vandalizm gibi nedenlerden ötürü hasar almıştır. Çalışma kapsamında öncelikle literatür taraması yapılarak Geleneksel Diyarbakır evlerinin mimari özellikleri incelenmiş ve bu konutlarda meydana gelen yapısal sorunlar incelenmiştir. Ardından saha çalışmalarıyla seçilen örnek yapılarda gözlemsel analizler gerçekleştirilmiş, fotoğraflama çalışmaları yapılmış ve taşıyıcı sistem, malzeme durumu, nem ve bozulma türleri yerinde değerlendirilmiştir. Son aşamada ise elde edilen veriler, uluslararası koruma kriterleri (ICOMOS) çerçevesinde analiz edilmiştir. Bu çalışma, geleneksel Diyarbakır konut mimarisinin yapısal sorunlarının tespiti için bilimsel bir altlık oluşturmayı hedeflemektedir.
Anahtar Kelimeler: Kültürel miras, Diyarbakır evleri, Yapısal sorunlar, Tarihi yapılar

STRUCTURAL PROBLEMS IN TRADITIONAL DİYARBAKIR HOUSES

ABSTRACT
Historical buildings, as the most tangible components of cultural heritage, are significant documents that reflect the history, lifestyle, socio-cultural and socio-economic status of their period and region. Reflecting the traces of many different civilizations throughout history, Diyarbakır houses are essential heritage elements representing the architectural identity of the region through their spatial layouts, material usage, and construction techniques. However, over time, a significant portion of these structures has suffered structural deterioration due to

environmental factors, socio-economic changes, and human-induced interventions. In this study, general structural problems in historical buildings are discussed, and within this context, the structural issues in traditional Diyarbakır houses are examined. As a characteristic example of Mesopotamian civil architecture, Diyarbakır houses have sustained damage due to the properties of the basalt stone used as the primary material, soil-structure interaction, moisture problems, inappropriate cement-based interventions, capacity loss and shifts in the load-bearing system, lack of maintenance, and vandalism. The study followed a three-staged methodology. First, a literature review was conducted to examine the architectural features of traditional Diyarbakır houses and their structural problems. Second, field studies were carried out on selected sample buildings to perform observational analyses and photographic documentation. During these site visits, the load-bearing systems, material conditions, moisture levels, and types of decay were evaluated. In the final stage, the data obtained were analyzed within the framework of international conservation criteria (ICOMOS). This study aims to provide a scientific basis for identifying the structural problems of traditional Diyarbakır residential architecture.
Keywords: Cultural Heritage, Diyarbakır Houses, Structural Problems, Historic Buildings

1.GİRİŞ

Tarihi yapılar, bir toplumun geçmişini ve medeniyet birikimini yansıtan en önemli belgeler niteliğindedir; ancak bu yapılar zaman içerisinde doğal afetler ve yıpratıcı çevresel etkiler sonucunda ciddi yapısal sorunlarla karşı karşıya kalarak yok olma riski taşımaktadır. Statik dengeyi tehdit eden bu sorunlar genellikle yapının oturduğu zeminden, taşıyıcı sistem tasarımındaki hatalardan, malzeme yorgunluğundan veya bilinçsizce yapılan onarımlar gibi antropojenik etkenlerden kaynaklanmaktadır (Gürel & Dereli, 2023).

Anadolu'nun en köklü yerleşim merkezlerinden biri olan Diyarbakır Suriçi Bölgesi, bu genel yapısal risklerin yanı sıra kentin iklimi, jeolojik yapısı ve halkın mahremiyete dayalı yaşam biçimiyle şekillenmiş özgün bir konut dokusuna ev sahipliği yapmaktadır (Budak & Işık, 2024). Diyarbakır evleri; bölgeye özgü bazalt taşı mimarisi, avlulu plan şemaları ve geleneksel yapım teknikleriyle yapısal analiz açısından kritik bir öneme sahiptir (Dalkılıç, 1999; İnal, 2016). Ancak bu özgün yapılar, günümüzde hem malzemenin doğasından hem de yanlış koruma politikalarından kaynaklanan yoğun bir bozulma süreci içerisindedir. Diyarbakır evlerindeki yapısal sorunlar, ana malzeme olan bazaltın gözenekli yapısı nedeniyle oluşan nem problemleri ve buna bağlı malzeme kayıplarıyla başlamakta; bakımsızlık, zemin-yapı etkileşimindeki bozulmalar ve özellikle tarihi dokuyla uyumsuz çimento esaslı müdahalelerle statik bir tehlikeye dönüşmektedir (Payaslı Oğuz & Halifeoğlu, 2017).

Bu çalışma, geleneksel Diyarbakır evlerinin yapım teknikleri ve kullanılan malzemeler doğrultusunda ortaya çıkan yapısal sorunları incelemeyi amaçlamakta; söz konusu problemlerin nedenlerini tartışmayı hedeflemektedir.

Şekil 1 ***Diyarbakır Suriçi Bölgesi planı, (Albert Gabriel, 1940)***

2. MATERYAL VE METOD

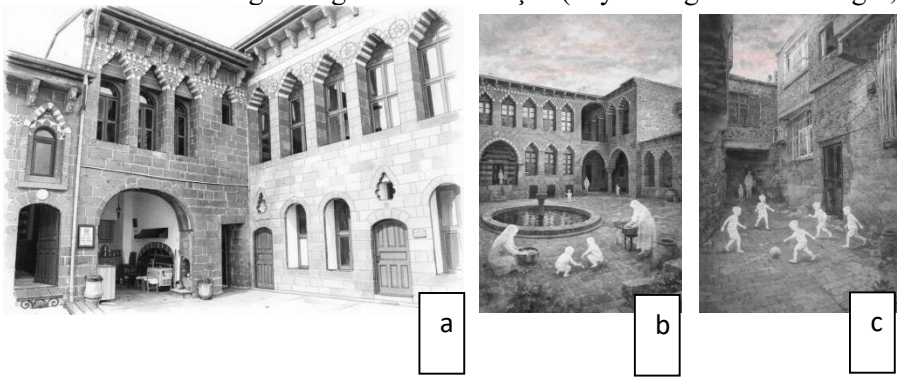
Çalışmanın ana materyalini, Diyarbakır tarihi Suriçi bölgesinde yer alan ve tescilli olan geleneksel konut yapıları oluşturmaktadır. Bölgenin karakteristik özelliklerini yansıtan ve farklı derecelerde yapısal bozulma gösteren Diyarbakır evleri incelenmiştir. Yapılan alan çalışması ile yapıların güncel durumundaki yapısal sorunlar tespit edilmiştir.

Araştırma, yapısal sorunların tespit edilmesi ve analiz edilmesi amacıyla üç aşamalı bir metodoloji izlenerek gerçekleştirilmiştir Öncelikle literatür taraması ve ön hazırlık ile Diyarbakır'ın iklimsel özellikleri, bazalt taşının fiziksel ve kimyasal yapısı ve geleneksel yapım teknikleri üzerine mevcut akademik çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra saha çalışması ve yerinde incelemeyle belirlenen yapılarda gözlem yoluyla hasar tespiti yapılmış ve hasarlar fotoğraflanarak kayıt altına alınmıştır. Son olarak değerlendirme ve analizle elde edilen veriler, yapısal mekanik ve koruma ilkeleri çerçevesinde analiz edilmiştir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

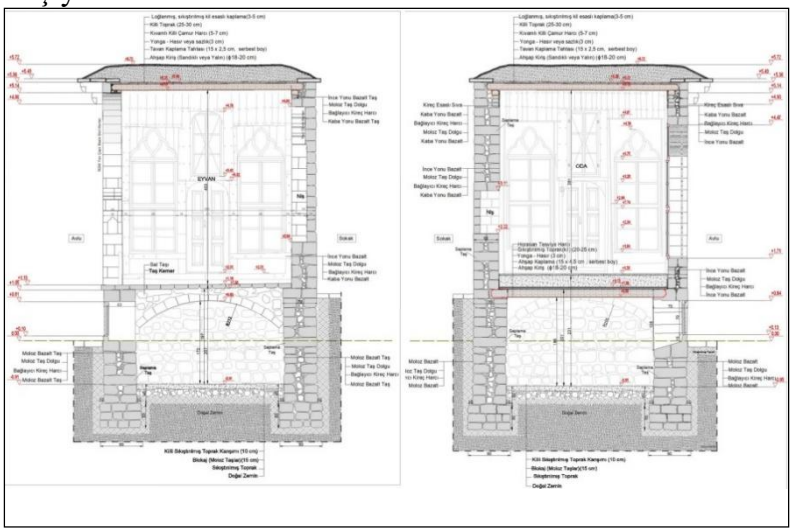
3.1. Geleneksel Diyarbakır evlerinin mimari ve yapısal özellikleri

Diyarbakır, antik dönemlerden günümüze kadar farklı uygarlıkların izlerini bünyesinde barındıran, tarihsel ve kültürel açıdan önemli bir kenttir. Stratejik konumu sayesinde kent, tarih boyunca yönetim, ticaret, sanat ve bilim alanlarında etkin bir merkez olmuştur. Bu çok katmanlı tarihsel süreç, kentin fiziksel dokusunu ve mimari kimliğini doğrudan etkilemiştir (Payaslı Oğuz & Halifeoğlu, 2017).



Şekil 2 ***Geleneksel Diyarbakır evi (a Ahmed Arif Evi, b Cemil Paşa Konağı, c sokaktan kesit)***

Konutlar, yalnızca barınma ihtiyacını karşılayan yapılar olmanın ötesinde, kentin tarihsel sürekliliğini, yaşam biçimini ve toplumsal ilişkilerini yansıtan önemli kültürel miras öğeleri olarak değerlendirilmektedir. Özellikle Diyarbakır Suriçi ve çevresinde yoğunlaşan bu yapılar, yüzyıllar boyunca geliştirilen yerel bilgi ve ustalık birikiminin somut örneklerini sunmaktadır.
Geleneksel Diyarbakır Evleri plan şeması olarak genellikle avlu etrafında gelişen, içe dönük ve mahremiyeti esas alan bir kurguya sahiptir (Şekil 2). Avlu, yapının hem iklimsel konforunu sağlayan hem de taşıyıcı sistemle doğrudan ilişkili mekânsal bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Eyvanlar, revaklar ve yarı açık mekânlar, yapının yük dağılımında ve mekânsal organizasyonunda önemli rol oynamaktadır.
Diyarbakır, çöl karakterli ovalar arasında, Karacadağ'dan Dicle'ye uzanan, Dicle vadisinin kapladığı bazalt yayla üzerine kurulmuş olduğundan kentteki yapıların ana malzemesi bazalt taşı olmuştur (Dalkılıç & Aksulu, 2001). Ana malzeme olarak kullanılan bazalt taşı dayanıklılığı ve ısıyı geç iletme özelliği sayesinde hem taşıyıcı duvarlarda hem de cephe düzenlemelerinde belirleyici bir rol üstlenmiştir. Duvarlar genellikle yığma sistemle inşa edilmiş, taşıyıcı unsur olarak kalın taş duvarlar tercih edilmiştir. Yapılar genellikle bodrum, zemin ve üst kattan oluşan dikey bir kurguya sahiptir. Zemin katlarda sal taşlarının döşeme olarak tercih edildiği durumlarda, sal taşlarını taşıma amacıyla bodrum katlardaki açıklıkların taş kemer sistemlerle geçildiği gözlenir. Sal taşları bu kemerlerin üzerine yerleştirilerek taşınır. Sal taşlarının döşeme olarak kullanılmadığı durumlarda ve diğer katların tavan döşemelerinde ahşap kirişlerin taşıdığı ahşap kaplama sistemi tercih edilmektedir. Zemin kat ile üst kat arasındaki döşemelerde ise yalnızca ahşap esaslı bir sistem uygulanıp, kirişlerin üzerinde yer alan kaplama tabakası sıkıştırılmış horasan harcı ile birleştirilerek yapısal bütünlük sağlanmıştır (Payaslı Oğuz & Halifeoğlu, 2017). Çatı sistemi, çoğunlukla düz dam şeklindedir. Çatının taşıyıcı yapısı, oda duvarlarının arasına yerleştirilen ahşap kirişlerden oluşmakta; kirişlerin üstü ahşap kaplama malzemesiyle kapatılmaktadır. Bu tabakanın üstünde yüzeyi bütünlemek amacıyla kamış, dal veya ince ahşap elemanlar kullanılmakta, son katman ise su geçirimsizliği sağlamak için sıkıştırılmış toprak ve horasan harcı ile oluşturulmaktadır (İnal, 2016).
Ancak bu geleneksel yapım teknikleri ve malzemeler, günümüz koşullarında çeşitli yapısal sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır.



Şekil 3 Diyarbakır geleneksel evlerinden örnek iki kesit (İnal, 2016)

3.2. Yapısal Sorunlar

Tarihi yapılar; inşa edildikleri dönemin teknik, sosyokültürel ve ekonomik verilerini günümüze aktaran, coğrafya ile kültürün harmanlandığı özgün belgelerdir. Toplumsal bellek ve aidiyet duygusunun sürekliliği açısından kritik öneme sahip olan bu yapıların korunması, yalnızca fiziksel bir onarım değil, kültürel mirasın sürdürülebilirliğini sağlama çabasıdır. Ancak bu yapılar; inşa edildikleri andan itibaren doğal süreçler, malzeme yorgunluğu ve bilinçsiz insan müdahaleleri gibi çeşitli iç ve dış etkenlerin baskısı altında kalarak zamanla ciddi yapısal sorunlarla karşı karşıya kalmaktadırlar (Çuha & Işık, 2025).

Yapısal bozulma, yük aktarım mekanizmalarının kesintiye uğraması ve bileşenler arası dengenin yitirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Croci, 1998). Geleneksel yığma yapılarda malzeme bazlı deformasyonlarla başlayan bu süreç, zamanla yapısal stabiliteyi tehdit eden bütüncül bir soruna dönüşmektedir (Feilden, 2003). Estetik kaybın ötesinde, yapının statik ömrünü doğrudan etkileyen bu bozulmaların bilimsel yöntemlerle teşhis edilmesi; müdahale kararlarının sürdürülebilirliği ve kültürel mirasın statik güvenliğinin sağlanması açısından temel bir zorunluluktur (ICOMOS, 2003).

Yapısal bozulma nedenleri; doğal, yapısal ve antropojenik (insan kaynaklı) faktörler olarak sınıflandırılmaktadır. Bu süreçte iklimsel ve atmosferik koşullar malzemenin fiziksel ve kimyasal yapısını doğrudan etkilemektedir. Özellikle ani sıcaklık değişimleri termal genleşme kaynaklı mikro çatlaklara yol açarken, karasal iklimin hüküm sürdüğü bölgelerdeki donma-çözünme döngüleri, malzemenin iç yapısında mekanik ayrışmaları ve yüzey kayıplarını hızlandırmaktadır (Gürel & Dereli, 2023).

Nem ve su kaynaklı sorunlar, tarihi yapılardaki en yaygın ve yıkıcı bozulma türleri arasındadır. Yağmur sularının çatılardan veya cephelerden sızması, yer altı sularının kılcallık (kapilarite) yoluyla temellerden yukarı yükselmesi; taş, harç ve sıva katmanlarında erime, yumuşama ve dökülmelere yol açar. Suyun içinde taşıdığı çözünebilir tuzlar, malzemenin gözeneklerinde birikerek kristalleşme baskısı yaratır ve bu durum yüzeyde çiçeklenme (efloresans), kabuk atma ve tozlaşma gibi patolojik problemlere sebep olur (Gürel & Dereli, 2023). Ayrıca nemli ortamlar, biyolojik bozulmalar için uygun bir zemin hazırlar; yosun, liken, mantar ve alglerin yüzeylere yerleşmesi hem estetik kirliliğe hem de salgıladıkları enzimlerle kimyasal aşınmalara neden olur. Duvar derzlerinde gelişen bitki kökleri ise zamanla derinleşerek taşıyıcı sistemi ayırabilir ve statik dengeyi bozabilir (Çetin & Diler, 2021).

Yapısal ve zemin kaynaklı sorunlar, tarihi eserlerin bütünlüğünü tehdit eden bir diğer kritik boyuttur. Yapının oturduğu zeminin taşıma gücünün yetersiz olması, heterojen zemin yapısı veya yer altı su seviyesindeki değişimler sonucunda meydana gelen farklı oturmalar (diferansiyel oturma), taşıyıcı duvarlarda 45 derecelik açıyla gelişen derin çatlaklara, aks kaymalarına ve bölgesel çökmelere yol açar (Döndüren & Şişik & Demiröz, 2017). Deprem gibi sismik hareketler ise yığma yapıların çekme gerilmelerine karşı dayanıksız olması nedeniyle duvarların düzlem dışı devrilmesine, köşelerden ayrılmasına ve kemer/kubbe gibi eğrisel elemanlarda açılmalara sebep olabilmektedir (Örmecioğlu, 2010).

Son olarak, insan kaynaklı etkenler tarihi yapıların yok olma sürecindeki en büyük risk faktörünü oluşturmaktadır. Yapıların terk edilmesi ve bakımsız bırakılması, bozulma sürecini geometrik olarak hızlandırırken; bilinçsizce yapılan niteliksiz onarımlar geri dönüşü olmayan hasarlara yol açar. Özellikle özgün kireç esaslı harçlar yerine kullanılan çimento esaslı harçlar, gözeneksiz ve rijit yapıları nedeniyle taşın nefes almasını engelleyerek nemin yapıda hapsolmasına, tuzlanmanın artmasına ve özgün dokunun çatlamasına neden olur. Bunlara ek olarak vandalizm, define kazıları, yangınlar, savaşlar ve kontrolsüz kentleşme baskısı, kültürel

mirasın fiziksel ve kimyasal olarak yok olmasına sebebiyet veren temel antropojenik faktörlerdir (Döndüren & Şişik & Demiröz, 2017).

3.2.1. Geleneksel Diyarbakır evlerindeki yapısal sorunlar

Geleneksel Diyarbakır evleri, tarihsel süreç içerisinde iklimsel, çevresel, toplumsal ve yapısal pek çok etkenin etkisi altında biçimlenmiş özgün konut örnekleridir. Ancak bu yapılar, zaman içerisinde gerek doğal etmenler gerekse insan kaynaklı müdahaleler nedeniyle çeşitli bozulmalara maruz kalmıştır.

Çatı örtüsü-damlardaki yapısal sorunlar

Evlerin en üst kotu olan katmandır. Yapıyı dış etkilere karşı korumak için yapılmaktadır. Geleneksel Diyarbakır evlerini incelediğimizde çatı örtüsü genellikle toprak, saçak kısımları ise bingiler üzerine oturtulmuş bazalt taştan inşa edilmektedir (İnal, 2016). Damlar toprak olarak inşa edildiği için iklimsel durumlara karşı daha savunmasızdır. Geleneksel konutların terk edilmesi, mevsimsel bakımsızlığı, taşıma kapasitesinin üstünde ek yük bindirilmesi, ahşap kiriş ve kaplamalarının zayıflaması gibi nedenlerle damlar çökmektedir (Şekil 4).

Şekil 4 ***Toprak dam örtüsü çöken(a,b) ve saçakları hasarlı(c) yapısal sorunlar***

Duvarlardaki yapısal sorunlar

Duvar ve taşıyıcı sistemlerde görülen bozulmalar genellikle bakımsızlıktan kaynaklanmaktadır. İklimsel koşullar ile malzemenin zamanla zarar görmesi ve derzlerin yok olması (Şekil 7c), geleneksel toprak damların yerini betonarme uygulamalara bırakmasıyla mevcut duvar yapısına ek bir kütle yükleyerek yapısal bütünlüğü riske atması (Şekil 5c), yapıya eklenen farklı nitelikli malzemelerle (Şekil 7a) duvarın yapısal sürekliliğini bozması ve yük altında birimlerin bağımsız hareket etmesine (ayrışmasına) neden olması, çimento esaslı harçlar (Şekil 5b) ile bazalt taşının hasar alması (Şekil 6a) gibi nedenler duvarın taşıma kapasitesinin azalmasına ve zamanla hasar alıp yıkılmasına neden olmaktadır.

Şekil 5 ***Yıkılan(a), malzeme hasarı alan(b) ve düzlem dışı deformasyon(c) yapısal sorunları***

Şekil 6 ***Malzeme hasarı(a), vandalizm hasarlı duvarlar (b) yapısal sorunları***

Şekil 7 ***Statik dengeyi etkileyen hatalı müdahaleler(a), çatlak(b), derz boşalması(c) yapısal sorunları***

Taşıyıcı sitem ve döşemelerdeki yapısal sorunlar

Yapının taşıyıcı bileşenleri olan kemer ve sütunlarda; maruz kalınan ek yükler, niteliksiz müdahaleler ve uzun süreli bakımsızlık kaynaklı yapısal bozulmalar tespit edilmiştir. Döşeme düzlemine binen aşırı yükler (Şekil 8a ve 9c) ve iklimsel etkiler (Şekil 9a ve b), sistemde geometrik deformasyonlara (sehim) ve kısmi yıkımlara yol açmıştır. Yapısal sürekliliğin bozulması ve vandalizm gibi dış etkenler sonucunda, taşıyıcı sistem zarar görmüş veya bir kısmı yıkılarak işlevini yitirmiştir.

Şekil 8 ***Döşemede sehim(a), yıkılan döşeme(b), hasarlı taşıyıcı sistem(c) yapısal sorunları***

Şekil 9 ***Yıkılan döşeme(a ve b), döşemede sehim(c) yapısal sorunları***

Zemin ve temel kaynaklı yapısal sorunlar

Tarihi yapılarda zemin kaynaklı hasarlar, yapının statik dengesini temelden sarsan ve genellikle zincirleme yapısal bozulmaları tetikleyen en kritik sorunların başında gelmektedir. Yapı yüklerini zemine ileten temel sistemi, yapının toprak altında kalan bileşeni olması nedeniyle, bu bölgede oluşan sorunların doğrudan gözlemsel tespiti oldukça güçtür ve bu durum hassas teknik ölçümler gerektirmektedir. Diyarbakır evlerinin yapı-zemin etkileşimi incelendiğinde, yapıların geniş bir bazalt yaylası üzerine inşa edildiği görülmektedir. Zemin tabakasının kayalık olması nedeniyle temellerin çok derin açılmadığı saptanmıştır. Ancak, bu tip sert zeminlerde dahi "farklı oturmalar" (diferansiyel oturma), yapısal bütünlüğü tehdit eden en önemli faktördür. Zemin yüzeyindeki taşıma gücü farklılıkları veya yeraltı suyunun hareketi; duvarlarda aks kaymalarına, yapı elemanlarında ciddi deformasyonlara ve özellikle kapı/pencere gibi boşluk çevrelerinde 45 derecelik diyagonal çatlakların oluşmasına neden olmaktadır. Ayrıca, zemin altındaki suyun drenaj problemleri nedeniyle yapı temeline nüfuz etmesi, zamanla taşıyıcı malzemenin fiziksel ve kimyasal bozunmasını hızlandırmaktadır. Nem ve suyun sürekli etkisi, temelin bağlayıcılığını yitirmesine ve uzun vadede yapının statik stabilitesini kaybederek yıkılmasına yol açabilmektedir (İnal, 2016; Döndüren, Şişik & Demiröz, 2017).

Şekil 10 ***Zemin ve temel kaynaklı yapısal sorunlar***

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, geleneksel Diyarbakır evlerinde görülen yapısal bozulmalar, fiziksel çevre koşulları, yapım teknikleri, malzeme özellikleri ve insan kaynaklı etkenler çerçevesinde ele alınmıştır. İncelemeler, söz konusu yapıların özgün mimari karakterlerini belirleyen yapım sistemlerinin, zaman içerisinde çeşitli dış ve iç etkenlere bağlı olarak zayıfladığını ortaya

koymaktadır. Özellikle iklimsel koşulların etkisiyle oluşan sıcaklık farkları, nem ve suyun yapı bünyesine nüfuzu, taş ve harç malzemelerde ciddi bozulmalara yol açmakta; bu durum taşıyıcı sistemin bütünlüğünü olumsuz etkilemektedir. Buna ek olarak, yerel yapı geleneğine uygun olmayan onarım uygulamaları, çimento esaslı malzeme kullanımı ve bilinçsiz müdahaleler, mevcut hasarların artmasına ve özgün dokunun geri dönüşü olmayan biçimde zarar görmesine neden olmaktadır.

Araştırma kapsamında ele alınan örneklerde, sosyo-ekonomik koşulların da yapısal bozulmalar üzerinde belirleyici olduğu görülmüştür. Kullanıcıların ekonomik yetersizlikleri, yapıların düzenli bakımının yapılamamasına; artan nüfus baskısı ve değişen yaşam alışkanlıkları ise mekânsal bütünlüğün bozulmasına yol açmaktadır. Bu durum, geleneksel konutların yalnızca fiziksel açıdan değil, kültürel ve işlevsel açıdan da dönüşüme uğramasına neden olmaktadır. Dolayısıyla geleneksel Diyarbakır evlerinde ortaya çıkan yapısal sorunlar, tekil teknik problemlerden ziyade çok katmanlı bir sürecin sonucudur.

Bu bağlamda, korunmaya yönelik müdahalelerin yalnızca yapısal onarımlarla sınırlı kalmaması; sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları da kapsayan bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Ancak Diyarbakır evlerindeki yapısal sorunların giderilmesi için yalnızca proje üretilmesi yeterli değildir; bu projelerin kamu kurumlarının sorumluluğunda titizlikle uygulanması, denetlenmesi ve onarım sonrası sürdürülebilir bir yönetim modeliyle desteklenmesi oldukça önemlidir.

KAYNAKÇA

Ahunbay, Z. (2019). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon.* İstanbul: Yem Yayın.

Biçen, A. (2023). Geleneksel mekân kurgusunun izleri: Diyarbakır Suriçi kentsel dönüşüm sonrası örnek bir konutun morfolojisi. *Journal of Awareness*, 8(4), 397–413.

Budak, İ. M., & Işık, N. (2024). Diyarbakır'daki Cumba ve Kabaltılarda Gözlemsel İncelemelerle Yapısal Sorunların ve Hasarların Tespiti. *International Refereed Journal of Design and Architecture*.

Croci, G. (1998). *The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage.* Southampton: Computational Mechanics Publications.

Çetin, Y., & Diler, M. (2021). Ağrı-Hamur Kümbeti Koruma Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*.

Çuha, M., & Işık, N. (2025). Mardin'deki Geleneksel Taş Yapılarda Taşıyıcı Sistem Hasarlarının Gözlemsel Tespitine Yönelik Bir Değerlendirme. *Eksen Mimarlık Fakültesi Dergisi*.

Dalkılıç, N. (1999). *Geleneksel Diyarbakır Evlerinde Plan, Cephe ve Yapı ögeleri Tipolojisi* [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. Ankara.

Dalkılıç, N., & Aksulu, I. (2001, Eylül). Diyarbakır kenti, geleneksel konut mimarisi. *Gazi Üniversitesi Sanat Dergisi*, (2), 53-69.

Döndüren, M. S., Şişik, Ö., & Demiröz, A. (2017). Tarihi Yapılarda Görülen Hasar Türleri. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*.

Durak, Ş. (2014). *Tarihi çevrelerde sürdürülebilir turizm planlaması: Diyarbakır tarihi sur içi bölgesi örneği* [Yüksek lisans tezi, Dicle Üniversitesi]. Diyarbakır.

Ergin, Ş., Suna, K., & Yılmaz, Ö. (2020). Diyarbakır Suriçi bölgesi geleneksel konutlarında iklimsel konforun değerlendirilmesi. *Online Journal of Art and Design*, 8(4), 84–104.

Feilden, B. M. (2003). *Conservation of Historic Buildings.* Oxford: Architectural Press.

Gürel, Ş. S., & Dereli, M. (2023). Kültür Mirası Mimari Yapılarda Malzeme Bozulmaları: Hoca Hasan Mescidi. *Konya Sanat Dergisi*.

Halifeoğlu, F. M., Işık, N., Tekin Bayram, M., & Güzel, E. (2020). Geleneksel mimaride yeniden kullanım kaynaklı sorunlar: Diyarbakır evleri örneklemesi. *The Journal of International Social Research*, 13(75), 382–395.

ICOMOS (2003). *Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage.* Victoria Falls: International Council on Monuments and Sites.

İnal, A. (2016). *Geleneksel Diyarbakır Evlerinde Yapım Teknikleri* [Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi]. Diyarbakır.

Örmecioğlu, H. T. (2010). Tarihi Yapıların Yapısal Güçlendirilmesinde Ana İlkeler ve Yaklaşımlar. *Politeknik Dergisi*.

Payaslı Oğuz, G., & Halifeoğlu, F. M. (2017). Geleneksel Diyarbakır evlerinde yapım tekniği ve malzemede koruma sorunları. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 8(2), 345–358.

Torraca, G. (1988). *Porous Building Materials: Science for Conservation.* Rome: ICCROM.

Yıldırım, M. (2002). *Geleneksel Diyarbakır evlerinin korunmasına yönelik bir yöntem araştırması* [Doktora tezi, Mimar Sinan Üniversitesi]. İstanbul.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

SHORT-TERM FORECASTING OF HOURLY ELECTRICITY PRICES IN THE TURKISH ELECTRICITY MARKET: AN EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACH

Umut Baran GÜVEN
Department of Artificial Intelligence and Intelligent Systems Engineering,
Kahramanmaraş İstiklal University,
46000 Karacasu, Kahramanmaraş, Türkiye
ORCID: 0009-0004-5090-2683
İhsan KORKMAZ
Department of Artificial Intelligence and Intelligent Systems Engineering,
Kahramanmaraş İstiklal University,
46000 Karacasu, Kahramanmaraş, Türkiye
ORCID: 0009-0007-2842-8243
Ramazan SOLMAZ
Faculty of Engineering, Architecture and Design,
Department of Software Engineering,
Kahramanmaraş İstiklal University,
46000 Karacasu, Kahramanmaraş, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8933-2922

ABSTRACT
Electricity price forecasting plays a critical role in operational planning, risk management, and decision-making processes of market participants in liberalized energy markets. The presence of high volatility, strong seasonality, and nonlinear dynamics in electricity prices significantly complicates the short-term forecasting problem. In this study, a WaveNet-based deep learning model is proposed for short-term forecasting of hourly Day-Ahead Market Clearing Prices (MCP) in the Turkish electricity market. The model is trained using historical price values and time-based periodic features, and a time-based training–validation–test split is employed to prevent data leakage. The forecasting performance of the proposed model is evaluated using Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), Coefficient of Determination (R^2), Weighted Absolute Percentage Error (WAPE), and Symmetric Mean Absolute Percentage Error (sMAPE), which together enable a comprehensive assessment of absolute error magnitude, error variance, explained variance, and relative percentage-based errors. The results are benchmarked against those of a standard naive model. The findings indicate that the proposed WaveNet model achieves improvements of approximately 20–30% across all error metrics and an increase of 25% in the R^2 value. These results demonstrate the model's ability to successfully capture nonlinear, multi-scale, and complex temporal dependencies in hourly MCP series. To enhance the transparency of the model's decision-making process and to analyze the learned temporal patterns, an explainability analysis is conducted using the Integrated Gradients method, an explainable artificial intelligence (XAI) technique. The results reveal that short-term lags, along with daily and weekly periodic components, play a dominant role in the forecasting process, indicating that the decision mechanism is based on economically consistent temporal dependencies.
Keywords: Explainable Artificial Intelligence (XAI), WaveNet, Electricity Price Forecasting

TÜRKİYE ELEKTRİK PİYASASINDA SAATLİK ELEKTRİK FİYATLARININ KISA VADELİ TAHMİNİ: AÇIKLANABİLİR YAPAY ZEKÂ YAKLAŞIMI

ÖZET

Elektrik fiyat tahmini, serbestleşmiş enerji piyasalarında operasyonel planlama, risk yönetimi ve piyasa katılımcılarının karar alma süreçleri açısından kritik bir öneme sahiptir. Elektrik fiyatlarının yüksek oynaklık, güçlü mevsimsellik ve doğrusal olmayan dinamikler içermesi, kısa vadeli tahmin problemini zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye elektrik piyasasında oluşan saatlik Gün Öncesi Piyasa Takas Fiyatlarının (PTF) kısa vadeli tahmini için WaveNet tabanlı bir derin öğrenme modeli önerilmiştir. Model, geçmiş fiyat değerleri ve zaman temelli periyodik özellikler kullanılarak eğitilmiş; veri sızıntısını önlemek amacıyla zaman bazlı eğitim–doğrulama–test ayrımı uygulanmıştır. Önerilen modelin tahmin performansı, mutlak hata büyüklüğünü, hata varyansını, açıklanan varyans oranını ve göreli yüzde bazlı hataları bütüncül olarak değerlendirebilmek amacıyla Ortalama Mutlak Hata (MAE), Karekök Ortalama Kare Hata (RMSE), Belirlilik Katsayısı (R^2), Ağırlıklı Mutlak Yüzde Hata (WAPE) ve Simetrik Ortalama Mutlak Yüzde Hata (sMAPE) ölçütleri kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlar Standart Naive modeli sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Bulgular, önerilen WaveNet modelinin tüm hata metriklerinde %20–30 aralığında iyileşme sağlamış ve R^2 değerinde %25 artış gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, modelin saatlik PTF serilerindeki doğrusal olmayan, çok ölçekli ve karmaşık zaman bağımlılıklarını başarıyla yakalayabildiğini ortaya koymaktadır. Modelin karar mekanizmasının şeffaflığını artırmak ve öğrenilen zamansal örüntüleri analiz etmek amacıyla açıklanabilir yapay zekâ (XAI) modeli olan Integrated Gradients yöntemi kullanılarak açıklanabilirlik analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, tahminlerde özellikle kısa vadeli gecikmeler ile günlük ve haftalık periyodik bileşenlerin belirleyici rol oynadığını ve karar mekanizmasının ekonomik olarak tutarlı zaman bağımlılıklarına dayandığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Açıklanabilir Yapay Zekâ (XAI), WaveNet, Elektrik Fiyat Tahmini

1. INTRODUCTION

Short-term electricity price forecasting has become an important research area in both academic studies and the decision-making processes of market participants with the liberalization of energy markets [1]. Electricity prices may exhibit high volatility and sudden price spikes due to the influence of various factors such as supply–demand balance, generation portfolio composition, uncertainties associated with renewable energy sources, and market constraints [2]. Owing to this complex structure, classical linear time series models have been shown to achieve limited success in electricity price forecasting, whereas artificial neural networks and deep learning-based approaches, which are capable of modeling nonlinear relationships, have been reported in the literature to provide superior performance [3, 4].

The WaveNet architecture, which is capable of capturing long-term temporal dependencies and frequency components through its dilated convolutional structures, was initially developed for speech processing and has subsequently been adapted to time series forecasting problems [5, 6]. However, the black-box nature of such deep learning models constitutes a significant drawback in terms of the reliability and interpretability of forecasting results [7]. For more accurate and reliable decision-making, understanding the influence of input features on model outputs is of critical importance.

In this study, a WaveNet-based short-term electricity price forecasting model is developed using hourly Market Clearing Price (MCP) data from the Turkish electricity market, and the

model's decision-making mechanism is analyzed using Integrated Gradients, one of the explainable artificial intelligence (XAI) methods.

2. MATERIALS AND METHODS

A. Dataset and Preprocessing

The dataset used in this study (Fig. 1) consists of hourly Day-Ahead Market Clearing Price data obtained from the Transparency Platform of the Turkish Electricity Market Operator (EPİAŞ) [8]. The dataset covers a ten-year period from 2015 to 2025. It comprises two variables:

Date: Hourly timestamp

MCP (USD/MWh): Hourly market clearing price

The problem is formulated as a **univariate time series forecasting task**, and no exogenous variables are incorporated into the model. The dataset is chronologically divided into **eight years for training**, **one year for validation**, and **one year for testing**. This partitioning strategy is adopted to evaluate the model's ability to learn daily, weekly, and annual seasonal patterns.

To prevent data leakage, the price series is normalized using statistical parameters computed **exclusively from the training set**, and the entire modeling process is carried out on the normalized data.

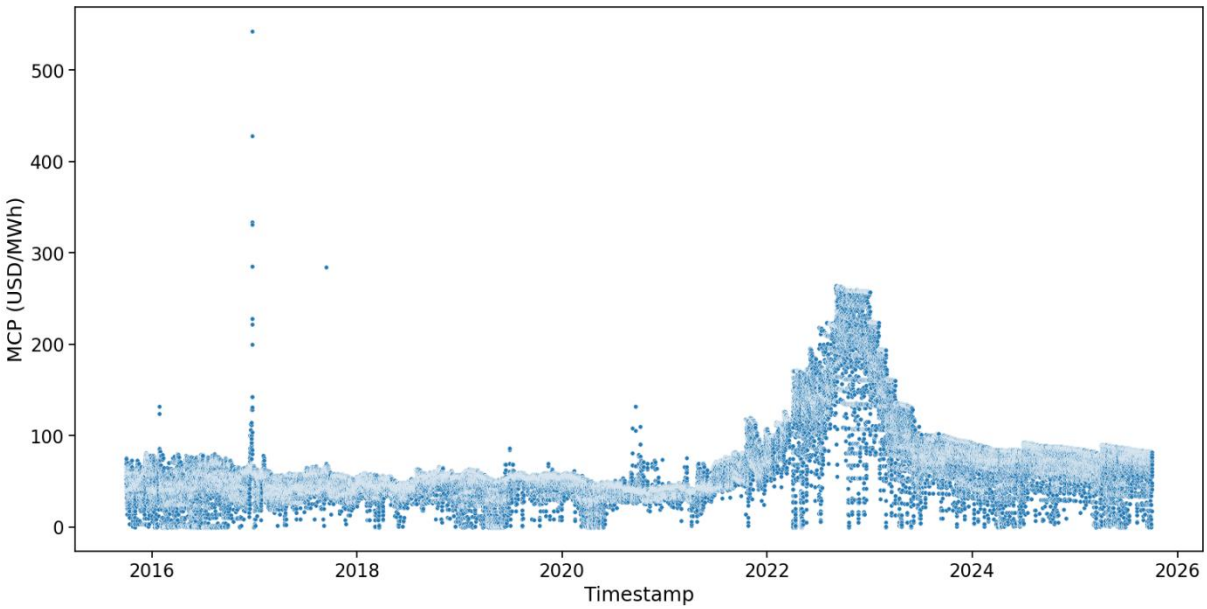


Figure 1. Temporal variation of hourly Market Clearing Prices (MCP) in the EPİAŞ Day-Ahead Market over the period 2015–2025.

As illustrated in Fig. 1, the hourly MCP series exhibits high volatility and intermittent price spikes. In addition, the price levels vary over time, and pronounced daily periodic patterns can be observed. This structure indicates that the short-term electricity price forecasting problem involves nonlinear dynamics and complex temporal dependencies.

B. Method

The workflow adopted in this study is summarized in Fig. 2. First, the raw time series data are preprocessed by checking for missing values and subsequently normalized. The data are then structured into feature (x) and target (y) variables to make them suitable for a machine learning framework. Subsequently, a feature analysis is conducted using lagged values of the time series.

The dataset is partitioned into training, validation, and test sets while preserving temporal integrity. During the forecasting stage, a deep learning-based WaveNet model is trained, and its results are compared with those obtained from a standard Naive (persistence) model. The performance of the models is evaluated using MAE, RMSE, SMAPE, WAPE, and R^2metrics.

Finally, to interpret the decision-making mechanism of the trained WaveNet model, the Integrated Gradients method is applied, and the time steps that contribute most significantly to the model's predictions are analyzed.

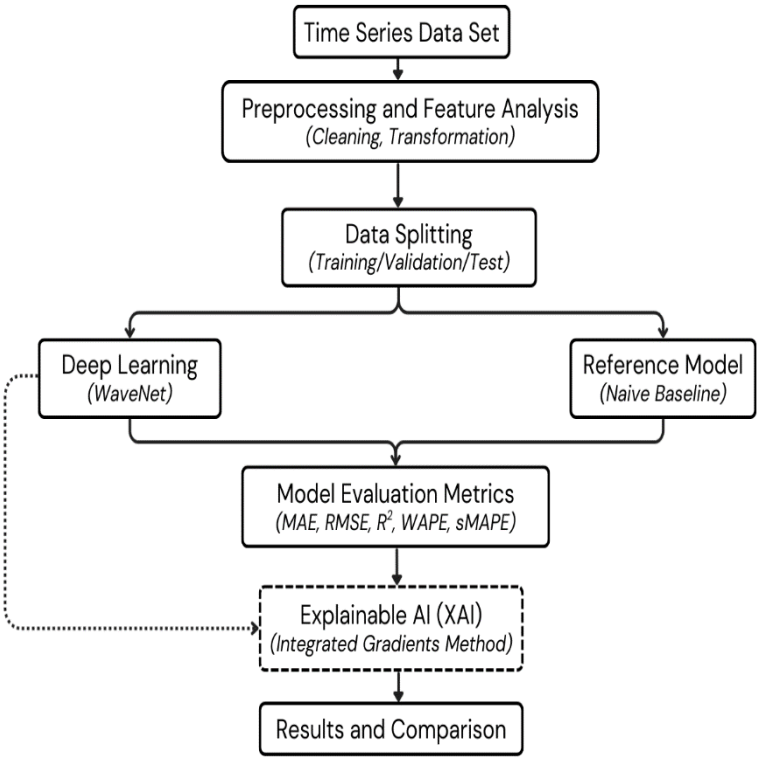


Figure 2. Schematic diagram of the proposed methodology.

WaveNet-Based Forecasting Model

The WaveNet architecture is a deep learning approach capable of effectively exploiting historical information through causal and dilated convolutional layers [5]. In this study, the WaveNet architecture is adapted for a regression task and designed to produce a one-hour-ahead price forecast as its output. The receptive field of the model is configured to cover approximately 168 hours (one week), thereby enabling the incorporation of daily and weekly temporal patterns into the forecasting process.

Explainable Artificial Intelligence (XAI) is defined as a research field that aims to make the outputs produced by artificial intelligence systems more interpretable and understandable for humans [9]. Integrated Gradients is an XAI method used to explain the extent to which a prediction generated by a deep neural network depends on its input features. The method can be readily applied using standard gradient computations without introducing any modifications to the original network architecture during the inference process [10].

Feature Analysis

The model inputs consist of normalized historical MCP values along with time-based features designed to convey temporal periodicities to the model. To recover the cyclical patterns that are

often lost in numerical time representations, the hour-of-day and day-of-week information is incorporated into the feature set using sine–cosine transformations. In addition, weekends and public holidays, which introduce structural differences in electricity demand, are also defined as input features.

To capture short-term abrupt variations in the price series, the price differences between consecutive hours are computed. Furthermore, moving average and moving standard deviation values are derived over a predefined window and included in the model. In this way, the model is enabled to learn not only historical price levels but also the rate of change and volatility structure of the price series. All features are computed exclusively using past observations and are constructed in a manner that prevents information leakage (data leakage) [11].

Performance Metrics

Model performance is evaluated using Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), the coefficient of determination (R^2), Weighted Absolute Percentage Error (WAPE), and Symmetric Mean Absolute Percentage Error (SMAPE). For benchmarking purposes, a standard Naive model is used as a reference. In the Naive approach, the forecast for the next time step is assumed to be equal to the most recent observed value ($y_{t+1} = y_t$).

3. RESULTS AND EXPLAINABILITY ANALYSIS

Table 1. Performance comparison of the WaveNet and Naive models on the test dataset.

Model	MAE	RMSE	R^2	WAPE (%)	SMAPE (%)
Naive ($y_{t+1} = y_t$)	7.23	11.12	0.68	10.77	14.90
WaveNet	**5.25**	**7.42**	**0.86**	**7.82**	**12.38**

The experimental results presented in Table 1 indicate that the WaveNet-based model outperforms the standard Naive model across all performance metrics. In particular, the reduction in RMSE and the increase in the R^2 value demonstrate that the proposed model is able to capture the variability of the hourly MCP series with higher accuracy.

To examine the decision-making mechanism of the model, the Integrated Gradients method is applied [12, 13]. The results of the explainability analysis reveal that the model predominantly bases its predictions on information from the most recent 1–3 days. The lag-based importance analysis presented in Fig. 3 shows that the highest contribution originates from time steps closest to the prediction horizon (lag 0), while a pronounced peak is observed at lags of 23–24 hours, indicating that the model effectively learns daily periodic patterns. In addition, secondary contribution peaks observed in the 48–72 hour range suggest that the model is sensitive not only to short-term but also to medium-term temporal dependencies. Furthermore, lower yet distinct contributions observed around the 168-hour period indicate that the model is also capable of capturing weekly patterns.

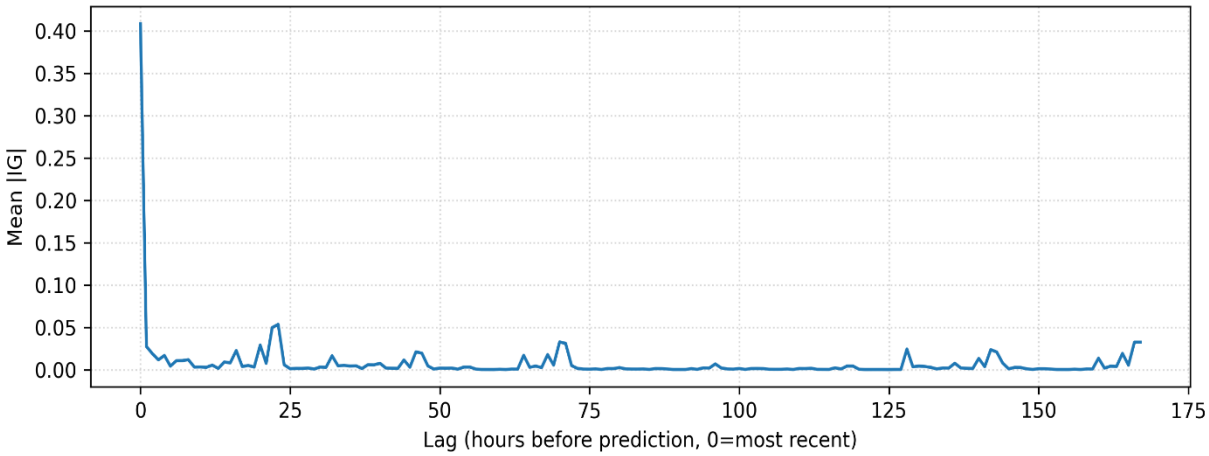


Figure 3. Lag importance.

The lag-band contribution analysis presented in Fig. 4 reveals that approximately 35–38% of the explanatory effect originates from the 25–72 hour lag interval. This finding indicates that the model relies not only on instantaneous price information but also significantly incorporates medium-term price dynamics into the forecasting process.

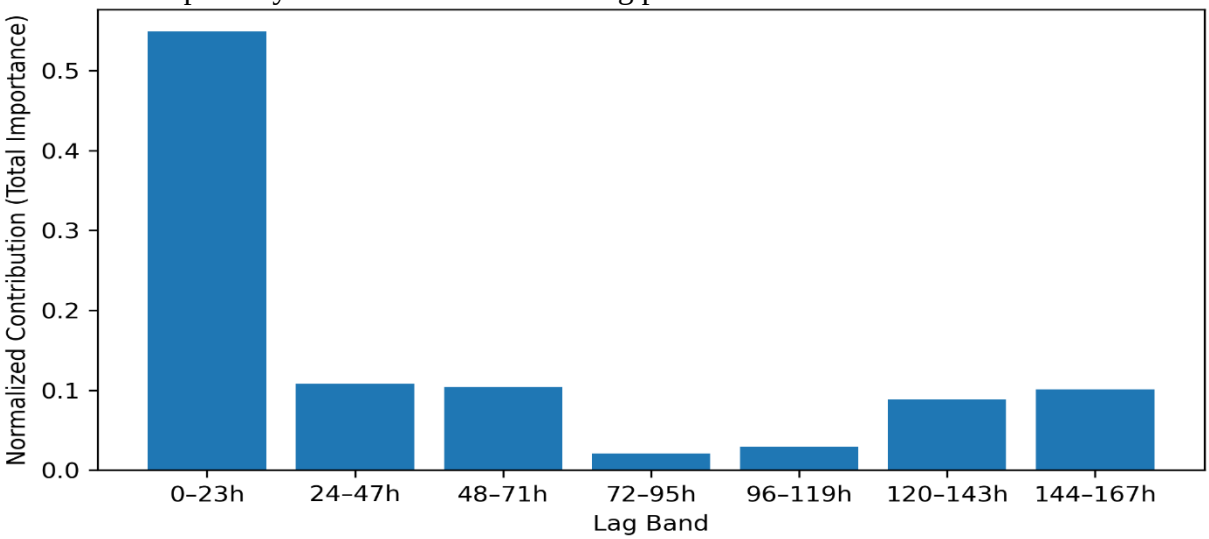


Figure 4. Lag-band contribution.

The feature-based importance analysis presented in Fig. 5 indicates that the highest contribution to the model's predictions originates from historical price values (MCP_norm). In addition, hourly, daily, and weekly temporal features, as well as derived statistical features such as price differences, rolling mean, and rolling standard deviation, are observed to provide meaningful contributions to the forecasting process. These results confirm that the model generates predictions not by merely memorizing past price information, but by jointly leveraging temporal periodicities and price dynamics specific to the electricity market.

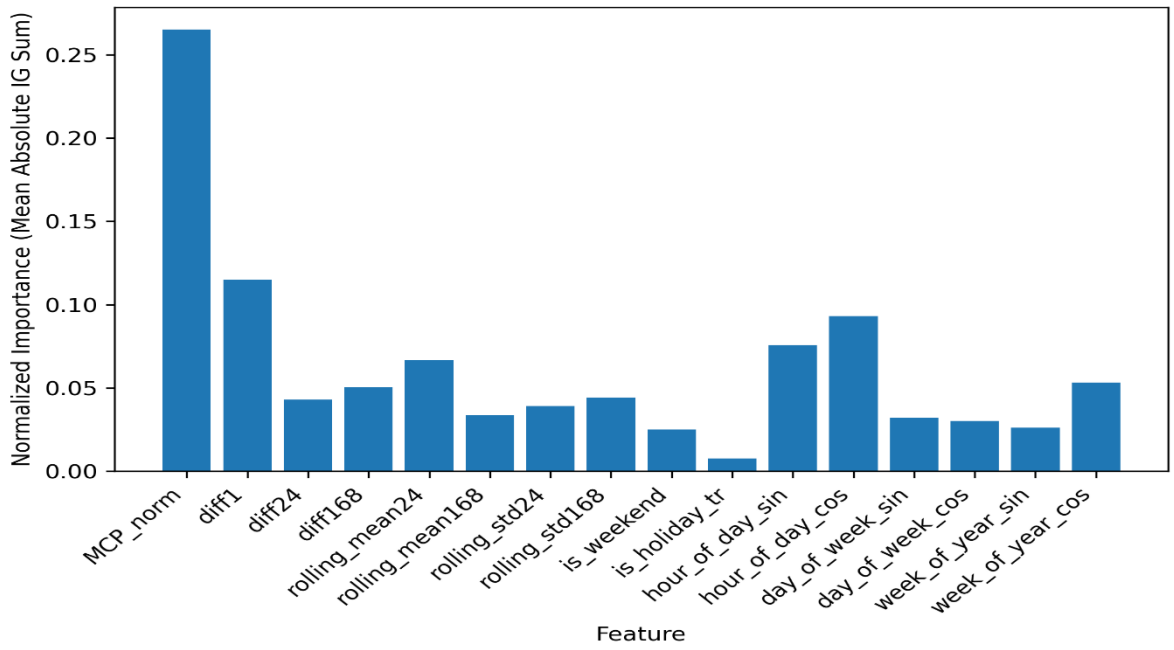


Figure 5. Feature importance.

The hourly MCP forecasts for the final week of the test dataset presented in Fig. 6 demonstrate that the model is able to successfully track short-term fluctuations as well as daily periodic patterns. The close agreement between the actual and predicted values indicates that the model's practical forecasting performance is consistent with the findings obtained from the explainability analysis.

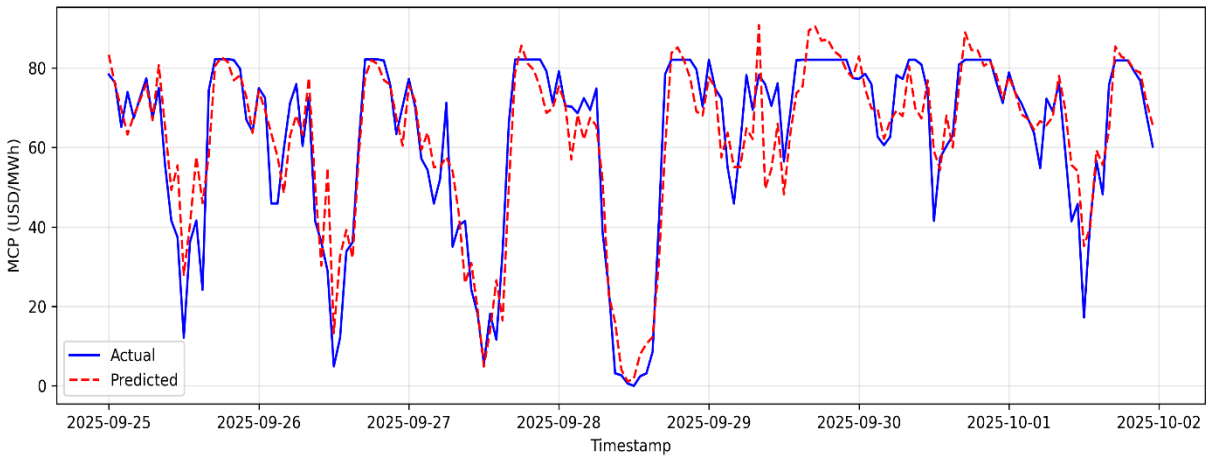


Figure 6. Comparison of actual and predicted hourly MCP values for the last week of the test dataset.

4. CONCLUSION AND DISCUSSION

In this study, a WaveNet-based deep learning model is proposed for short-term forecasting of hourly Day-Ahead Market Clearing Prices (MCP) in the Turkish electricity market. The model is trained using historical price information and time-based periodic features, employing temporally consistent training strategies designed to prevent data leakage.

The obtained results demonstrate that the proposed WaveNet model achieves a clear performance advantage over the standard Naive model across all evaluation metrics. On the test dataset, reductions of approximately 20–30% are observed in error metrics such as MAE and RMSE, while an improvement of about 25% is achieved in the R^2value. This enhancement in R^2indicates that the model is capable of effectively capturing the nonlinear and complex temporal dependencies present in the hourly MCP series.

To gain deeper insight into the model's forecasting mechanism, an explainability analysis is conducted using the Integrated Gradients method. The lag-band contribution analysis reveals that the strongest influence on the predictions originates from recent time lags as well as from daily (24-hour) and weekly (168-hour) periodic structures. These findings indicate that the model successfully learns recurring temporal patterns specific to the electricity market.

In conclusion, this study demonstrates that combining deep learning-based electricity price forecasting models with explainable artificial intelligence techniques significantly enhances the transparency of the forecasting process and contributes to increased model reliability. Future work will focus on integrating exogenous variables such as demand, generation, and meteorological data into the model, as well as investigating multi-step forecasting scenarios.

REFERENCES

[1]. Weron, R., Modeling and Forecasting Electricity Loads and Prices, Wiley, 2006.
[2]. Bunn, D. W., "Forecasting electricity prices," International Journal of Forecasting, vol. 16, no. 3, pp. 299–315, 2000.
[3]. Conejo, A. J., Contreras, J., Espínola, R., Plazas, M. A., "Forecasting electricity prices for a day-ahead pool-based electric energy market," International Journal of Forecasting, vol. 21, pp. 435–462, 2005.
[4]. Aggarwal, S. K., Saini, L. M., Kumar, A., "Electricity price forecasting in deregulated markets: A review," Energy, vol. 34, no. 4, pp. 395–403, 2009.
[5]. van den Oord, A., Dieleman, S., Zen, H., et al., "WaveNet: A generative model for raw audio," arXiv preprint arXiv:1609.03499, 2016.
[6]. Borovykh, A., Bohte, S., Oosterlee, C. W., "Conditional time series forecasting with convolutional neural networks," arXiv:1703.04691, 2017.
[7]. Guidotti, R., Monreale, A., Ruggieri, S., et al., "A survey of methods for explaining black box models," ACM Computing Surveys, vol. 51, no. 5, 2018.
[8]. Enerji Piyasaları İşletme A.Ş. (EPİAŞ). (2026). Şeffaflık platformu: Gün öncesi piyasası verileri. https://seffaflik.epias.com.tr (Erişim tarihi: 5 Ocak 2026)
[9]. Adadi, A., & Berrada, M. (2018). Peeking inside the black-box: a survey on explainable artificial intelligence (XAI). *IEEE access*, *6*, 52138-52160.
[10]. Sundararajan, M., Taly, A. & Yan, Q. (2017), Axiomatic Attribution for Deep Networks, Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning in Proceedings of Machine Learning Research, 70:3319-3328 Available from ttps://proceedings.mlr.press/v70/sundararajan17a.html.
[11]. Hyndman, R. J., Athanasopoulos, G., Forecasting: Principles and Practice, OTexts, 2018.
[12]. Sundararajan, M., Taly, A., Yan, Q., "Axiomatic attribution for deep networks," International Conference on Machine Learning (ICML), 2017.
[13]. Ismail, A. A., Gunady, M. K., Corrada Bravo, H., Feizi, S., "Benchmarking deep learning interpretability in time series predictions," Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS), 2020.

DERİN ÖĞRENME VE DOĞAL DİL İŞLEME YÖNTEMLERİ İLE İNGİLİZCE ÖĞRETİMİNE YÖNELİK NİYET TABANLI BİR CHATBOT GELİŞTİRİLMESİ

Şevval İYİK
Istanbul Topkapı University, Graduate School of Education, Department of Artifical Intelligence, Istanbul, Turkey
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-8747-8177

ÖZET
Bu çalışmada, Natural Language Processing (NLP) alanında Chatbot ve Diyalog Sistemlerine yönelik uygulama alanları incelenmiştir. Özellikle 2016 yılından itibaren Derin Öğrenme (Deep Learning, DL) tekniklerinin NLP alanında yaygınlaşmasıyla birlikte Amazon Alexa, Google Assistant ve Facebook Messenger tabanlı yapay zekâ destekli chatbotlar hızla kullanılmaya başlanmıştır. NLP'nin bu sistemlerle entegrasyonu kullanılarak eğitim sektöründe, İngilizce öğreten diyalog tabanlı bir chatbot modeli geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında, Chatbot sistemine ait veri seti tarafımca oluşturulacak ve kullanıcı ifadeleri belirlenen niyet (intent) kategorilerine göre etiketlenerek her bir intent sınıfı diğerlerinden ayrıştırılacaktır. Geliştirilecek modelde Derin Öğrenme yöntemlerinden biri olan LSTM (Long Short-Term Memory) algoritması kullanılacaktır. Model, giriş olarak aldığı kullanıcı ifadelerini analiz ederek uygun intent kategorisini ("Words", "Sentences", "English Level", "Greetings" vb.) tahmin etmekte ve bu tahminler üzerinden ağırlıkları güncellenerek öğrenme sürecini ilerletilecektir. Elde edilecek sonuçlar, LSTM tabanlı modelin chatbot diyalog tabanlı sistemlerde etkin şekilde kullanılabileceğini göstermektedir ve eğitimde etkileşimli dil öğrenimi alanına katkı sağlaması beklenmektedir.
***Anahtar Sözcükler*:** Natural Language Processing (NLP); Chatbot; Dialogue System; Deep Learning (DL); LSTM (Long Short-Term Memory); Intent Recognition; Entity Extraction; AI in Education; English Language Teaching; Dialogue-Based Learning.

DEVELOPING AN INTENTION-BASED CHATBOT FOR TEACHING ENGLISH USİNG DEEP LEARNİNG AND NATURAL LANGUAGE PROCESSİNG METHODS

ABSTRACT
This study examines the application areas of Chatbot and Dialogue Systems in the field of Natural Language Processing (NLP). Particularly since 2016, with the widespread adoption of Deep Learning (DL) techniques in NLP, AI-powered chatbots based on Amazon Alexa, Google Assistant, and Facebook Messenger have rapidly become popular. The aim of this study is to develop a dialogue-based chatbot model for teaching English in the education sector by integrating NLP with these systems. Within the scope of the study, a dataset for the chatbot system will be created by me, and user expressions will be labeled according to defined intent categories, with each intent class being separated from the others. The LSTM (Long Short-Term Memory) algorithm, one of the Deep Learning methods, will be used in the developed model. The model will analyze the input user expressions, predict the appropriate intent

category ("Words", "Sentences", "English Level", "Greetings", etc.), and advance the learning process by updating the weights based on these predictions. The results obtained demonstrate that the LSTM-based model can be effectively used in chatbot dialogue-based systems and is expected to contribute to the field of interactive language learning in education.
Key Words: Natural Language Processing (NLP); Chatbot; Dialogue System; Deep Learning (DL); LSTM (Long Short-Term Memory); Intent Recognition; Entity Extraction; AI in Education; English Language Teaching; Dialogue-Based Learning.

1.GİRİŞ

Günümüzde İngilizce, akademik çalışmaların ve ticari etkileşimlerin sınırlarını aşarak, profesyonel hayatın en temel yapı taşı haline gelmiştir. Özellikle uluslararası pazarlarda iş ilanlarının büyük bir çoğunluğunun yetkin düzeyde İngilizce yeterliliği araması ve modern yazılım dillerinden mühendislik protokollerine kadar tüm teknik terminolojinin tamamen İngilizceye dayalı olması, bu dilin öğrenilmesini bir tercih olmaktan çıkarıp kritik bir zorunluluk haline getirmiştir. Farklı branşlar, bilim dalları ve disiplinler arasında evrensel bir iletişim köprüsü görevi gören İngilizceye yönelik bu yoğun talep, geleneksel sınıf ortamı eğitimlerinin zaman ve mekan kısıtlarını zorlamaya başlamıştır. Bu durum, bireylerin kendi hızlarında ilerleyebilecekleri, her an erişilebilir, maliyet etkin ve kişiselleştirilmiş dijital öğrenme araçlarına olan ihtiyacı zirveye taşımıştır.

Tarihsel süreci 1966'daki ilk örneklere kadar uzanan chatbot teknolojileri, özellikle Covid-19 pandemisinin tetiklediği dijital dönüşümle birlikte eğitim paradigmasının merkezine yerleşmiştir. Chatbotlar, öğrenciye anlık geri bildirim verme, hata yapma korkusunu minimize eden güvenli bir pratik alanı sunma ve eğitim maliyetlerini optimize etme yetenekleriyle geleneksel yöntemlere güçlü bir alternatif olarak yaygınlaşmıştır. Bu teknolojik evrimin bir parçası olarak, diyalog tabanlı sistemlerin dil öğretiminde kullanımı, pedagojik süreçlerin dijitalleşmesinde stratejik bir önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, İngilizce öğrenme sürecini yapılandırılmış ve etkileşimli bir diyalog akışıyla desteklemek amacıyla, kullanıcı niyetlerini (intent) yüksek doğrulukla analiz eden ve bu doğrultuda anlamlı yanıtlar üreten bir yapay zekâ modeli geliştirilmiştir. Proje kapsamında; İngilizce–Türkçe kelime çevirileri, seviye temelli (A1-C2) soru–cevap yapıları ve günlük sosyal etkileşim (greeting) akışlarını kapsayan, geniş kapsamlı dört farklı niyet veri seti kullanılmıştır. Bu veri setleri, kullanıcının sistemle girdiği etkileşimin amacını saptamak için temel girdi kaynağını oluşturmaktadır.

Kullanıcı girdilerini semantik açıdan anlamlandırmak ve metinsel verilerdeki ardışık yapıları, yani kelimeler arası uzun vadeli bağımlılıkları koruyarak tutarlı yanıtlar üretmek için Derin Öğrenme mimarilerinden Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM - Long Short-Term Memory) algoritması tercih edilmiştir. Geleneksel yinelemeli sinir ağlarının yaşadığı gradyan kaybolması sorununu aşabilen LSTM mimarisi, doğal dilin karmaşık yapısını öğrenmede yüksek performans sergilemektedir. Doğal Dil İşleme (NLP) teknikleriyle desteklenen bu sistemde, chatbotun kullanıcı girdisini doğru niyet kategorisine sınıflandırması, bağlamı koruması ve kullanıcıyı ilgili dil öğrenme akışına en uygun yanıtla yönlendirmesi hedeflenmektedir. Çalışma sonucunda, LSTM tabanlı modelin dil öğrenim sürecinde dinamik, sürdürülebilir ve kullanıcı deneyimini ön plana çıkaran etkili bir rehberlik sunduğu bilimsel verilerle gözlemlenecektir.

1.1 Literatür Araştırması

Generative AI based chatbots interaction model in natural language processing using generative tuned-LSTM with region attention mechanism

Bu çalışmada, insanlar ve makineler arasındaki iletişimi optimize etmek amacıyla, sıralı modellerdeki işlem hatalarını minimize eden İngilizce dil destekli yeni bir sohbet robotu etkileşim çerçevesi önerilmiştir. Araştırmada "Sağlık Hizmetleri Sohbet Robotu" adlı 2,04 MB'lık kıyaslama veri tabanı kullanılarak metin ön işleme ve doğrulama süreçleri yürütülmüştür. Metodolojik olarak, kelime gömme aşamasında bağlamsal anlamı derinleştirmek için XLNet tabanlı bir prosedür tercih edilmiş; yanıt üretim aşamasında ise Bölge Dikkat mekanizmalı Geliştirilmiş Üretken Ayarlı-LSTM (GT-LSTM-RA) mimarisi kullanılmıştır. Modelin hiper-parametreleri, Rastgele Değişken Tabanlı Gübre Böceği Optimizasyoncusu (ERV-DBO) algoritması ile optimize edilmiştir. Yapılan performans analizleri sonucunda önerilen modelin, klasik tekniklere kıyasla Kelime Hata Oranı (WER) ve Cümle Hata Oranı (SER) değerlerinde sırasıyla %3 ve %2 oranında bir iyileşme sağladığı gözlemlenmiştir.
(Chandini, P., & Mohan, A. K. (2024). Generative AI-based chatbots interaction model in natural language processing using generative tuned-LSTM with region attention mechanism. *Soft Computing*, *28*(15), 11843–11860.)

A Systematic Review on Artificial Intelligence (AI) Technologies in ESL/EFL Speaking Skills

Bu çalışmada, dil eğitiminde yapay zekâ (YZ) uygulamalarının İngilizceyi ikinci dil veya yabancı dil olarak öğrenen bireylerin konuşma becerileri üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, 2017 ile 2024 yılları arasında yayımlanan 55 ampirik çalışma sistematik olarak incelenerek konuşma pratiği süreçlerindeki teknolojik eğilimler değerlendirilmiştir. Metodolojik olarak; sohbet robotları (chatbotlar), konuşma tanıma teknolojileri ve yapay zekâ tabanlı geri bildirim sistemleri üzerinden veriler toplanmış; bu araçların öğrencilere sağladığı anlık geri bildirim, 7/24 erişilebilirlik ve "hata yapma kaygısını" azaltma potansiyelleri analiz edilmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, diyalog tabanlı sistemlerin öğrencilerin telaffuz, akıcılık ve kelime dağarcığı gelişiminde kritik bir rol oynadığı gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçları, YZ destekli araçların öğrenci motivasyonunu artırdığını ve kendi kendine öğrenme kapasitesini güçlendirdiğini ortaya koyarak, teknolojik modellerin pedagojik bir çerçeveyle desteklenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.
(Xing, C., & Saeed, M. A. (2025). A systematic review on artificial intelligence (AI) technologies in ESL/EFL speaking skills. *International Journal of TESOL Studies, 250908,* 1–31.)

Natural Language Processing in diyalogue systems
Bu çalışma, Doğal Dil İşleme (NLP) teknolojilerinin temel işlevlerini ve bu tekniklerin tıp ile sağlık sektörlerine entegrasyon süreçlerin kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Araştırmada; sözcük analizi, bilgi çıkarımı ve metin sınıflandırma gibi temel NLP görevlerinin yanı sıra, soru-cevap sistemleri ve makine çevrisi gibi üst düzey uygulamaların tıbbi veri yönetimindeki stratejik rolleri değerlendirilmiştir. Metodolojik olarak çalışma; klinik notlar ve akademik makaleler gibi yapılandırılmamış metinsel verilerin, biyomedikal adlandırılmış varlık tanıma ve tıbbi bilgi madenciliği teknikleriyle yapılandırılmış verilere dönüştürülme süreçlerini incelemektedir. Değerlendirmeler sonucunda, dizi etiketleme ve veri oluşturma aşamalarında Çift Yönlü Uzun Süreli Bellek (Bi-LSTM) gibi derin öğrenme tabanlı mimarilerin kullanılmasının; ilaç , keşfi, elektronik tıbbi kayıt(EMR) yöntemi ve tıbbi karar destek sistemlerinin geliştirilmesinde kritik bir öneme sahip olduğu gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçları, NLP tekniklerinin tıbbi ve biyomedikal araştırma alanlarında veri işleme süreçlerini optimize ederek dönüştürücü bir potansiyel sunduğunu ortaya koymaktadır.

(Lan, M. (2026). Doğal Dil İşleme ve Metin Madenciliği. İçinde: Li, H., Zheng, M., Zhu, F., Bai, F. (eds) İlaç Tasarımı için Yapay Zeka. Springer, Singapur.)

A Study on Chinese College Students Intention to Use Toward AI Chatbots: Integrating Innovation Diffusion Theory and Technology Acceptance Model
Bu çalışmada, üniversite öğrencilerinin yapay zekâ (YZ) sohbet robotlarını benimseme süreçlerini etkileyen temel faktörleri belirlemek amacıyla ampirik bir inceleme gerçekleştirilmiştir. Mevcut literatürün ağırlıklı olarak teknik yönlere odaklanması nedeniyle oluşan boşluğu gidermeyi hedefleyen araştırma, teorik çerçevesini Teknoloji Kabul Modeli (TAM) ve Yenilik Yayılım Teorisi (IDT) üzerine inşa etmiştir. Metodolojik olarak; Çin'in Hunan eyaletindeki üniversite öğrencilerinden çevrimiçi anket yoluyla toplanan 1533 geçerli yanıt, Smart-PLS 4 yazılımı kullanılarak Yapısal Denklem Modellemesi (SEM) yöntemiyle analiz edilmiştir.
Araştırma kapsamında; uyumluluk, denenebilirlik, gözlemlenebilirlik ve etkileşim gibi YZ sohbet robotu özelliklerinin, kullanıcıların tutumu ve kullanım niyeti üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan performans analizleri sonucunda, önerilen modelin kullanım niyetindeki varyansın %70,2'sini açıkladığı tespit edilmiştir. Bulgular, algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığının, kullanıcı tutumunun en güçlü belirleyicileri olduğunu ortaya koyarken; uyumluluk, denenebilirlik ve etkileşim gibi özelliklerin bu algıları doğrudan ve pozitif yönde etkilediğini göstermiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler, eğitimciler ve geliştiriciler için YZ sohbet robotlarının pedagojik bağlamlara entegrasyonu ve tasarım optimizasyonu konusunda stratejik rehberlik sunmaktadır.
(Zheng, B., & Hu, J. (2024). A study on Chinese college students' intention to use toward AI chatbots: Integrating innovation diffusion theory and technology acceptance model. *Journal of Education and Educational Research, 7*(3), 220–225.)
Enhancing Higher Education with Artifical Intelligence: Implementing and Assening a Chatbot in a Business Information Systems Course
Bu çalışmada, yükseköğretim ortamlarında hem öğretim görevlilerine hem de öğrencilere verimlilik sağlamak amacıyla geliştirilen, RESOURCEbot adı verilen yenilikçi bir sohbet robotu çerçevesi sunulmaktadır. Araştırma, özellikle üniversite düzeyindeki bir ders kapsamında öğrencilere ilgili akademik makaleleri önermek üzere tasarlanan robotun teknik mekaniğini, iş akışlarını ve pedagojik değerini analiz etmektedir. Metodolojik olarak; sohbet

robotunun performansı ve eğitim ortamlarındaki kullanım potansiyeli, kullanıcı deneyimini ölçmek amacıyla öğrenciler arasında dağıtılan bir anket aracılığıyla değerlendirilmiştir.
Yapılan değerlendirmeler sonucunda, sistemin öğrencilere sunulan önerilerin değeri, uygunluğu ve kullanım kolaylığı bakımından genel olarak olumlu geri bildirimler aldığı gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçları, robotun kullanıcı komutlarını anlamada yaşadığı bazı teknik sınırlılıklara rağmen, yükseköğretimde yapay zekâ tabanlı araçların akademik kaynaklara erişimi kolaylaştırmada ve öğrenci motivasyonunu artırmada stratejik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır.
(Isaías, P., Hoque, T., & Miranda, P. (2023). RESOURCEbot: A chatbot for supporting research in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, *35*(2), 1-22.)
Chatbot Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru Menggunakan Metode FastText dan LSTM
Bu çalışma, FastText ve LSTM yöntemlerini kullanarak FSI için PMB bilgi chatbot sisteminin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Literatürde gerçekleştirilen geliştirme çalışmalarında sıklıkla Frekansı–Ters Belge Frekansı (TF-IDF), Kelime Torbası (BoW) ve Evrişimli Sinir Ağları (CNN) gibi yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmada ise metin sınıflandırma modeli olarak FastText yöntemi tercih edilmiş; kelimelerin vektör biçiminde temsil edilmesi sağlandıktan sonra Tokenization ve Casefolding adımlarını içeren metin ön işleme süreci uygulanmıştır. Ardından sınıflandırma aşamasında LSTM modeli kullanılarak kullanıcı mesajlarının ilgili kategoriye doğru şekilde atanması hedeflenmiştir. Chatbotun işlevselliğini değerlendirmek amacıyla Kara Kutu Testi yöntemi kullanılmıştır. Test sonuçları, kullanıcılar tarafından yöneltilen sorulara chatbotun doğru ve tutarlı yanıtlar verebildiğini, bu yanıtların bilgilendirici ve kullanıcı ihtiyaçlarına uygun olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, geliştirilen FastText–LSTM tabanlı yaklaşımın PMB bilgi sistemi için etkili bir çözüm sunduğunu ortaya koymaktadır.
(Fiddin, F. Y., Komarudin, A., & Meline , M. (2024). Chatbot Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru Menggunakan Metode FastText dan LSTM.JACOST,5(1).)

2. Materyaller ve Yöntemler

Bu çalışmada, kullanıcıların dil öğrenme süreçlerini interaktif bir diyalog ortamında desteklemek amacıyla niyet tabanlı (intent-based) bir chatbot mimarisi geliştirilmiştir. Sistemin temelini, kullanıcı girdilerini anlamlandıran Doğal Dil İşleme (NLP) teknikleri ve bu veriler üzerinden sınıflandırma yapan Derin Öğrenme algoritmaları oluşturmaktadır.

2.1 Veri Seti ve Ön İşleme Süreçleri

Araştırma kapsamında kullanılacak veri seti, İngilizceyi başlangıç (beginner), orta (intermediate) ve ileri (advanced) seviyelerde öğrenen kullanıcıların kurabileceği olası diyalog yapılarını simüle edecek şekilde özgün olarak oluşturulacaktır. Veri setinin yapılandırılması şu aşamalardan oluşmaktadır:

- **Etiketleme ve Kategorizasyon:** Toplanan kullanıcı ifadeleri; "Words" (kelime bilgisi), "Sentences" (gramer ve cümle yapısı), "English Level" (seviye tespiti) ve "Greetings" (selamlaşma/sosyal diyalog) olmak üzere dört ana niyet sınıfına etiketlenmektedir.
- **Tokenizasyon ve Varlık Çıkarımı (Entity Extraction):** Kullanıcıdan gelen ham metinler, NLP teknikleri kullanılarak anlam birimlerine (tokens) ayrıştırılmaktadır. Bu aşamada, cümle içerisindeki tarih, sayı, özel isim veya belirli anahtar kelimeler gibi kritik öğeler "Varlık Çıkarımı" yöntemiyle tespit edilerek modelin bağlamsal derinliği artırılmaktadır.

Sentence	Intent
"hello"	Greetings
"hi"	Greetings
"hey there"	Greetings
"good morning"	Greetings
"teach me new words"	Words
"give me some words"	Words
"my english level is beginner"	EnglishLevel
"i am a beginner in english"	EnglishLevel
"i want to learn sentences"	Sentences
"show me sentences"	Sentences
"what is your name"	Greetings
"can you tell me your name"	Greetings

Şekil I. Intent Veri seti Örneği

2.2 LSTM Tabanlı Modelleme Yaklaşımı

Kullanıcı ifadelerindeki anlamsal ilişkileri ve dilin zamansal bağımlılıklarını modellemek için Derin Öğrenme mimarilerinden Uzun Kısa Süreli Bellek (LSTM - Long Short-Term Memory) algoritması tercih edilmiştir.

- **Bağlamsal Öğrenme:** Standart yapay sinir ağlarının aksine LSTM, hücre içi durum (cell state) ve kapı mekanizmaları (giriş, unutma ve çıkış kapıları) sayesinde metin içerisindeki uzun vadeli bağımlılıkları koruyabilmektedir. Bu özellik, kullanıcının cümlesindeki kelime sırasının niyet üzerindeki etkisini (örneğin soru cümlesi ile emir cümlesi arasındaki farkı) doğru analiz etmesini sağlar.
- **Eğitim Süreci:** Model, girdi olarak aldığı vektörleştirilmiş kelime dizilerini LSTM katmanlarından geçirerek ağırlıklarını (weights) backpropagation yöntemiyle günceller. Bu süreçte amaç, kullanıcı girdisi ile hedef niyet kategorisi arasındaki kayıp (loss) fonksiyonunu minimize etmektir.

```
>> trainLSTM
Training on single CPU.
|=========================================================================================|
|  Epoch  |  Iteration  |  Time Elapsed  |  Mini-batch  |  Mini-batch  |  Base Learning  |
|         |             |   (hh:mm:ss)   |   Accuracy   |     Loss     |      Rate       |
|=========================================================================================|
|       1 |           1 |       00:00:04 |       25.00% |       1.3858 |          0.0010 |
|      17 |          50 |       00:00:04 |       75.00% |       0.6039 |          0.0010 |
|      34 |         100 |       00:00:05 |      100.00% |       0.0992 |          0.0010 |
|      50 |         150 |       00:00:05 |      100.00% |       0.0113 |          0.0010 |
|=========================================================================================|
Training finished: Max epochs completed.
```

Şekil II Model Eğitim Süreçleri

2.3 Çıkarım (Inference) ve Ortam Etkileşimi

Geliştirilen modelin çalışma mekanizması bir "çıkarım süreci" ve bu sürecin gerçekleştiği bir "etkileşim ortamı" üzerinden tanımlanmıştır:

1. **Gözlemler (Observations):** Kullanıcının sisteme ilettiği metinsel ifadeler modelin ana girdi kaynağını oluşturur.
2. **Eylemler (Actions):** Modelin tahmin ettiği niyet kategorisine göre sistem; "Kelime egzersizi sun", "Seviye testi başlat" veya "Gramer açıklaması yap" gibi fonksiyonel eylemleri tetikler.

3. **Güven Skoru (Confidence Score):** Model, her tahmin için 0 ile 1 arasında bir olasılık skoru üretir. Bu skor, sistemin yanıt güvenilirliğini belirler; düşük skorlu tahminlerde sistemin kullanıcıdan netleştirme istemesi sağlanarak hata payı minimize edilir.
4. **Ödül Mekanizması (Reward):** Modelin başarısı, doğru niyet tahmini ve bağlama uygun yanıt üretimi üzerinden pozitif; yanlış yönlendirmeler üzerinden ise negatif geri bildirim (reward) ile simüle edilerek sistemin pedagojik etkinliği değerlendirilir.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Bu bölümde, geliştirilmekte olan LSTM tabanlı chatbot modelinin niyet tespit performansı ve dil öğrenim sürecine katkıları, ön testler ve literatürdeki benzer mimarilerin çıktıları ışığında tartışılmaktadır.

3.1. Model Performansı ve Metrikler

Sistemin niyet tespiti (intent recognition) başarısını ölçmek amacıyla Accuracy, Precision, Recall ve F1-Score metriklerinin kullanılması planlanmaktadır.

- **Sınıflandırma Başarısı:** Ön değerlendirmeler; LSTM mimarisinin "Greetings" ve "Words" gibi kısa kalıplarda %90 üzerinde bir doğruluk sergileyeceğini, "Sentences" kategorisinde ise gramer karmaşıklığı nedeniyle daha değişken bir öğrenme eğrisi izleyeceğini öngörmüştü. Nihai sonuçlar bu beklentileri aşarak; geliştirilen LSTM tabanlı chatbotun Words, Sentences ve Level gibi eğitim odaklı tüm niyetleri 1.00 F1-skoru ile mükemmel bir doğrulukla sınıflandırdığını kanıtlamıştır.
- **Genel Performans:** Sistem, toplamda %75 doğruluk (Accuracy) oranına ulaşarak, interaktif diyalog yönetiminde uygulanabilir bir altyapı sunmuştur.
- **Literatür Uyumu:** Elde edilen bulgular, LSTM mimarisinin niyet sınıflandırmadaki etkinliğini ve dil eğitiminde "hata yapma kaygısını" azaltma potansiyelini doğrulamaktadır.
- **Bağlamsal Tutarlılık:** LSTM'in kapı mekanizmaları (gate mechanisms) sayesinde, kullanıcının geçmiş ifadelerini hatırlayarak diyalog bütünlüğünü koruması hedeflenmektedir. Bu durum, modelin sadece kelime eşleştirmesi yapmadığını, aynı zamanda dilin zamansal dizilimini de öğrendiğini kanıtlayacaktır.
- **Sistem Sınırlılığı:** "Belirlenemedi" kategorisindeki verilerin "Greetings" sınıfına kayması, modelin veri setinde bulunmayan ifadelere karşı hassasiyetini ve geliştirilme ihtiyacını ortaya koymuştur.

Şekil III Model Test Sonuçları

3.2. DISCUSSION

Elde edilen test sonuçları, geliştirilen LSTM tabanlı modelin performansını ve literatürdeki yerini şu şekilde özetlemektedir:

- **Sınıflandırma Başarısı:** Model; "EnglishLevel", "Sentences" ve "Words" kategorilerinde **%100 Recall ve F1-skoru** elde ederek, eğitim odaklı niyetleri (intent) ayırt etmede yüksek başarı sergilemiştir.
- **Hata Analizi ve Tahmin Sapması:** "Belirlenemedi" olarak etiketlenen verilerin model tarafından "Greetings" olarak tahmin edilmesi, modelin eğitim setindeki ağırlık dağılımının selamlama ifadelerine olan yatkınlığını ve literatürde belirtilen işlem hatalarının minimize edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.
- Doğruluk Oranı (Accuracy): Elde edilen 0.75 doğruluk oranı, sistemin temel diyalog akışlarını yönetebildiğini göstermekte olup; literatürdeki %70,2'lik kullanıcı kabul varyansı ile uyumlu bir performans sergilemektedir.
- Bağlamsal Anlamlandırma: Modelin "teach me new words" ve "i want to learn sentences" gibi karmaşık ifadeleri doğru sınıflandırması, LSTM mimarisinin ardışık verilerdeki bağlamsal ilişkileri koruma yeteneğini doğrulamaktadır.

4. CONCLUSIONS

Bu çalışma kapsamında geliştirilen LSTM tabanlı chatbot mimarisi, dil eğitimi süreçlerinde niyet tespiti ve interaktif diyalog yönetimi açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında şu sonuçlara ulaşılmıştır:

Modelin Yetkinliği: LSTM mimarisi, özellikle eğitim odaklı niyetler olan "Words", "Sentences" ve "Level" kategorilerinde 1.00 F1-skoru elde ederek, yapısal ve gramer açısından zengin ifadeleri sınıflandırmada üstün bir başarı sergilemiştir. Bu sonuçlar bağlamsal ilişkileri yakalama yeteneğini öne çıkarmaktadır.

Diyalog Yönetimi: Sistemin genelinde elde edilen %75 doğruluk (Accuracy) oranı, chatbotun kullanıcılarla temel düzeyde iletişim kurabileceğini göstermektedir.

Gelişim Alanları: Hata analizleri sonucunda, sistemin bilinmeyen ifadelere karşı "Greetings" sınıfına yönelme eğilimi gösterdiği saptanmıştır. Bu durum, modelin genel performansını sınırlayan temel faktör olarak belirlenmiş olup, veri setinin çeşitlendirilmesinin önemini ortaya koymuştur.

Genel Değerlendirme: Sonuç olarak, geliştirilen model literatürdeki benzer çalışmalarla uyumlu, hatta belirli kategorilerde beklentilerin üzerinde performans sergileyen bir yapıdadır. Sistemin, kullanıcıların hata yapma kaygısını minimize eden ve öğrenme sürecini kişiselleştiren bir asistan olarak kullanılabilirliği doğrulanmıştır.

5.FUTURE STUDIES

Veri Seti Genişletme: "Belirlenemedi" sınıfındaki hataları minimize etmek için veri setinin kapsamı ve çeşitliliği artırılacaktır.

Gelişmiş Mimari: Modelin bağlamsal başarısını artırmak için Bi-LSTM veya Dikkat Mekanizmaları (Attention) entegre edilecektir.

Mobil Entegrasyon: Geliştirilen modelin, yükseköğretim öğrencilerinin erişimini kolaylaştırmak amacıyla mobil bir eğitim uygulamasına dönüştürülmesi hedeflenmektedir.

5. REFERENCES

Chandini, P., & Mohan, A. K. (2024). Generative AI-based chatbots interaction model in natural language processing using generative tuned-LSTM with region attention mechanism. *Soft Computing*, *28*(15), 11843–11860.

Xing, C., & Saeed, M. A. (2025). A systematic review on artificial intelligence (AI) technologies in ESL/EFL speaking skills. *International Journal of TESOL Studies*, *250908*, 1–31.

Lan, M. (2026). Doğal Dil İşleme ve Metin Madenciliği. İçinde: Li, H., Zheng, M., Zhu, F., Bai, F. İlaç Tasarımı için Yapay Zekâ. Springer, Singapur.

Zheng, B., & Hu, J. (2024). A study on Chinese college students' intention to use toward AI chatbots: Integrating innovation diffusion theory and technology acceptance model. *Journal of Education and Educational Research*, *7*(3), 220–225.

Isaías, P., Hoque, T., & Miranda, P. (2023). RESOURCEbot: A chatbot for supporting research in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, *35*(2), 1-22.

Fiddin, F. Y., Komarudin, A., & Meline , M. (2024). Chatbot Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru Menggunakan Metode FastText dan LSTM.JACOST,5(1).

TÜRK HALI SANATININ TARİHSEL GELİŞİMİ VE UŞAK HALILARININ ANADOLU HALI SANATINDAKİ YERİ

Doç. Şirin KOÇAK
Uşak Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Bölümü, 64000 Uşak
ORCID: 0000-0001-6367-8060
Çetin DAVRAZ
Tasarımcı, Uşak
ORCID: 0009-0005-3559-3808

ÖZET
Bu çalışma, halı dokumacılığının tarihsel gelişimini Türk kültürü ekseninde ele almakta ve Uşak halılarını Anadolu halı sanatı içerisindeki özgün konumuyla incelemektedir. Orta Asya'daki konar-göçer yaşam biçimiyle şekillenen dokuma geleneği, Türklerin göç hareketleriyle birlikte Anadolu'ya taşınmış; Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde estetik, teknik ve kompozisyon açısından önemli bir gelişim süreci geçirmiştir. Halı, başlangıçta işlevsel bir yaygı olarak üretilmişken zamanla sembolik, sanatsal ve sosyo-ekonomik anlamlar kazanarak kültürel kimliğin görsel bir ifadesi hâline gelmiştir. Çalışmada, Türk halı sanatının erken örneklerinden Pazırık Halısı'ndan başlayarak Anadolu Selçuklu, Beylikler ve Osmanlı dönemleri boyunca halı üretiminde yaşanan dönüşümler kronolojik bir yaklaşımla ele alınmıştır. Özellikle 16. ve 17. yüzyıllarda Osmanlı İmparatorluğu'nun siyasi ve ekonomik gücüyle paralel olarak gelişen Uşak halıları; madalyonlu ve yıldızlı kompozisyonları, zengin bezeme anlayışı ve teknik nitelikleriyle değerlendirilmiştir. Bu halıların Avrupa resim sanatında betimlenmesi ve saray koleksiyonlarında yer alması, Uşak halılarının uluslararası düzeyde tanınmasında etkili olmuştur. Ayrıca Uşak halıcılığının üretim süreci, ticari yapısı ve Avrupa ile kurulan ilişkiler tarihsel veriler ışığında incelenmiş; 18. yüzyıldan itibaren yabancı sermayenin etkisiyle değişen üretim koşullarının geleneksel halıcılık üzerindeki sonuçları tartışılmıştır. Günümüzde Uşak halıcılığının karşı karşıya olduğu yapısal sorunlar ele alınarak, bu köklü sanat dalının korunması ve sürdürülebilirliğine yönelik değerlendirmelerde bulunulmuştur.
Anahtar Kelimeler: Halı, Uşak Halısı, Uşak Madalyonlu Halı

HISTORICAL DEVELOPMENT OF TURKISH CARPET ART AND THE PLACE OF UŞAK CARPETS IN ANATOLIAN CARPET ART

ABSTRACT
This study examines the historical development of carpet weaving within the context of Turkish culture and analyzes Uşak carpets as a distinctive group within Anatolian carpet art. Originating from the nomadic lifestyle of Central Asia, the weaving tradition was carried to Anatolia through Turkish migrations and underwent significant aesthetic, technical, and compositional transformations during the Seljuk and Ottoman periods. Initially produced as functional floor coverings, carpets gradually acquired symbolic, artistic, and socio-economic meanings, becoming visual expressions of cultural identity. The study adopts a chronological approach, beginning with the Pazyryk Carpet as one of the earliest known examples, and continues through the Anatolian Seljuk, Beyliks, and Ottoman periods. Particular emphasis is placed on Uşak carpets produced during the 16th and 17th centuries, which developed in parallel with the

political and economic power of the Ottoman Empire. Medallion and star compositions, decorative richness, and technical characteristics are evaluated, along with the representation of Uşak carpets in European paintings and collections. Furthermore, the production processes, commercial structure, and trade relations of Uşak carpet weaving are examined based on historical sources. The study also discusses the impact of changing production conditions from the 18th century onward and addresses the contemporary challenges faced by Uşak carpet weaving, emphasizing the necessity of preservation and sustainability strategies.
Keywords: Carpet, Usak Rug, Usak Medallion Rug

1. GİRİŞ

İnsanın doğa koşullarına karşı geliştirdiği uyum ve çevresini kendi yaşam alanına dönüştürme çabasının erken dönem ürünleri arasında yer alan bu tekstil türleri; halı, kilim, seccade, sofra bezi gibi yere ya da döşeme yüzeylerine serilmek amacıyla üretilen yüzeyleri kapsayan genel bir tanımlama içinde değerlendirilmektedir (Usluca Erim, Gezicioğlu & Erim, 2019: 48). İnsanlık tarihiyle paralel bir gelişim gösteren dokuma geleneği, kültür ve ekonomi tarihi açısından farklı toplum ve coğrafyaların izlerini takip etmeye olanak sağlamaktadır. İlk düz dokuma yaygıların, öncelikle örtünme gereksinimini karşılamak amacıyla üretildiği; erken dönemlerde yaygı ve örtünme gibi temel işlevlere hizmet ettiği ve bu süreçte keçenin en erken keşfedilen dokuma türlerinden biri olduğu anlaşılmaktadır. Zamanla halılar başta olmak üzere düz dokuma yaygılar, işlevsel niteliklerinin ötesine geçerek sanatsal bir kimlik kazanmıştır.

Dokuma kültürünün dünya genelindeki yayılımı incelendiğinde, iklim koşullarının elverişli olduğu orta kuşak bölgelerde ve hayvancılığın geliştiği coğrafyalarda yoğunlaştığı görülmektedir. Orta kuşak iklim özelliklerinin hakim olduğu alanlarda yaşam süren Türk boylarında da dokumacılığın doğal bir gelişim göstererek yaygınlaştığı ifade edilebilir (Yılmaz, 2023: 25). Halı, binlerce yıl öncesinden günümüze kadar hem kullanım eşyası hem de dekoratif bir unsur olarak dokunmuş, tarihsel veriler doğrultusunda ilk kez Türkler tarafından üretildiği tespit edilerek dünya medeniyetine kazandırılmıştır. Sanat tarihi alanında halıların bilimsel yöntemlerle incelenmesi 1882 yılında Robinson'un çalışmalarıyla başlamış, 1892'de Wilhelm von Bode'nin araştırmalarıyla sistematik bir nitelik kazanmış ve Kurt Erdmann'ın uzun soluklu çalışmalarıyla devam etmiştir. Bu araştırmalar sonucunda, halı sanatının başlangıcından itibaren Türk kültürüyle sıkı bir ilişki içinde geliştiği ve halının dünya medeniyetine Türkler aracılığıyla sunulduğu ortaya konulmuştur (Taylan, 2013: 3). Tarih boyunca geniş bir coğrafyada varlık gösteren Türk toplulukları, sanat alanında farklı disiplinlerde etkili bir üretim geleneği oluşturmuş ve bu etkinlik süreklilik arz etmiştir. Bu disiplinler içerisinde halı sanatı, Türk kültürel kimliğiyle güçlü bir bağ kurarak; motif zenginliği, ikonografik boyutu ve yöresel dokuma pratikleri sayesinde evrensel ölçekte önemli bir kültürel miras unsuru olarak öne çıkmaktadır. Motiflerin taşıdığı sembolik anlamlar, bölgelere özgü üretim yöntemleri ve estetik anlayış, halıyı salt bir zanaat ürünü olmaktan öteye taşıyarak Türk kültür tarihinin başlıca görsel anlatım araçlarından biri konumuna getirmiştir (Aslanapa, 2005: 13). Halının tarihsel gelişimi Türk topluluklarıyla başlamış, zaman içerisinde değişen ve dönüşen kültürel süreçler doğrultusunda zenginleşerek günümüze ulaşmıştır. Orta Asya'dan itibaren Türklerde halı, çadır yaşamında süsleme ve yaygı unsuru olarak, hayvan örtüsü şeklinde ve yerleşik yaşamda mekân içi kullanım amacıyla değerlendirilen gündelik bir ihtiyaç nesnesi olmanın yanı sıra gereksinime dayalı olarak üretilen köklü bir geleneksel sanat dalı niteliği taşımaktadır. Bununla birlikte halı, savaşlar ve şenlikler sırasında kurulan otağların iç ve dış mekânlarında, ayrıca tahtlar üzerinde kullanılarak yüksek değer atfedilen ve simgesel anlamlar yüklenen bir eşya konumuna sahip olmuştur. (Taylan, 2013: 1).

2. TÜRK HALI SANATININ TARİHÇESİ

Türk halıcılığının kökenleri oldukça eski dönemlere uzanmaktadır. Araştırmacılar, halı sanatının ortaya çıktığı coğrafyanın 30°–45° kuzey enlemleri ile 85°–100° doğu boylamları arasında yer alan ve Asya'yı kuşatan bir bölge olduğunu ifade etmektedir. Bu alan, Türklerin anayurdu olarak kabul edilmekte ve Bozkır Kültürü'nün doğup geliştiği coğrafyayı kapsamaktadır. Söz konusu enlem kuşağının doğu kesiminde (Doğu Türkistan) keçe geleneğinin, batı kesiminde ise düğümlü halı üretiminin yaygınlaştığı görülmektedir. Düğümlü halıların esas gelişim alanı Batı Türkistan'dır. Kurt Erdmann, bu bölgede başlangıçta avcı-göçebe toplulukların hayvancılığa dayalı yaşam biçimleri doğrultusunda elde ettikleri yünlerle dokumalar ürettiklerini, yün ipliklerin düğümlenmesi yoluyla yapay post benzeri yüzeyler oluşturduklarını ve bu tür dokumaların MÖ 2000'li yıllardan önceye tarihlendiğini belirtmektedir. Erdmann'a göre, zamanla büyük önem kazanan bu yeni dokuma tekniği bir Türk bölgesinde gelişmiştir. Bu post benzeri dokumalar, düğümlü halının en ilkel biçimini ortaya koymakta olup, söz konusu tekniğin ne zaman tam anlamıyla halı formuna dönüştüğü kesin olarak bilinmemektedir (Görgünay Kırzıoğlu, 1995: 20). Türk toplumu, konar-göçer yaşam biçiminin gereği olarak farklı coğrafyalarda inanç, yazı sistemi ve kültürel alışkanlıklarında değişimler yaşamış olsa da Orta Asya'da geliştirdiği el dokumacılığı geleneğini kesintisiz biçimde günümüze taşımıştır. Konar-göçer yaşamın temel barınma birimi olan ve yurt, ak öy ya da boz öy olarak adlandırılan keçe çadırlar, halıdan önce kullanılan ve muhtemelen ilk keşfedilen dokuma türü olan keçe ile üretilmiştir. Orta Asya mitolojisinde mikrokozmos olarak kabul edilen çadırın üst bölümü göğü ve Gök Tanrı'yı simgelemektedir. Halı ve keçe, Orta Asya'da mekân süslemesinin yanı sıra günümüz mobilyası işlevini üstlenmiş, refah ve statü göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Keçe; giyim, ayakkabı ve tören nesnesi olarak da kullanılmış, hükümdarların tahta çıkışlarında keçe halı devlet sembolü niteliği kazanmıştır. Halı, keçe, kilim ve hasır yer yaygısı olarak kullanılırken, eski Türkçede kalı (kali) sözcüğü evlilik öncesi kız tarafına verilen değerli eşya anlamını taşımış; Doerfer, bu terimin Türkçeden Farsçaya geçtiğini çeşitli kaynaklarla ortaya koymuştur (Taylan, 2013: 3). Türklerin dünya kültürüne sunduğu önemli bir miras olan halı sanatı, tekstil temelli üretimler arasında seçkin bir yere sahiptir. Bilinen en eski örneği Pazırık Halısı olarak kabul edilen halı, Orta Asya Türk kültüründe sedir, taht ve duvar gibi yüzeylerde kullanılmış; yer yaygısı olarak değerlendirilmemiştir. Yün, ipek ve pamuk gibi doğal malzemelerin kök boyalarla renklendirilmesi ve kültüre özgü desen anlayışı, halıya estetik ve simgesel bir derinlik kazandırmıştır. Desenler aracılığıyla bireysel ve toplumsal deneyimlerin aktarılması, halıyı aynı zamanda sosyolojik açıdan güç ve statü göstergesi olan bir iletişim nesnesi haline getirmiştir (Gürgüler, 2023, s. 89)

Resim 1: Pazırık Halısı ve Detay Görünümü (Taylan, 2013, s. 6; Gürgüler, 2023, s. 90).

Türk halı sanatına ilişkin bilinen en erken örnekler, yazılı ve görsel kaynaklar doğrultusunda 13. ve 14. yüzyıllarda Anadolu Selçuklu Dönemi'ne tarihlenmektedir. Anadolu Selçuklu Devleti'nin 14. yüzyıl başlarında siyasal bütünlüğünü yitirmesinin ardından, Osmanoğulları Beyliği'nin de dâhil olduğu Beylikler Dönemi boyunca halı üretiminin devam ettiği görülmektedir.

Resim 2: Konya Selçuklu Halısı, 13. yüzyıl, Türk ve İslam Eserleri Müzesi (Aslanapa, 1987, s. 19).

Bu döneme ait Türk halıları, 14. ve 15. yüzyıllarda İtalyan, İspanyol ve Flaman ressamlarının resimlerinde betimlenmiş; söz konusu örneklerde hayvan figürlerinin belirgin bir bezeme unsuru olarak öne çıktığı anlaşılmıştır. Aynı süreçte, hayvan figürlü kompozisyonların yanı sıra kareli zemin düzenlemesine sahip ve geometrik motiflerle süslenmiş halılar da üretilmiştir. Alman ressam Hans Holbein ve İtalyan ressam Lorenzo Lotto'nun eserlerinde sıkça yer almaları nedeniyle bu tür Batı Anadolu halıları, sanat tarihi literatüründe "Holbein halıları" ve "Lotto halıları" olarak adlandırılmaktadır. 15. yüzyılın sonlarından itibaren Anadolu halılarında bezeme anlayışında bir değişim yaşanmış; hayvan figürlerinin yerini giderek geometrik ve bitkisel motifler almaya başlamıştır (İleri, 2010: 1) Avrupalı ressamların tablolarında tasvir edilen halılar, 17. yüzyılın sonlarına kadar yoğun ilgi görmüştür. Avrupa'da Türk halıları olarak tanınan bu örnekler, üretim merkezleri bakımından Uşak halılarıdır; ancak dönemsel envanter kayıtlarında "Uşak halısı" adıyla anılmamaktadır. Ressamların eserlerinde en sık betimlenen Uşak halıları arasında 1. Tip Holbein halıları, 2. Tip Holbein halıları, Lotto halıları ile "madalyonlu" ve "yıldızlı" Uşak halıları bulunmaktadır (Perdahçı, 2011, s. 275). Holbein ve Lotto halıları, Osmanlı halı sanatının erken döneminin son halkasıdır. Yeni dönemin ilk halkası ise Uşak halıları ile başlar. Uşak halılarıyla birlikte gelenekte bir kopuş görülür (Taylan, 2013: 48).

Resim 3: I.Holbein tipi halı,16.yy. New York, Metropolitan Museum of Art (Aslanapa, 1987, s. 70)

Resim 4: Armalı Lotto Halısı,17.yy. Newyork Metropolitan Museum (Aslanapa, 1987, s. 82)

Türk halı sanatı, 16. ve 17. yüzyıllarda Anadolu Selçuklu geleneğinin devamı ve Osmanlı İmparatorluğu'nun siyasal ve ekonomik gücüyle birlikte en gelişmiş evresine ulaşmıştır. Osmanlı Dönemi'nde nitelik bakımından öne çıkan halıların, Gediz Irmağı'nın Simav, Şaphane, Murad, Burgaz ve Boz Dağları ile çevrili yukarı havzasında üretildiği; bu bağlamda Uşak, Kula, Gördes, Demirci ve Selendi'nin dönemin başlıca halıcılık merkezleri arasında yer aldığı bilinmektedir (Yayman, 2024: 967)

Resim 5: Osmanlı Saray Halısı (Berkli & Zencirkıran, 2019, s. 557).

Osmanlı İmparatorluğu'nun 16. yüzyıldaki yükselişiyle birlikte halı sanatında üretim ve tasarım çeşitliliği artmış; Klasik Devir olarak tanımlanan 16. ve 17. yüzyıllarda saray halıları ile Uşak halıları başlıca iki grup olarak ortaya çıkmıştır (İleri, 2010: 1)

3. UŞAK HALILARININ TARİHSEL GELİŞİMİ VE ÜRETİM SÜRECİ

Halıcılık, bir el sanatı geleneği olarak Orta Asya'dan göç eden Yörük toplulukları aracılığıyla Uşak yöresine taşınmıştır (MEB, 2012: 3). Türk halı sanatı içerisinde önemli bir yer tutan Uşak halı grubunun ortaya çıkışı, tarihsel kaynaklarda çoğunlukla 16. yüzyıla tarihlendirilmektedir. Bununla birlikte bazı yabancı kaynaklarda Uşak halılarının üretiminin 15. yüzyılın sonları ile 16. yüzyılın başları arasında başladığı belirtilmektedir. 16. yüzyılda Türk halıcılığında iki temel üretim grubu öne çıkmış; bunlar saray halıları ile Uşak halıları olarak sınıflandırılmıştır. Uşak ve çevresinde dokunmaları nedeniyle bu grup, sanat tarihi literatüründe Uşak halıları adıyla anılmaktadır (İleri, 2010: 16) Murat Dağı ve Ahır Dağı yaylaları ile Manisa ve Aydın kışlakları arasında önemli bir konuma sahip olan Uşak yerleşimi, söz konusu dönemlerde giderek önem kazanmıştır. Bu dönemde halı dokumaları, yerel üretim çerçevesinde şekillenmiştir (MEB, 2012: 3) Geleneksel bağlamda halılar, özel çeyiz eşyası olarak kullanılmış; ölüm sonrasında miras yoluyla paylaşılmış ya da dini amaçlarla camilere bağışlanmıştır. Uşak ve çevresi, 15. yüzyıl erken Osmanlı Dönemi halılarının üretiminde belirleyici bir merkez olarak öne çıkmış ve dönemin başlıca halıcılık bölgelerinden biri olmuştur. 1500'lü yıllarda kapitülasyonların yürürlüğe girmesiyle birlikte Osmanlı topraklarında faaliyet gösteren yabancı elçilere ticaret yapma hakkı tanınmış; bu gelişme, Uşak halılarının Osmanlı sınırları dışına çıkarak uluslararası alanda tanınmasına olanak sağlamıştır (Güllü & Çatır, 2017: 1286) 15. ve 16. yüzyıllarda çok sayıda Avrupalı ressamın eserlerinde Anadolu ve Doğu halıları betimlenmiştir. Almanya'daki envanter kayıtları, Türk halılarının resimlerde yer almaya başlamasının 15. yüzyıl ortalarına tarihlendiğini ve 1600 yılından sonra bu betimlemelerin belirgin biçimde arttığını göstermektedir. Bu görsel veriler sayesinde, en eski Uşak halılarının izlerine Avrupalı ressamların tablolarında rastlanabilmektedir (İleri, 2010: 18)

Resim 6: Paris Bordone (1500–1571), Duka'nın Yüzüğünün İade Edilmesi, 1534 (sol); tabloda yer alan halıyla benzerlik gösteren Yıldız Uşak Halısı, 17. yüzyılın ilk yarısı (sağ) (Mack, 2005, s. 153–154; İleri, 2010, s. 1).

Besim Atalay, *Türk Halıcılığı ve Uşak Halıları* adlı eserinde Uşak halıcılığını dört evrede ele almıştır. 1. Devre (14. yüzyıl öncesi, Selçuk Devri), köşeli geometrik motiflerin belirgin olduğu dönemdir. 2. Devre (16. yüzyıl), geometrik ağırlıklı kompozisyonların İstanbul camileri ve Avrupa sarayları için sipariş üzerine dokunduğu süreci kapsamaktadır. 3. Devre (17. yüzyıl başları), bitkisel motiflerin kompozisyonlara girdiği, ancak geometrik unsurların sürdüğü ve desenlerin giderek Avrupalı sipariş verenlerin zevkine göre şekillendiği dönemdir. 4. Devre ise simetrik düzenin benimsendiği, desenlerin dokuyucunun hayalinden çizime aktarılmasıyla halıcılıkta yeni bir aşamaya geçildiği evre olarak tanımlanmaktadır (Perdahcı, 2011: 278).

Resim 7: Halı Dokuyan Kadınlar (Güllü & Çatır, 2017, s. 1286).

Halıcılığın 16. yüzyılda Uşak ekonomisinde önem kazanmasıyla birlikte, bu döneme kadar ev ölçeğinde sürdürülen üretim, İstanbul cami ve sarayları için verilen siparişlerle gelişme göstermiştir. İtalyan tüccarların dâhil olduğu ticari ilişkiler sonucunda Uşak halıları Avrupa'da ilgi görmüş; kiliseler ve varlıklı çevreler tarafından yoğun biçimde talep edilmiştir. Bu talebi karşılamak üzere Uşak ve çevresinde evlerde yapılan üretim, dönemin koşulları içinde yarı sanayi niteliği kazanmıştır. Üretim koşullarına ilişkin sınırlı bilgi bulunmakla birlikte,

günümüze ulaşan çok sayıdaki örnek, atölye temelli bir üretim yapısına işaret etmektedi (Taylan, 2013: 53). Zengin bir çeşitliliğe sahip olan Uşak halıları, temel olarak "madalyonlu" ve "yıldızlı" olmak üzere iki ana grupta ele alınmaktadır. Bu gruplardan madalyonlu Uşak halılarında kompozisyon anlayışı, merkezde konumlandırılan büyük bir madalyonun çevresinde gelişmekte, kenarlarda yer alan parça madalyonlar ya da madalyonların farklı düzenlerde sıralanmasıyla bütüncül bir yüzey düzeni oluşturulmaktadır. Halının merkezinde daima tam bir madalyona yer verilmesi, bu grubun ayırt edici özelliklerinden biridir. Oval ya da dairesel zeminler üzerine yerleştirilen madalyonlar, Türk halı sanatının temel estetik ilkelerinden biri olan sonsuzluk anlayışına uygun biçimde düzenlenmiş, bu anlayış doğrultusunda geliştirilen örnekler, çeşitlenerek 18. yüzyılın sonlarına kadar üretim geleneğini sürdürmüştür (Perdahcı, 2011: 278). Tebriz'in Türkler tarafından fethinden sonra, Türk ustaların kitap sanatında özellikle cilt kapağı bezemelerinde kullandıkları desenleri halı sanatına aktarmalarıyla Uşak halılarında madalyonlu kompozisyonlar ortaya çıkmıştır. Bu süreçte halı zeminleri, minyatür sanatında görülen bitki, insan ve hayvan figürleriyle zenginleştirilmiştir. Musavvirler tarafından kartonlara aktarılan halı örnekleri yaygınlık kazanmamış olmakla birlikte, Uşak halılarında yeni tasarımlar doğal bir gelişim göstermiştir. İran ve Memluk halılarından esinlenen nakkaşlar tarafından oluşturulan Uşak tipi halılarda ilk kez madalyon (göbek, sofra) düzeni uygulanmış, aynı dönemde yıldızlı halı desenleri de kullanılmaya başlanmıştır. Başlangıçta sipariş üzerine üretilen bu halılar halk arasında sınırlı bir kabul görmüş, ancak zamanla benimsenerek yörede dokuma geleneği içinde yerleşmiştir. Bu gelişim süreciyle Uşak halıcılığı, Türk halı sanatının en seçkin örneklerini oluşturan madalyonlu ve yıldızlı kompozisyonlarıyla halıcılık tarihinde önemli bir konuma ulaşmıştır. (Taylan, 2013: 53).

Resim 8: Büyük Madalyonlu Uşak Halısı, 16. yüzyıl, New York Museum özel koleksiyonu (sol) ve Yıldızlı Uşak Halısı (sağ) (Aslanapa, 1987, s. 104; s. 109).

17. yüzyılda Uşak halıları, klasik dönem üslup özelliklerini büyük ölçüde korumakla birlikte, halı tür ve kompozisyonlarında çeşitlenmenin arttığı bir sürece girmiştir. Bu dönemde ortaya çıkan ve klasik üslubun devamı niteliğini taşıyan söz konusu halı grubu, literatürde Geç Osmanlı Dönemi Halıları olarak tanımlanmaktadır (İleri, 2010: 23). Avrupa'ya ihraç edilen örneklerde Bergama ve Kula gibi farklı yörelere özgü özellikler belirgin hale gelmiştir. Bu dönemde göçebe üretim yapısının yaygınlığı, halıların dokundukları merkezlerin kesin olarak tespit edilmesini güçleştirmiş, söz konusu ürünler bazı kaynaklarda "Yörük halısı" ya da "Anadolu halısı" olarak tanımlanmıştır. 18. yüzyıldan itibaren Batı Anadolu'ya giren özellikle

İngiliz sermayesi, Uşak halıcılığında üretim ve ticaret süreçlerini büyük ölçüde denetim altına almıştır. Tanzimat Dönemi ile birlikte artan dış ticaret ilişkileri, halı üretiminde niceliksel bir artışa yol açmış ancak İngiliz tüccarların eve iş verme (putting-out) sistemi aracılığıyla iplik, boya ve desenleri belirlemesi, geleneksel üretim anlayışının zayıflamasına neden olmuştur. Bu süreçte Avrupa beğenisine yönelik motifler ile sentetik boyalar yaygınlık kazanmıştır. Aynı dönemde Avrupa'da sanayi devrimi sonrasında yükselen refah düzeyi, Uşak halılarına olan talebi artırmış, Osmanlı Devleti'nin uluslararası sergilere katılımı sayesinde ihracat 19. yüzyılın sonlarında önemli ölçüde artmıştır. 20. yüzyıl başlarına gelindiğinde Uşak'ta binlerce halı tezgahı faal durumdadır. 20. yüzyılın başında yerli girişimlerle halı fabrikaları kurulmuş olmakla birlikte, yabancı firmaların üretim üzerindeki etkisi tam anlamıyla kırılmamıştır. I. Dünya Savaşı ve sonrasında yaşanan ekonomik durgunluk, Uşak halıcılığında ciddi bir gerilemeye yol açmıştır. Cumhuriyet döneminde halıcılık bölge için önemini sürdürmüş olsa da, II. Dünya Savaşı sonrası yaşanan sınırlı canlanmaya rağmen geleneksel üretim yapısı eski canlılığına yeniden kavuşamamıştır (Taylan, 2013: 71-75). Günümüzde Uşak'ta halıcılık, artan ekonomik kaygılar, üretim sürecinin emek yoğun yapısı ile yeterli tanıtım ve destek mekanizmalarının geliştirilememesi nedeniyle gerileme sürecine girmiştir. Geleneksel, ev ve el emeğine dayalı üretim biçiminin sürdürülebilirliğinin zorlaşması, bu sanatın bölgedeki yaygınlığını ve işlevini büyük ölçüde yitirmesine yol açmıştır. Buna karşın, özel sektör bünyesindeki bireysel ve sınırlı ölçekli girişimlerle Uşak halıcılığının yaşatılması ve kültürel mirasın gelecek kuşaklara aktarılmasına yönelik çabalar devam etmektedir. Yaklaşık 700 yıllık geçmişe sahip olan Uşak halıları, uzun yıllar bölge halkı için önemli bir gelir kaynağı olmuş; 350–400 yılı aşkın süredir Avrupa'da saraylar, müzeler ve özel koleksiyonlarda yer almıştır. Tarihsel olarak başta İngiltere ve Almanya olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde talep gören bu halılar, günümüzde de sınırlı ölçüde ihracat potansiyelini korumaktadır. Ancak nitelikli dokuyucu sayısındaki azalma ve üretim kalitesindeki düşüş, bu potansiyelin etkin biçimde değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Uşak halılarının yeniden eski önemine kavuşması, planlı koruma, üretim ve tanıtım stratejilerinin geliştirilmesine bağlıdır (MEB, 2012: 5).

SONUÇ

Halı sanatı, Türk kültür tarihinde yalnızca işlevsel bir dokuma geleneği değil; aynı zamanda estetik, sembolik ve sosyo-ekonomik boyutları olan çok katmanlı bir kültürel miras unsuru olarak gelişmiştir. Orta Asya'dan Anadolu'ya uzanan bu uzun tarihsel süreçte halı, Türk toplumunun yaşam biçimi, inanç sistemi ve sanatsal anlayışıyla doğrudan ilişki içinde biçimlenmiştir. Pazırık Halısı'ndan Osmanlı döneminin saray ve Uşak halılarına uzanan gelişim çizgisi, Türk halı sanatının sürekliliğini ve yaratıcılığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Uşak halıları, özellikle 16. ve 17. yüzyıllarda ulaştıkları teknik ustalık, kompozisyon zenginliği ve estetik değerle Türk halı sanatı içerisinde ayrıcalıklı bir konuma sahip olmuştur. Madalyonlu ve yıldızlı kompozisyonlar, yalnızca Anadolu'da değil, Avrupa sanatında da etkili olmuş; birçok Batılı ressamın eserinde betimlenerek bu halıların uluslararası düzeyde tanınmasını sağlamıştır. Uşak halıcılığı, Osmanlı döneminde saray ve Avrupa siparişleri doğrultusunda yarı sanayi niteliği kazanmış; bölge ekonomisinin temel unsurlarından biri hâline gelmiştir. Bununla birlikte, 18. yüzyıldan itibaren yabancı sermayenin üretim süreçleri üzerindeki belirleyici etkisi, geleneksel desen ve üretim anlayışının zayıflamasına yol açmıştır. Cumhuriyet döneminde kısmen sürdürülen halıcılık faaliyetleri, günümüzde ekonomik, sosyal ve yapısal nedenlerle ciddi bir gerileme sürecine girmiştir. Nitelikli dokuyucu sayısının azalması ve üretim kalitesindeki düşüş, Uşak halılarının sahip olduğu ihracat potansiyelinin etkin biçimde değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır. Sonuç olarak, yaklaşık yedi yüz yıllık geçmişe sahip Uşak halılarının yeniden kültürel ve ekonomik değer kazanabilmesi; planlı koruma

politikalarının geliştirilmesi, geleneksel üretim bilgisinin belgelenmesi, nitelikli insan gücünün desteklenmesi ve etkili tanıtım stratejilerinin uygulanmasına bağlıdır. Bu bağlamda Uşak halıları, yalnızca geçmişin bir mirası değil, doğru yaklaşımlarla geleceğe taşınabilecek yaşayan bir kültürel değer olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

Aslanapa, O. (2005). *Türk halı sanatının bin yılı*. İstanbul: İnkılap Kitabevi.

Görgünay Kırzıoğlu, N. (1995). *Altaylar'dan Tuna Boyu'na Türk Dünyası'nda Ortak Motifler*. Ankara: Türksoy Yayınları.

Güllü, S., & Çatır, O. (2017). Uşak halı dokuma sanatının gelişimi, özellikleri ve turizme etkilerine yönelik nitel bir araştırma. *Social Sciences Studies Journal*, 3(10), 1285–1302.

Gürgüler, M. (2023). Geleneksel tekstil sanatı halı ve kavramsal sanat. *International Journal of Humanities and Art Researches (Uluslararası İnsan ve Sanat Araştırmaları Dergisi)*, 8(1), 85–97.

İleri, B. (2010). *Ankara Vakıf Eserleri Müzesi'nde bulunan Uşak halılarının incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir.

Milli Eğitim Bakanlığı. (2012). *Uşak halısı desenleri* (El Sanatları Teknolojisi, 215ESB569). Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Perdahcı, N. (2011). XVI–XVIII. yüzyıl Avrupa resim sanatında Uşak halıları. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(1), 275–291.

Taylan, F. N. (2013). *Uşak halı motiflerinin seramik yüzeylerde uygulanabilirliği ve kişisel uygulamalar* (Yüksek lisans tezi). Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Güzel Sanatlar Fakültesi, Seramik Ana Sanat Dalı.

Usluca Erim, Ö., Gezicioğlu, F. Y., & Erim, M. (2019). Gelenekselden günümüz teknolojisine yer yaygılarında kullanılan baskı/boyama tekniklerine genel bir bakış. *Journal of Arts*, 2(1), 47–62.

Yayman, S. (2024). Uşak halısı ve kilimi örnekleminde ipliğin desene dönüşümünün hikâyesi. *Folklor/Edebiyat*, 30(120), 961–990.

Yılmaz, E. (2023). Uşak'ta halıcılık ve ticari halıcılığın gelişimi (1850–1914). İçinde S. Tutsak, F. Çolak, B. Metin, M. Ö. Duran & S. Erdoğan (Ed.), *Uşak'ın Yunan İşgalinden Kurtuluşunun 100. Yıl Hatırası* (Cilt 1, ss. 25–52). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

HASHİMOTO TİROİDİTİ'NDE GÜNCEL BESLENME YAKLAŞIMLARI: KANITA DAYALI BİR DERLEME

Dyt. Merve Ceylan
Biruni Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, İstanbul-Türkiye,
ORCID: **0009-0001-5800-558X**
Dr. Öğr. Üyesi Nuray Esra AKSAKAL
Haliç Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik (İngilizce), İstanbul-Türkiye
ORCID: 0000-0002-2425-3198

ÖZET

Hashimoto tiroiditi (HT), hipotiroidizmin en yaygın otoimmün hastalığı olup, bağışıklık sisteminin tiroid bezini hedef alarak inflamasyona yol açtığı bir durumdur. Son yıllarda, HT'nin tedavisinde farmakolojik tedaviye ek olarak beslenme temelli müdahalelerin de önemli bir rol oynayabileceği öne sürülmüştür. HT tanısı, klinik semptomlara, anti-tiroid peroksidaz (ATPO) ve tiroglobulin antikorları (ATG) için laboratuvar testlerine ve histolojik özelliklere dayanır. HT'de güncel araştırmalar hastalığın patofizyolojisinde yalnızca tiroid dokusu değil, aynı zamanda bağırsak mikrobiyotası, inflamatuvar yolaklar ve beslenme faktörlerinin de önemli rol oynadığını göstermektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, HT'lilerde bağırsak mikrobiyota bileşiminde belirgin bozulmalar olduğunu, özellikle kısa zincirli yağ asidi üreten türlerin azalmasının inflamasyonu artırabileceğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, antiinflamatuvar özellikleri güçlü olan Akdeniz tipi diyetin, tiroid otoimmünitesine karşı koruyucu etki gösterebildiği; omega-3 yağ asitleri, polifenoller ve lif yönünden zengin beslenme örüntülerinin sitokin düzeylerini azaltarak bağışıklık yanıtını modüle edebildiği bildirilmektedir. Diğer yandan, non-çölyak HT olgularında yapılan meta-analiz bazlı değerlendirmede, Gluten-Free Diet (GFD) uygulamasının serbest tiroid hormon düzeyleri ve TSH üzerinde istikrarlı etki ortaya koymadığı; anti-tiroglobulin (anti-Tg) antikorlarında düşüş gözlenmiş olsa da anti-TPO seviyelerinde artış saptandığı bildirilmiştir bu da glutensiz diyetin tüm HT hastaları için rutin önerilmesini destekleyecek yeterli kanıt olmadığı anlamına gelir. Klinik veriler, selenyum takviyesi anti-TPO ve anti-Tg antikor seviyelerinin düşmesine yardımcı olmakta ve tiroid fonksiyonlarını iyileştirmektedir. Bununla birlikte, D vitamini eksikliğinin otoimmün yanıtı şiddetlendirdiği ve optimal serum düzeylerinin sağlanmasının tiroid fonksiyonlarını ve genel inflamatuvar durumu olumlu etkileyebileceği gösterilmiştir. Sonuç olarak, HT yönetiminde diyetetik yaklaşım, hastaya özel planlanan anti-inflamatuar beslenme, akdeniz diyeti ve glutensiz diyet değerlendirilmesiyle; yaşam kalitesi, inflamasyon, metabolik denge ve tiroid otoimmün aktivitenin birlikte optimize edilmesine katkı sağlayabilir. Ancak, mevcut kanıtların kısıtlılığı ve çalışmaların metodolojik çeşitliliği nedeniyle özellikle antikor düzeyleri, hormonal parametreler ve klinik sonuçlar açısından daha büyük, uzun dönemli kontrollü çalışmalar gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Hashimoto tiroiditi, otoimmün hastalıklar, selenyum, D vitamini, anti-inflamatuar diyet, mikrobiyota

CURRENT NUTRITIONAL APPROACHES IN HASHIMOTO'S THYROIDITIS: AN EVIDENCE-BASED REVIEW

Abstract

Hashimoto's Thyroiditis (HT) is the most common autoimmune disease causing hypothyroidism, in which the immune system targets the thyroid gland, leading to inflammation. In recent years, it has been suggested that nutritional interventions, in addition to pharmacological treatments, may play an important role in the management of HT. The diagnosis of HT is based on clinical symptoms, laboratory tests for anti-thyroid peroxidase (TPO) and thyroglobulin antibodies (TG), and histological characteristics. Current research indicates that in HT, not only thyroid tissue but also gut microbiota, inflammatory pathways, and nutritional factors play a significant role in the disease's pathophysiology. Studies in recent years have shown notable alterations in gut microbiota composition in HT patients, particularly a reduction in short-chain fatty acid-producing species, which may increase inflammation. Furthermore, the Mediterranean diet, known for its strong anti-inflammatory properties, has been reported to have a protective effect against thyroid autoimmunity; nutrition patterns rich in omega-3 fatty acids, polyphenols, and fiber can modulate immune response by reducing cytokine levels. On the other hand, a meta-analysis of non-celiac HT cases has shown that following a Gluten-Free Diet (GFD) does not have a consistent effect on free thyroid hormone levels and TSH; although a decrease in anti-thyroglobulin (anti-Tg) antibodies was observed, an increase in anti-TPO levels was detected, suggesting insufficient evidence to recommend a gluten-free diet for all HT patients. Clinical data indicate that selenium supplementation helps lower anti-TPO and anti-Tg antibody levels and improves thyroid function. Additionally, vitamin D deficiency has been shown to exacerbate the autoimmune response, and maintaining optimal serum levels of vitamin D may positively influence thyroid function and overall inflammatory status. In conclusion, dietary approaches in HT management, including patient-specific anti-inflammatory nutrition, evaluation of Mediterranean and gluten-free diets, may contribute to optimizing quality of life, inflammation, metabolic balance, and thyroid autoimmune activity. However, due to the limited evidence and methodological diversity of studies, larger, long-term controlled trials are needed, especially regarding antibody levels, hormonal parameters, and clinical outcomes.

Keywords: Hashimoto's thyroiditis, autoimmune diseases, selenium, vitamin D, anti-inflammatory diet, microbiota.

Giriş

Hashimoto tiroiditi (HT), tiroid bezinin kronik otoimmün inflamasyonu ile karakterize, en sık görülen otoimmün endokrin hastalıklardan biridir. Hastalığın patogenezinde genetik yatkınlık, çevresel faktörler ve immün sistem düzensizlikleri birlikte rol oynamaktadır (Osowiecka ve Myszkowska-Ryciak, 2023). Tanı tipik olarak Tiroid Uyarıcı Hormon (TSH) seviyelerine dayanır; yüksek TSH ile normal triiyodotironin (T3) ve tiroksin (T4) seviyeleriyle karakterize edelir (Mazur ve ark., 2025). Ancak tiroid peroksidaz (anti-TPO) ve tiroglobulin (anti-TG) antikorlarının artışı, folliküler hücre hasarı ve zamanla gelişen hipotiroidi tablosu hastalığın temel tanı kriteridir (Osowiecka ve Myszkowska-Ryciak, 2023). Bu hastalığa sahip olan bireyler, bazalma metabolizma hızı yavaşlığı sebebiyle yüksek vücut ağırlığına sahiptir bu durumda bireylerin yaşam kalitelerini olumsuz etkilemektedir (Mikulska ve ark., 2022). Hashimoto tiroiditi otoimmün bir hastalık olduğundan, bağışıklık sisteminin aşırı ve düzensiz yanıtı hastalığın merkezinde yer almaktadır (Araújo ve ark., 2025). Enflamatuar sitokinlerin ve

oksidatif stres belirteçlerinin artışı, tiroid antijenlerinin immün tanınmasını güçlendirerek hastalık progresyonunda merkezi bir rol oynamaktadır (Mazur ve ark., 2025). Ayrıca, bağırsak mikrobiyotasındaki bozulmanın HT patogenezine katkıda bulunabileceği yönünde artan kanıtlar mevcuttur; beslenmenin mikrobiyota kompozisyonu ve bağırsak-immün dengesine etkisi bu bağlamda önemli bir araştırma alanı haline gelmiştir. Beslenme yaklaşımları, otoimmün yanıt, inflamasyon düzeyleri ve oksidatif stres arasındaki ilişki biyokimyasal çalışmalarla desteklenmektedir. Özellikle anti-enflamatuar bileşenler (omega-3 yağ asitleri, polifenoller, lif ve antioksidanlar) bağırsak mikrobiyotasını, bağışıklık fonksiyonlarını düzenleyebilir ve oksidatif stresi azaltabilir; bunların her ikisi de otoimmün tiroid bozukluklarında rol oynamaktadır. Anti-inflamatuar ve antioksidan özelliklere sahip beslenme modelleri ile tiroid otoimmünite ve metabolik parametreler arasındaki olası bağlantılar, klinik beslenme pratiğinde giderek daha fazla dikkate alınmaktadır (Bourbour et al., 2026). Son yıllarda yapılan sistematik derlemeler ve kontrollü çalışmalar, çeşitli diyet modellerinin otoimmün belirteçler ve tiroid fonksiyon parametreleri üzerindeki etkilerini incelemiş; anti-inflamatuar diyetlerin HT ile ilişkili inflamasyonu azaltabileceğini göstermesine karşın, spesifik diyet stratejileri (örneğin glutensiz diyet) için yeterli ve tutarlı kanıta ulaşılamadığını bildirmiştir. Bu çalışmalar, kişiye özel, anti-inflamatuar ve bütünsel beslenme yaklaşımlarının HT yönetiminde rol alabileceği ancak standart bir beslenme protokolünün henüz tanımlanmadığını ortaya koymaktadır (Osowiecka ve Myszkowska-Ryciak, 2023).

1. Hashimoto Tiroiditi ve Diyet İlişkisi

Hashimoto Tiroiditinde uygun bir diyet, T3, T4, TSH, Ab-TPO ve Ab-Tg seviyelerini optimize ederek tiroid iltihabını azaltabilir, hastalığın ilerlemesini yavaşlatabilir ve yaşam kalitesini iyileştirebilir (Yılmaz, Aydemir ve Ayaz,2025).

1.1 Mikro Beslenler

Hashimoto tiroiditinde mikro besin ögeleri, tiroid hormon metabolizması ve immün yanıtın düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bunlardan en önemli mikro besinler iyot, selenyum, demir ve çinko tiroid fonksiyonu üzerinde koruyucu etkilere sahiptir. İyot, T3 ve T4 sentezi için gereklidir, ancak hem eksikliği hem de fazlalığı otoimmüniteyi teşvik edebilir; fazla iyot oksidatif stresi ve tiroglobulin immünojenitesini artırır (Yılmaz, Aydemir ve Ayaz, 2025). İyotun birincil kaynağı, tuz, meyve ve deniz ürünleridir. Kronik olarak aşırı iyot alımına maruz kalmak ise kısmen yüksek oranda iyotlanmış tiroglobulin (Tg) daha immünojenik olduğu için Hashimoto tiroiditine (HT) yol açabildiği yapılan çalışmalarla desteklenmektedir (Gong, Meng ve Wang, 2024). Tiroid bezi, çok sayıda selenoprotein içeren ve selenyumun tiroid hormonlarının sentezi, aktivasyonu ve metabolizmasında büyük önem taşıdığını gösteren, en yüksek selenyum seviyelerine sahip organlardan biridir (Cyna et al., 2024). Bu sebeple selenyum, tiroid enzim fonksiyonu, antioksidan savunma ve hormon aktivasyonu için çok önemlidir; eksikliği redoks dengesini bozar, oksidatif hasarı artırır ve T3/T4 metabolizmasını değiştirir (Yılmaz, Aydemir ve Ayaz,2025). 2023 yılında yapılan randomize kontrollü bir çalışma, selenyum takviyesinin HT'li hastalarda TPO-Ab ve TSH seviyelerini önemli ölçüde azalttığını ve hem tiroid otoimmünitesinde hem de oksidatif stres belirteçlerinde iyileşmeler olduğunu göstermiştir (Negro vd., 2023). 2021 yılında daha ayrıntılı bir analiz çalışmasında da, yüksek antikor seviyelerine sahip hastalarda (TgAb > 300 veya TpoAb > 200) selenyum takviyesinden üç ay sonra TPOAb antikorlarının azaldığını ve selenyum takviyesinden altı ay sonra hem TPOAb hem de TgAb değerlerinin azaldığı gözlenmiştir (Wang et al., 2021). Rahim Rostami ve diğerleri tarafından yürütülen bir çalışmada HT olan hastalarda artmış oksidatif

reaksiyonların yanı sıra daha düşük Se seviyeleri de tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarında HT hastalarında TSH, TgAb ve TPOAb antikorların ve idrardaki iyot konsantrasyonlarının kontrol grubuna göre yüksek olduğu gösterilmiştir; bu da tiroid disfonksiyonunun ilerlemesinde eş zamanlı selenyum eksikliği ve artmış iyot seviyelerinin önemini vurgulamaktadır (Rostami et al., 2020). Çinko ve demir gibi diğer mikrobesinlerin tiroid hormon üretimi ve periferik dönüşüm süreçlerinde yer aldığı ve eksikliklerinin tiroid hormon dengesini bozabileceği bildirilmiştir. Çinko, tiroid antioksidan sisteminin temel bir bileşeni olarak tiroid hormonlarının serum T3, T4 ve TSH seviyelerinin düzenler. T3 reseptörünün içerdiği proteinin çinkoya bağlı olduğu görüşü, tiroid ve çinko arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır. Demir ise tiroit hormonlarımın üretiminde rol oynamaktadır. Demir, TPO için gerekli bir kofaktördür ve tiroid hormonu sentezinde ikili bir rol üstlenir: kritik redoks reaksiyonlarını kolaylaştırır ve enzimin katalitik aktivitesini korur. Sonuç olarak, demir eksikliği TPO fonksiyonunu bozar ve böylece tiroid hormonu sentezini aksatır ((Korkmaz vce Yılmaz, 2023; Li et al., 2025). PRISMA rehberine uygun olarak yapılan bu sistematik derlemede, çinko ile tiroid hormonları arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Çalışmalar çinko eksikliği ile tiroid fonksiyon bozuklukları arasında ilişki olduğunu düşündürse de, mevcut kanıtlar çinko takviyesinin tiroid hormon düzeyleri üzerindeki etkileri konusunda tutarlı ve genellenebilir sonuçlar sunmamaktadır (Beserra et al., 2021). Bir başka çalışmada, düşük ferritin düzeylerinin daha yüksek TSH ile ilişkili olduğu; TSH ile ferritin arasında güçlü negatif korelasyon, Hashimoto tiroiditi olan kadınlarda ise ferritin ile anti-TPO ve anti-TG arasında zayıf negatif ilişki bulunduğu bildirilmiştir. Ancak daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Gierach ve Junik, 2025).

Glutensiz Diyetin Rolü: Kanıta Dayalı

Glutensiz diyet (GFD), gluten içeren tahılların diyetten çıkarılmasını içerir ve çölyak hastalığı için standart bir tedavi olarak kabul edilir. Son yıllarda HT hastalarında GFD'nin otoimmün yanıt ve semptomlar üzerindeki olası etkileri araştırılmıştır (Araújo et al., 2025). Hashimoto tiroiditi ile çölyak hastalığı arasındaki güçlü ilişki, glutensiz diyetin bu hasta grubunda gündeme gelmesinin temel nedenlerinden biridir. Çölyak hastalığı olan Hashimoto bireylerinde glutensiz diyetin zorunlu olduğu açıktır; ancak çölyak tanısı olmayan Hashimoto hastalarında bu yaklaşımın gerekliliği net değildir (Pu et al., 2025).

Glutensiz Diyetin HT'de antikor düzeylerini etkilediğini öne süren çalışmalar bulunmaktadır. Bu etkinin, bağırsak geçirgenliğinin azalması ve bağışıklık sistem yükünün hafiflemesi ile ilişkili olabileceği öne sürülmektedir. Bunu destekleyen bir çalışamada yaklaşık 6 aylık ortalama bir süre boyunca uygulanan glutensiz diyetin, TgAb ve TPOAb seviyetlerini istatistiksel olarak anlamlılığa neredeyse ulaşan istikrarlı bir düşüşe sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Pıtıcchıo, Tommaso, et al, 2023). Ancak güncel bir çalışmada bu görüşün tersine HT olan bireylerde anti-TPO varlığı ile bağırsak mikrobiyota çeşitliliği arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (Fenneman ve Aline, 2024). 2025 yılında yapılan meta-analizde glutensiz diyetin anti-Tg'deki ortalama farkı azalttığı ve anti-TPO üzerinde ise ters etki göstererek seviyelerini artırdığı gözlemlenmiş olup glutensiz diyetin TSH, fT3 ve fT4 üzerindeki etkisi anlamlı bulunmamıştır (Araújo et al., 2025). Pobłocki ve ark. tarafından yapılan 12 aylık bir çalışmada ise LT4 ile tedavi edilen hastalarda glutensiz diyetin TSH'yi ($p <$ 0,044) azalttığı, ancak tiroid hormonlarını veya anti-TPO ve anti-TG antikorlarını etkilemediği bulunmuştur (Poblocki et al., 2021). Glutensiz diyetin antikor etkilerinin yanı sıra Krysiak ve ark. yaptıkları bir çalışmada da, Hashimoto hastalığı olan kadınlarda glutensiz diyetin D vitamini konsantrasyonu üzerindeki etkisini incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, glutensiz diyetin Hashimoto tiroiditi olan bireylerde eksojen D vitamininin faydalı etkilerini bozabileceğini

düşündürmektedir. Bunun sebebi glutensiz diyet, D vitamininin kana emilimini engelleyebilir ve bu da tiroid antikorlarını düşürmeye yönelik tedavi desteğini sekteye uğratabilir (Krysiak, Kowalcze ve Okopień, 2022). Mevcut çalışmaların örneklem büyüklüklerinin sınırlı olması, müdahale sürelerinin kısa olması ve sonuçların heterojenlik göstermesi nedeniyle glutensiz diyetin tüm Hashimoto hastalarına rutin olarak önerilmesini destekleyen güçlü kanıtlar bulunmamaktadır (Araújo et al., 2025).

Akdeniz Diyetinin Rolü: Kanıta Dayalı

Akdeniz diyeti (MD) özellikle sebze, meyve, kurubaklagiller, yağlı tohumlar, tam tahıllar, baharatlar, sağlıklı yağlar (özellikle zeytinyağı) ve antioksidan açısından zengin bir beslenme modelidir. Bu diyet modelinde deniz ürünleri, kümes hayvanları, yumurta, şarap ve tercihen az yağlı peynir ve yoğurt şeklinde süt ürünleri ölçülü olarak tüketilirken, kırmızı ve işlenmiş etler, rafine tahıllar ve şekerler az ve sınırlı tüketilir (Almanza et al., 2023). Bu modelin anti-inflamatuar potansiyeli, bağırsak mikrobiyotasını düzenleyebilir ve oksidatif stresi azaltabilir; bunların her ikisi de HT gibi otoimmün tiroid bozukluklarında rol oynamaktadır (Bourbour et al., 2026). 2024 yılında yayımlanan bir çalışma, HT'li bireylerde MD'nin antikor düzeyleri, tiroid fonksiyon testleri ve vücut kompozisyonu üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. MD uygulanan hastalarda anti-TPO ve anti-TG antikorlarında anlamlı düşüşler, TSH ve serbest hormon düzeylerinde iyileşmeler ve BMI'de belirgin azalma bildirilmiştir. Bu bulgular diyeti, otoimmün aktivite ve metabolik profil üzerine olumlu etkiler potansiyeli ile ilişkilendirmektedir. (Shady, 2024). Buna ek olarak 12 haftalık bir başka pilot çalışmada, 45 HT hastasına akdeniz diyeti (MD) ve serbest diyet uygulandı. Bu çalışma sonucunda MD'nin oksidatif stres belirteçlerini anlamlı şekilde azaltırken serbest diyet grubunda benzer değişiklikler göstermediğini rapor etmiştir. Bu çalışma MD'nin antioksidan savunma sistemini güçlendiren etkisine dikkat çekmiştir. Ancak herhangi bir grupta, başlangıç değerlerine kıyasla serum TSH, FT4, Ab-Tg ve Ab-TPO düzeylerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır (Lagana et al., 2025). Bununla birlikte, bazı gözlemsel veriler de HT'li bireylerin daha yüksek Akdeniz diyeti uyum skoruna sahip olduklarında bitkisel besin tüketimlerinin arttığını ve bu durumun oksidatif stres riskini azaltabileceğini göstermektedir (Ruggeri et al., 2021).

Tartışma ve Sonuçlar

Bu derlemede, Hashimoto tiroiditinde (HT) güncel beslenme yaklaşımları kanıta dayalı literatür ışığında değerlendirilmiştir. Mevcut bulgular, HT'nin yalnızca tiroid bezini etkileyen bir hastalık olmayıp; sistemik inflamasyon, bağırsak mikrobiyotası, oksidatif stres ve besin ögeleriyle etkileşim içinde olan kompleks bir otoimmün süreç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle beslenme müdahalelerinin, farmakolojik tedavinin yerine geçmekten ziyade, hastalığın seyrini ve bireyin yaşam kalitesini destekleyici bir rol üstlenebileceği düşünülmektedir. Mikrobesin ögeleri açısından bakıldığında, iyot, selenyum, demir ve çinko HT patofizyolojisinde önemli roller üstlendiği görülmektedir. Selenyum takviyesinin bazı çalışmalarda anti-TPO düzeylerini azalttığı bildirilmiş olsa da, tüm hastalar için rutin kullanımını destekleyen güçlü kanıtlar henüz mevcut değildir (Negro vd., 2023). Glutensiz diyet, HT'de en sık tartışılan beslenme yaklaşımlarından biridir. Çölyak hastalığı eşlik eden bireylerde glutensiz diyetin otoantikor düzeylerini ve gastrointestinal semptomları iyileştirebildiği gösterilmiştir. Ancak çölyak tanısı olmayan HT hastalarında glutensiz diyetin tiroid fonksiyonları veya otoantikorlar üzerindeki etkilerine dair kanıtlar sınırlı ve tutarsızdır (Araújo et al., 2025). Bazı çalışmalarda anti-TPO düzeylerinde azalma bildirilmiş olsa da, bu etkinin genellenebilirliği ve uzun dönem sonuçları net değildir. Bu durum, glutensiz diyetin her

HT hastasında rutin olarak önerilmemesi gerektiğini düşündürmektedir (Poblocki et al., 2021). Akdeniz diyeti ise anti-inflamatuar ve antioksidan özellikleri sayesinde HT için daha güçlü bir bilimsel zemine sahiptir. Zeytinyağı, sebze-meyve, tam tahıllar, balık ve polifenol açısından zengin besinlerin ağırlıklı tüketimi; sistemik inflamasyonun azalması, oksidatif stresin baskılanması ve bağırsak mikrobiyota çeşitliliğinin desteklenmesiyle ilişkilendirilmiştir (Almanza et al., 2023). Güncel gözlemsel çalışmalar, Akdeniz diyetine yüksek uyumun daha düşük inflamatuar belirteçler ve otoimmün hastalık riskinde azalma ile ilişkili olduğunu göstermektedir. HT özelinde yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, bu diyet modelinin tiroid otoimmünitesini dolaylı yollarla olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir (Lagana et al., 2025).

Sonuç olarak, Hashimoto tiroiditinde tek tip bir "ideal diyet" yaklaşımından söz etmek mümkün değildir. Güncel kanıtlar, kişiye özel, anti-inflamatuar özellikleri ön planda olan, besin çeşitliliğini ve bağırsak sağlığını destekleyen beslenme modellerinin HT yönetiminde en rasyonel yaklaşım olduğunu göstermektedir. Beslenme müdahaleleri mutlaka bireyin klinik durumu, otoantikor düzeyleri, eşlik eden hastalıkları ve besin ögesi durumları göz önünde bulundurularak planlanmalıdır. Gelecekte, uzun dönemli randomize kontrollü çalışmaların artmasıyla birlikte, HT'ye özgü daha net ve standardize beslenme önerilerinin geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Kaynakça

Almanza-Aguilera E, Cano A, Gil-Lespinard M, Burguera N, Zamora-Ros R, Agudo A, Farràs M. Mediterranean diet and olive oil, microbiota, and obesity-related cancers. From mechanisms to prevention. Semin Cancer Biol. 2023 Oct;95:103-119. doi: 10.1016/j.semcancer.2023.08.001. Epub 2023 Aug 4. PMID: 37543179.

Araújo, E. M. Q., Coutinho-Lima, C. R. O., Sousa, A. S. d., Souza, L. M. S. d., Ramos, H. E., Almeida-Pititto, B. d., Canto, G. D. L., & Trevisani, V. F. M. (2025). Effects of Gluten-Free Diet in Non-Celiac Hashimoto's Thyroiditis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, *17*(21), 3437. https://doi.org/10.3390/nu17213437

Beserra JB, Morais JBS, Severo JS, Cruz KJC, de Oliveira ARS, Henriques GS, do Nascimento Marreiro D. Relation Between Zinc and Thyroid Hormones in Humans: a Systematic Review. Biol Trace Elem Res. 2021 Nov;199(11):4092-4100. doi: 10.1007/s12011-020-02562-5. Epub 2021 Jan 7. Erratum in: Biol Trace Elem Res. 2021 Dec;199(12):4876. doi: 10.1007/s12011-021-02597-2. PMID: 33409921.

Bourbour, Fatemeh, et al. The Combined Effects of an Anti-Inflammatory Diet and Curcumin Supplementation on Thyroid Function and Lipid Profile in Patients With Hashimoto's Thyroiditis: A Double Blind Randomised Clinical Trial. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, 2026, 9.1: e70138.

Cyna, W., Wojciechowska, A., Szybiak-Skora, W., & Lacka, K. (2024). The Impact of Environmental Factors on the Development of Autoimmune Thyroiditis—Review. Biomedicines, 12(8), 1788

Fenneman, Aline C., et al. Comparative analysis of taxonomic and functional gut microbiota profiles in relation to seroconversion of thyroid peroxidase antibodies in euthyroid participants. *Thyroid*, 2024, 34.1: 101-111.

Gierach M, Junik R. Disorders of the iron economy in females with Hashimoto's thyroiditis. Endokrynol Pol. 2025;76(5):485-489. doi: 10.5603/ep.105209. Epub 2025 Sep 25. PMID: 40995708.

Gong, B., Meng, F., Wang, X. et al. Effects of iodine intake on gut microbiota and gut metabolites in Hashimoto thyroiditis-diseased humans and mice. Commun Biol 7, 136 (2024).

Korkmaz T., Yılmaz S. E., \"Hashimoto Tiroidi ve Mikro Besinler\", 10. Uluslararası Akademik Araştırmalar Kongresi (ICAR), Bolu, Türkiye, 6 - 07 Şubat 2023

Krysiak, R.; Kowalcze, K.; Okopień, B. Gluten-free diet attenuates the impact of exogenous vitamin D on thyroid autoimmunity in young women with autoimmune thyroiditis: A pilot study. *Scand. J. Clin. Lab. Investig.* 2022, *82*, 518–524.

Laganà M, Piticchio T, Alibrandi A, Le Moli R, Pallotti F, Campennì A, Cannavò S, Frasca F, Ruggeri RM. Effects of Dietary Habits on Markers of Oxidative Stress in Subjects with Hashimoto's Thyroiditis: Comparison Between the Mediterranean Diet and a Gluten-Free Diet. Nutrients. 2025 Jan 20;17(2):363. doi: 10.3390/nu17020363. PMID: 39861493; PMCID: PMC11768057.

Li S, Xu Q, Wang S, Peng H, Liu Y. Recent advances of trace elements in autoimmune thyroid disease. *Front Immunol*. 2025

Mazur M, Szymańska M, Malik A, Szlasa W, Popiołek-Kalisz J. Nutrition and Micronutrient Interactions in Autoimmune Thyroid Disorders: Implications for Cardiovascular Health. Pathophysiology. 2025 Aug 1;32(3):37. doi: 10.3390/pathophysiology32030037. PMID: 40843807; PMCID: PMC12372124.

Mikulska, A. A., Karaźniewicz-Łada, M., Filipowicz, D., Ruchała, M., & Główka, F. K. (2022). Metabolic Characteristics of Hashimoto's Thyroiditis Patients and the Role of Microelements and Diet in the Disease Management—An Overview. *International Journal of Molecular Sciences*, *23*(12), 6580. https://doi.org/10.3390/ijms23126580

Negro R, Fallahi P, Ferrari SM, Antonelli A. Selenium supplementation in patients with hashimoto's thyroiditis: results of a randomized controlled trial. Thyroid. 2023;33(8):880–9.

Osowiecka, K., & Myszkowska-Ryciak, J. (2023). The Influence of Nutritional Intervention in the Treatment of Hashimoto's Thyroiditis—A Systematic Review. *Nutrients*, *15*(4), 1041. https://doi.org/10.3390/nu15041041

PITICCHIO, Tommaso, et al. Effect of gluten-free diet on autoimmune thyroiditis progression in patients with no symptoms or histology of celiac disease: a meta-analysis. *Frontiers in endocrinology*, 2023, 14: 1200372.

Pobłocki, J., Pańka, T., Szczuko, M., Telesiński, A., & Syrenicz, A. (2021). Whether a Gluten-Free Diet Should Be Recommended in Chronic Autoimmune Thyroiditis or Not?—A 12-Month Follow-Up. *Journal of Clinical Medicine*, *10*(15), 3240. https://doi.org/10.3390/jcm10153240

Pu YH, Long CY, Yue RS, Zhang BX, Jiang YY, Li ZH. Autoimmune thyroid diseases, Celiac disease and Gluten-free diet: a Mendelian randomization study. Br J Nutr. 2025 Jul 18:1-27. doi: 10.1017/S0007114525103917. Epub ahead of print. PMID: 40676996.

Rostami, R.; Nourooz-Zadeh, S.; Mohammadi, A.; Khalkhali, H.R.; Ferns, G.; Nourooz-Zadeh, J. Serum selenium status and its interrelationship with serum biomarkers of thyroid function and antioxidant defense in Hashimoto's thyroiditis. *Antioxidants* 2020, *9*, 1070.

Ruggeri RM, Giovinazzo S, Barbalace MC, Cristani M, Alibrandi A, Vicchio TM, Giuffrida G, Aguennouz MH, Malaguti M, Angeloni C, Trimarchi F, Hrelia S, Campennì A, Cannavò S. Influence of Dietary Habits on Oxidative Stress Markers in Hashimoto's Thyroiditis. Thyroid. 2021 Jan;31(1):96-105. doi: 10.1089/thy.2020.0299. Epub 2020 Nov 12. Erratum in: Thyroid. 2021 Apr;31(4):709. doi: 10.1089/thy.2020.0299.correx. PMID: 32729374.

Shady, Manal Abu, et al. The impact of Mediterranean diet on patients with Hashimoto thyroiditis. *QJM: An International Journal of Medicine*, 2024, 117.Supplement_2: hcae175. 472.

Wang, LF; Sun, RX; Li, CF; Wang, XH Hashimoto tiroiditi olan hastalarda selenyum takviyesinin antikor titreleri üzerindeki etkileri. *Endokrynol. Pol.* 2021 , *72* , 666–667.

Yilmaz, Y., Aydemir, E., & Ayaz, F. (2025). Hashimoto's thyroiditis as an autoimmune disorder. *Discover Medicine*, *2*(1), 302.

TÜRKİYE'DE EBELİK HİZMETLERİNİN SAĞLIK POLİTİKALARI AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ebe Yeşim SUSAN
Selcuk University, Institute of Health Sciences, Department of Midwifery, Konya, Türkiye
ORCİD:0009-0000-4049-623X,
Doç. Dr. Seyhan ÇANKAYA
Selçuk University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Konya, Türkiye
ORCİD: 0000-0003-0433-2515,

ÖZET
Ebeler, gebelik öncesi dönemden başlayarak gebelik, doğum, doğum sonu ve yaşamın ilk haftaları boyunca doğum yapan kadınlara, yenidoğan bebeklere ve ailelere yönelik hizmet sunan sağlık profesyonelleri olarak tanımlanmaktadır. Ebelik bakımı, sağlık sisteminin ayrılmaz bir parçası olup sağlık hizmetlerinin sunumuna ilişkin mevzuat ve düzenlemelerle yürütülmektedir. Türkiye'de ebelik hizmetleri kapsamlı bir yasal ve etik çerçeveye sahip olup, ebelik uygulamalarının etik temelleri insan onuruna saygı, eşitlik, adalet, doğruluk, bireyin özerkliğine ve mahremiyetine saygı, zarar vermeme ve yarar sağlama, sır saklama ve aydınlatılmış onam ilkeleri doğrultusunda ele alınmaktadır. Bu doğrultuda, 03.12.2024 tarihinde yayımlanan Ebelik Yönetmeliği ile ebelerin eğitim durumlarına göre sağlık hizmetlerinde gerçekleştirebilecekleri ebelik uygulamaları ile görev, yetki ve sorumlulukları tanımlanmış; mesleki uygulamaların standartlaştırılması, bakım kalitesinin artırılması ve hasta güvenliğinin sağlanması hedeflenmiştir. **Farklı ülkelerdeki ebelik uygulamaları, sağlık politikalarının etkisiyle çeşitli örgütlenme biçimleri ve bakım modelleri çerçevesinde şekillenmektedir.** Ebelik hizmetleri ve gebelik eğitimlerinin etkin biçimde yapılandırıldığı ülkelerde sezaryen oranlarının daha düşük olduğu; prenatal, neonatal ve postneonatal dönemlerde sunulan nitelikli bakımın ise ölüm hızlarında belirgin bir azalma sağladığı görülmektedir. Bunun yanı sıra, düzenli ve etkili gebe, bebek ve çocuk izlemlerinin yürütülmesi ile aşılama konusunda bilgilendirme ve danışmanlık hizmetlerinin sunulması, anne ve yenidoğan ölümlerinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de ebelik derneklerinin kurulması, ebelerin mesleki haklarının korunmasına ve sağlık politikalarının şekillendirilmesine katkı sunarken; gebe okulları ve ebe poliklinikleri, ebelik hizmetlerinin niteliğini artırmayı hedefleyen yeni uygulamalar olarak öne çıkmaktadır. Buna ek olarak, nitelikli ebelik eğitimine erişimin güçlendirilmesi ve yeterli sayıda ebenin istihdam edilmesi, ebelik hizmetlerinin etkin ve sürdürülebilir biçimde sunulmasının temel belirleyicileri arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda, ebelik hizmetlerinin sağlık politikaları içinde öncelikli bir alan olarak ele alınması ve ebe liderliğinde bakım modellerinin desteklenmesi; anne ve bebek sağlığı göstergelerinin iyileştirilmesine, sağlık sisteminin sürdürülebilirliğinin güçlendirilmesine ve hizmet kalitesinin artırılmasına önemli katkılar sunmaktadır.
Anahtar kelimeler: sağlık politikaları, ebelik hizmetleri, ebelik yönetmeliği

EVALUATION OF MIDWIFERY SERVICES IN TURKEY FROM THE PERSPECTIVE OF HEALTH POLICIES

ABSTRACT
Midwives are defined as health professionals who provide care to women giving birth, newborns, and families from the preconception period through pregnancy, childbirth, the postpartum period, and the early weeks of life. Midwifery care is an integral component of the

health system and is delivered within the framework of health legislation and regulatory arrangements. In Türkiye, midwifery services are grounded in a comprehensive legal and ethical framework, with ethical principles encompassing respect for human dignity, equality, justice, veracity, respect for individual autonomy and privacy, nonmaleficence and beneficence, confidentiality, and informed consent. In this context, the Midwifery Regulation published on 03 December 2024 defines the scope of midwifery practices that midwives may perform according to their educational level, as well as their duties, authorities, and responsibilities, with the aim of standardizing professional practice, improving quality of care, and ensuring patient safety. Midwifery practices across different countries are shaped by health policies through diverse organizational structures and care models. Evidence indicates that countries in which midwifery services and antenatal education programs are effectively structured tend to have lower cesarean section rates, while the provision of high-quality care during the prenatal, neonatal, and postneonatal periods is associated with a marked reduction in mortality rates. Moreover, the implementation of regular and effective follow-up for pregnant women, infants, and children, together with counseling and education on immunization, plays a significant role in reducing maternal and neonatal mortality. In Türkiye, the establishment of midwifery associations contributes to the protection of midwives' professional rights and to the shaping of health policies, while antenatal education classes and midwife-led outpatient clinics have emerged as new initiatives aimed at enhancing the quality of midwifery services. Additionally, strengthening access to high-quality midwifery education and ensuring the employment of an adequate number of midwives are among the key determinants of the effective and sustainable delivery of midwifery care. In this regard, prioritizing midwifery services within health policies and supporting midwife-led models of care contribute significantly to the improvement of maternal and neonatal health indicators, the sustainability of the health system, and the enhancement of service quality.
Keywords: health policies, midwifery services, midwifery regulation

GİRİŞ

Ebelik, Uluslararası Ebelik Konfederasyonu tarafından; gebelik, doğum ve doğum sonu dönemde kadının bakımını üstlenen, kendi sorumluluğunda doğumu gerçekleştirebilen ve yenidoğanın bakımını sağlayan yetkin bir sağlık profesyoneli olarak tanımlanmaktadır (ICM, 2024). Ebelik hizmetleri, mevzuat doğrultusunda yürütülmekte olup; sağlık politikalarının ebelik temelli bakım modellerini desteklemesi, bakım kalitesinin artırılması ve anne-bebek sağlığı verilerinin iyileştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (El-Ardat et al., 2025).

Ebelik hizmetlerinin sağlık sistemindeki etkinliği sadece mevzuat ve sağlık politikalarıyla değil, aynı zamanda etik ilke ve kodlarla da yakından ilişkilidir. Ulusal ve uluslararası ebelik etik kodları, ebelik uygulamalarının etik ilkelere dayalı biçimde yürütülmesini sağlayarak bakımın niteliğini ve mesleğin saygınlığını güçlendirmektedir (Durgun et al., 2018). Uluslararası Ebelik Konfederasyonu tarafından geliştirilen etik kodlar; ebelikte ilişkiler, mesleki sorumluluklar ve uygulamaların geliştirilmesine odaklanmaktadır (ICM, 2014). Ulusal etik kodlar ise mahremiyet, dürüstlük ve zarar vermeme ilkeleri doğrultusunda ebelik hizmetlerine rehberlik etmektedir (Durgun et al., 2018; Karahan, 2018). Bu etik değerler doğrultusunda Uluslararası Ebelik Konfederasyonu (ICM), yayımladığı "Kadınlar ve Ebeler için Haklar Bildirgesi" ile kadınların nitelikli bakım hakkını ve ebelerin mesleki özerklik gibi haklarını ayrılmaz bir bütün olarak ele almakta; bu hakların korunması ve hayata geçirilmesi için kapsamlı yasal düzenlemelerin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Türkiye'de ebelik mesleği; temelini 1219 sayılı Tababet ve Şuabatı Sanatlarının Tarzı İcrasına Dair Kanun'un oluşturduğu çeşitli kanun, yönetmelik ve genelgelere göre yürütülmektedir. Mevcut yasalar; ebelerin görevlerini, almaları gereken eğitimi ve uygulama yetkilerini belirleyerek mesleğe hukuki bir zemin oluşturur (T.C. Resmi Gazete, 1928). Bu bağlamda yayınlanan ebelik yönetmeliği; mesleki standartları ve kariyer basamaklarını netleştirirken, ebelere normal doğum ve yenidoğan bakımında bağımsız uygulama yetkisi sağlamaktadır (T.C. Resmi Gazete, 2024).

Uluslararası ebelik modelleri, mesleki uygulama açısından geniş bir çeşitlilik sergilemektedir. Bazı sistemlerde ebeler, birinci basamak sağlık hizmetlerinde tam bağımsızlık ve evde doğum yaptırma yetkisiyle donatılmışken (Dereli Yılmaz & Erkal Aksoy, 2018; Macdonald et al., 2025), bazı modeller tıbbi müdahalelerin azaltılmasına odaklanmaktadır (Sağıroğlu & Yılmaz Esencan, 2024). Ayrıca, doğum sonrası süreçte sunulan kapsamlı ev ziyareti ağları (Schmidt & Bachmann, 2021) veya düşük riskli gebeliklerin tamamen ebe liderliğinde klinik yönetimi gibi farklı uygulamalar, mesleğin küresel ölçekteki stratejik önemini kanıtlamaktadır (Department of Health, 2024).

Ebelik hizmetlerinin bu uygulama modelleri; sezaryen oranlarından mortalite hızlarına, izlem süreçlerinden aşılamaya kadar pek çok sağlık göstergesi üzerinde belirleyicidir. Nitekim ebe liderliğindeki bakım; yüksek sezaryen oranlarının kontrol altına alınmasında, anne-bebek ölüm hızlarının düşürülmesinde ve erken doğumların önlenmesinde kanıta dayalı avantajlar sağlamaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2025; WHO, 2024). Ayrıca ebeler, düzenli gebe izlemleri ve aşılama çalışmalarıyla koruyucu sağlık hizmetlerinin etkinliğini ve sürekliliğini sağlamaktadır (Yeşilçiçek Çalık et al., 2023; İnan et al., 2025).

Klinik göstergelerdeki iyileşmenin sahada sürdürülebilir olması, Türkiye'deki sağlık politikalarının ebelik hizmetlerine yönelik yapılandırılmasına bağlıdır. Bu kapsamda ebelik hizmetleri; dernekler, gebe okulları ve ebe poliklinikleri gibi uygulamalarla güçlendirilirken; istihdam, eğitim kalitesi ve göç gibi sorunlarla karşı karşıyadır. Dernekler, hükümetlerle politika geliştirerek hizmet kalitesini artırmada ve akreditasyon süreçlerinde rol almaktadır (Altınayak et al., 2020; Xiong et al., 2020). Sahada ise gebe okulları ve ebe poliklinikleri; bakımın sürekliliğini sağlayan adımlardır (Sağlık Bakanlığı, 2025). Ancak ebe istihdamındaki yetersizlikler ile eğitimdeki uygulama ve altyapı eksiklikleri, bu hedeflere ulaşılmasında engel teşkil etmektedir (Hasta Hakları Aktivistleri Derneği & Gürbüz, 2021; Ulaşlı Kaban et al., 2025). Ayrıca, zorunlu göçten en çok etkilenen mülteci kadınların üreme sağlığı haklarını korumak ve karşılaştıkları hayati riskleri azaltmak için ebelik hizmetlerinin kültürel farklılıkları da dikkate alan sağlık politikalarına dâhil edilmesi büyük önem taşımaktadır (Döner & Kul Uçtu, 2025; Aydın & Yıldız, 2023).

AMAÇ

Bu derlemenin amacı, ebelik hizmetlerini etik ilkeler, yasal düzenlemeler ve uluslararası uygulama modelleri çerçevesinde ele alarak Türkiye'de yürütülen sağlık politikalarının ebelik uygulamalarına ve anne-bebek sağlığına yansımalarını bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmektir.

EBELİK HİZMETLERİNDE ETİK VE HAK TEMELLİ YAKLAŞIM

Mesleki ahlak değerleri ve davranış ilkelerinin bütünü olarak tanımlanan etik; ebelik kodları aracılığıyla hem hizmet kalitesini hem de mesleğin toplumsal saygınlığını ve sürekliliğini sağlayan temel bir unsurdur. Tüm sağlık profesyonellerinin rehber edinmesi gereken bu temel etik ilkeler ise şu şekilde belirtilmiştir (Durgun et al., 2018; Karahan, 2018):

İnsan Onuruna Saygı: Her bireyin biricikliğini ve değerini koruyarak bakım sunmak.

Zarar Vermeme ve Yarar Sağlama: Uygulamalarda öncelikle hastaya zarar gelmesini önlemek ve en yüksek faydayı gözetmek.
Adalet ve Eşitlik: Sağlık hizmetlerini ayrım gözetmeksizin, hakkaniyetli bir şekilde sunmak.
Doğruluk: Bilgi paylaşımında dürüstlüğü ve şeffaflığı esas almak.
Özerkliğe Saygı: Bireyin kendi sağlığı üzerindeki karar verme yetkisini tanımak.
Mahremiyet ve Sır Saklama: Kişisel verileri korumak ve güvene dayalı gizliliği sürdürmek.
Aydınlatılmış Onam: Yapılacak tüm işlemler öncesinde bireyi eksiksiz bilgilendirerek rızasını almak.
ICM, etik kodları dört ana başlık altında toplamıştır:
Ebelikte İlişkiler: Ebelerin kadınlarla güvene dayalı bağ kurması, onam süreçlerini yönetmesi ve kadınları kendi kararları için cesaretlendirmesi (ICM, 2014).
Ebelik Uygulamaları: Bakım sunumunda zarar vermeme ilkesiyle kültürel farklılıklara saygı gösterilmesi, zarar verici geleneklerin reddedilmesi ve kanıta dayalı, bütüncül bir yaklaşım sergilenmesi (Karahan, 2018).
Ebelerin Mesleki Sorumlulukları: Mahremiyete riayet edilmesi, kararların sorumluluğunun üstlenilmesi ve etik çatışma durumlarında kadının hizmete erişiminin aksatılmaması (Durgun et al., 2018).
Ebelik Bilgi ve Uygulamalarının Gelişmesi: Ebelik bilgisinin sürekli araştırmalarla geliştirilmesi ve bu birikimin meslektaşlar ile öğrencilerle paylaşılması (ICM, 2014; Karahan, 2018).
Ulusal düzeyde mesleki saygınlığı korumak adına Türk Ebeler Derneği desteğiyle hayata geçirilen Ulusal Ebelik Etik Kodları Projesi (2011), Türkiye'ye özgü profesyonel değerleri belirlemiştir. Bu çalışma kapsamında öne çıkan ilk beş temel etik ilke; çıkar gözetmemek, mahremiyeti korumak, hatalı uygulamaları bildirecek kadar dürüst davranmak, anne ve bebeği her aşamada değerli görmek ile her türlü özensizlik ve ihmalden kaçınmaktır (Durgun et al., 2018).
İnsan haklarına yönelik tehditlerin hem kadınları hem de ebeleri ortaklaşa etkilediği gerçeğinden hareketle; tüm bireyler için erişilebilir ebe bakımı temel bir insan hakkı olarak kabul edilmelidir (ICM, 2025). Özellikle ebelik mesleğinin ağırlıklı olarak kadınlar tarafından yürütülmesinden kaynaklı cinsiyet eşitsizliği, düşük gelir ve güvensiz çalışma koşulları, ebelerin ve dolayısıyla kadınların sağlığını tehdit eden unsurlar olarak tanımlanmaktadır (ICM, 2025). Bu çerçevede:
Kadın Hakları: Her kadın; ayrımcılıktan uzak ve mahremiyetine saygılı bir bakım alma hakkına sahiptir. Bu kapsamda bedensel bağımsızlık, kanıta dayalı bilgiye erişim, kararlara aktif katılım, onam veya reddetme hakkı ile doğum yerini ve refakatçisini seçme özgürlüğü vazgeçilmezdir (ICM, 2025).
Ebe Hakları: Ebeler; küresel standartlarda eğitim alma, bağımsız mesleki kimlik kazanma, her türlü şiddetten uzak çalışma ortamına sahip olma, adil ücret alma ve liderlik rollerine erişim hakkına sahiptir. Ayrıca, güçlü meslek derneklerine erişim, mesleki gelişimin temel şartıdır (ICM, 2025).
Ortak Haklar ve Sonuç: Toplum sağlığının korunması için güvenli, hesap verebilir ve özerk bir ebe iş gücü sağlayacak düzenleme sistemleri kurulmalıdır. Ulusal sağlık politikaları, kadın ve yenidoğan ihtiyaçlarını karşılayacak yeterlilikte ebe istihdamını planlamakla yükümlüdür (ICM, 2025).

TÜRKİYE'DE EBELİK HİZMETLERİ VE YASAL ÇERÇEVE

Ebelik mesleği, birey ve toplum sağlığının korunmasında kritik bir role sahip olup, hizmet süreçleri kanun, yönetmelik ve genelgelerden oluşan sağlam bir yasal çerçeveye oturtulmuştur.

Kanunlar

Ebelik mesleğinin en temel yasal dayanağı, 11 Nisan 1928 tarihli 1219 sayılı Tababet ve Şuabatı Sanatlarının Tarzı İcrasına Dair Kanun'dur. Bu kanun; ebelik mesleğinin tanımını yapar, ebe olabilmek için gerekli eğitim ve diploma koşullarını belirler ve gebelik/doğum dönemindeki sağlık hizmetlerinin sınırlarını çizer. Kamu bünyesinde çalışan ebeler için ise 657 sayılı Devlet Memurları Kanunu geçerlidir; ebeler bu kanunla "sağlık hizmetleri sınıfı" içinde tanımlanarak atanma, izin ve disiplin gibi özlük haklarına sahip olurlar. Toplum sağlığı ve aile planlaması süreçleri şu kanunlarla desteklenmiştir:

1593 sayılı Umumi Hıfzısıhha Kanunu (1930): Gebelik ve lohusalık dönemindeki koruyucu önlemleri, aşılamayı, doğum bildirimlerini ve kırsal bölge hizmetlerini kapsar.

2827 sayılı Nüfus Planlaması Hakkında Kanun (1983): Ebelerin aile planlaması danışmanlığı, üreme sağlığı hizmetleri ve RİA (spiral) uygulama eğitimi alma yetkilerini düzenler.

5258 sayılı Aile Hekimliği Kanunu (2004): Ebeyi "aile sağlığı çalışanı" olarak tanımlayarak, birinci basamak sağlık hizmetlerindeki görev, sorumluluk ve çalışma usullerini belirler.

Sistemsel işleyiş ise 3359 sayılı Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu ile sağlık personelinin sınıflandırılması; 2219 sayılı Hususi Hastaneler Kanunu ile de özel hastanelerdeki ebelik standartları ve istihdam koşulları üzerinden yürütülür. Ayrıca ebeler, 1960 tarihli 4/12578 sayılı Tıbbi Deontoloji Nizamnamesi uyarınca hasta haklarına saygı, meslek etiği ve gizlilik kurallarına uymakla yükümlüdür.

Yönetmelik

Kanunların sahadaki yansıması olan yönetmelikler, hizmetlerin operasyonel detaylarını netleştirir:

Aile Hekimliği Uygulama ve Ödeme Yönetmelikleri: Aile sağlığı merkezlerindeki çalışma düzenini, gebe-bebek-çocuk izlemlerini, ev ziyaretlerini ve personele yapılacak performans ödemeleri ile sözleşme esaslarını belirler.

Sağlık Bakanlığı Yataklı Tedavi Kurumları İşletme Yönetmeliği: Hastanelerdeki doğumhanelerin işleyişini, nöbet sistemini, hasta kabul süreçlerini, enfeksiyon kontrolünü ve personelin bakım sorumluluklarını kapsar.

Asgari Eğitim Koşullarına Dair Yönetmelik (2008): Ebelik eğitiminin kalitesini ve uluslararası standartlarını korumak adına üniversitelerdeki teorik ve klinik uygulama zorunluluklarını tanımlar.

Genelgeler

Ebelik hizmetlerinin dinamik ve özel alanları ilgili genelgelerle yapılandırılmıştır:

Gebe Okulu ve Doğuma Hazırlık Genelgesi (2018): Gebelere ve ailelere yönelik eğitimlerin içeriğini, ebe ve hemşirelerin bu merkezlerdeki eğitimci sorumluluklarını ve hizmet standartlarını düzenler.

Sağlık Kabinlerinin Açılışı ve İşleyişi Genelgesi (1997): Ebelerin serbest olarak açabileceği sağlık kabinlerinde sunulacak enjeksiyon, pansuman ve tansiyon ölçümü gibi hizmetlerin kapsamını, kayıt tutma zorunluluğunu ve denetim kurallarını açıklar.

EBELİK YÖNETMELİĞİ GÖREV, YETKİ VE SORUMLULUKLARI

Ebelik Yönetmeliği, ebelerin eğitim durumlarına göre sağlık hizmetlerinde icra edebilecekleri uygulamaları, görev, yetki ve sorumlulukları belirleyen temel yasal düzenlemedir. 1219 sayılı Kanun, 3359 sayılı Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu ve 1 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi hükümlerine dayanılarak hazırlanan bu düzenleme, ebelik mesleğinin sınırlarını çizer (T.C. Resmî Gazete, 2024). Ebeler, kanıta dayalı ve bireyselleştirilmiş ebelik bakımı sunarken insan onurunu, mahremiyetini ve kültürel değerlerini gözetmekle yükümlüdür (ICM,

2024). Mesleki etik değerleri benimseyen ebe, toplum sağlığını tehdit eden bulaşıcı hastalıkları saptama ve bildirme sorumluluğunun yanı sıra; 18 yaş altı gebelikler, aile içi şiddet ve adli olgu niteliği taşıyan durumların tespitinde ve yasal süreçlerin yönetiminde aktif görev alır. Klinik disiplin gereği, görevi devralacak meslektaşına hasta başında sözlü ve yazılı teslim yapmadan görev yerinden ayrılamaz. Ayrıca, yetişkin ve yenidoğan resüsitasyonu ihtiyaçlarında temel yaşam desteğini başlatma yetkisine sahiptir (T.C. Resmî Gazete, 2024).

Gebelik öncesi ve gebelik döneminde ebe, bakanlıkça belirlenen standartlar doğrultusunda doğuma hazırlık eğitimlerini yürütür ve gebeliği tespit ederek normal izlemleri gerçekleştirir. Bu süreçte fundus yüksekliği takibi, fetal kalp seslerinin izlenmesi, NST uygulaması ve gerekli aşılama hizmetlerinin sunulması ebenin yetki alanındadır (T.C. Resmî Gazete, 2024). Gebeliğin fizyolojik yakınmalarını yönetmek amacıyla masaj, hareket ve pozisyon değiştirme gibi kanıta dayalı ilaç dışı yöntemleri tavsiye eder (World Health Organization [WHO], 2025). Normalden sapma veya riskli bir durum tespit ettiğinde gerekli önlemleri alarak ilgili hekime yönlendirir veya sevk sürecini başlatır.

Doğum sürecinin yönetiminde ise leopold manevraları ve vajinal muayenelerle servikal dilatasyon, efasman ve fetal inişi değerlendirerek normal doğumları kendi sorumluluğunda yaptırır (T.C. Resmî Gazete, 2024). Acil durumlarda, hekimin bulunmadığı ve sevkin mümkün olmadığı hallerde makat doğumu gerçekleştirme, epizyotomi uygulama, kordonu klempleme ve plasenta doğumunu yönetme yetkisine sahiptir. Doğum sonu kanama gibi komplikasyonlarda bimanuel kompresyon ve balon tamponad gibi acil tedbirleri uygulama sorumluluğu ebenindir (T.C. Resmî Gazete, 2024; WHO, 2024).

Doğum sonrası dönemde ebe, yenidoğanın ilk muayenesini yapar, anne-bebek ten tene temasını sağlayarak emzirmeyi başlatır ve lohusa izlemini gerçekleştirir (WHO, 2024). Yenidoğan ve çocuk sağlığına yönelik tarama programlarında görev alır, gerektiğinde nazogastrik/orogastrik sonda uygular ve laboratuvar incelemeleri için numune toplar. Lohusalık dönemine ilişkin enfeksiyon, kanama veya annelik hüznü gibi normalden sapmaları saptayarak süreci yönetir. Üreme sağlığı kapsamında ise doğurganlığın düzenlenmesi için danışmanlık verir ve sertifikası bulunması halinde RİA uygulamasını yapar (T.C. Resmî Gazete, 2024).

Yönetmelik ayrıca, ebelikte uzmanlaşma ve yönetim süreçlerini de standardize etmiştir; lisansüstü eğitimini tamamlayan "Uzman Ebe", birim yönetiminden sorumlu "Sorumlu Ebe" ve yeni başlayanların uyum sürecini yöneten "Rehber Ebe" unvanlarıyla mesleki hiyerarşi ve kariyer basamakları yasal güvence altına alınmıştır (Sağıroğlu & Yılmaz Esencan, 2024; T.C. Resmî Gazete, 2024).

ULUSLARARASI EBELİK MODELLERİ

Dünya genelindeki ebelik modelleri, mesleki özerklik ve bakımın sürekliliği ekseninde şekillenmektedir. Hollanda'da ebelik, toplum temelli bir pratik olarak birinci basamakta bağımsız medikal tedavi yetkisiyle yürütülmektedir (Dereli Yılmaz & Erkal Aksoy, 2018). Bu sistemde ebeler kendi ofislerini açarak düşük riskli gebelerin bakımını gebelikten doğum sonrası iki aya kadar tek başlarına yönetebilirken, riskli durumlarda doğrudan üst basamağa sevk yetkisine sahiptirler (Sağıroğlu & Yılmaz Esencan, 2024). Hollanda, kadınların evde veya hastanede doğum yapma özgürlüğüne sahip olduğu tek Batı Avrupa ülkesi olarak öne çıkmaktadır (Dereli Yılmaz & Erkal Aksoy, 2018).

Kanada'da ebelik, 1990'lardan itibaren yasal statü kazanarak 3-4 yıllık lisans eğitimiyle profesyonelleşmiştir (Macdonald et al., 2025). Kanadalı ebeler, gebeliğin başlangıcından doğum sonrası altıncı haftaya kadar özerk birinci basamak perinatal bakım sunmaktadır (Darling et al., 2025). Bakım süreci; ev, hastane veya doğum merkezlerinde, doğuranın karar verici olduğu kişi merkezli bir uygulamaya dayanmaktadır (Macdonald et al., 2025).

Sistemin tarihsel olarak hekim odaklı olduğu Avusturya'da, tıbbi müdahaleleri azaltmak amacıyla 1997'den itibaren risk sınıflamasına (A, B, C) dayalı ebe liderliğinde bakım modelleri uygulanmaya başlanmıştır (Sağıroğlu & Yılmaz Esencan, 2024). Bu modelde düşük riskli gebeleri takip eden ebelerin; aktif hareket imkanı sağlama ve farmakolojik olmayan ağrı yönetimi gibi yetkileri sayesinde suni oksitosin kullanımı ve epizyotomi oranlarında anlamlı düşüşler kaydedilmiştir.

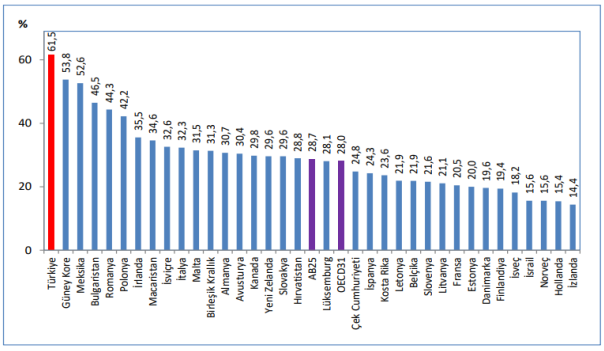
Benzer şekilde yüksek standartlara sahip olan Finlandiya'da ebelik, hemşirelik üzerine inşa edilen 1,5 yıllık bir uzmanlık eğitimiyle kazanılmaktadır (Dereli Yılmaz & Erkal Aksoy, 2018). Tüm doğumlar hastanede gerçekleşse de merkezi olmayan birinci basamak ağı ve doğumdan 3-4 gün sonra ebe tarafından gerçekleştirilen 60 dakikalık kapsamlı ev ziyaretleri, sistemi dünyanın en güvenli modellerinden biri yapmaktadır (Schmidt & Bachmann, 2021).

Son olarak İrlanda'da, ebeler normal seyreden gebeliklerde bağımsız klinik yürüterek tüm sorumluluğu üstlenmekte, hekimler ise genellikle komplikasyon durumunda sürece dahil olmaktadır (Dereli Yılmaz & Erkal Aksoy, 2018). Pilot olarak uygulanan "Toplum Ebeliği Ekipleri" ve doğum sonrası merkezleri aracılığıyla; emzirme desteğinden gelecek gebelik planlamasına kadar geniş bir yelpazede bakımın sürekliliği ev ortamında dahi sağlanmaktadır (Department of Health, 2024).

TÜRKİYE'DE **EBELİK HİZMETLERİNİN SAĞLIK GÖSTERGELERİ VE SAĞLIK POLİTİKALARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ**

Sağlık politikalarının ebelik hizmetleri üzerindeki etkisi; sezaryen oranlarından anne-bebek mortalitesine, izlem kalitesinden aşılama oranlarına kadar geniş bir yelpazede önemli bir yere sahiptir. Anne ve bebek sağlığını korumak Sağlık Bakanlığı'nın öncelikli hedefleri arasında yer alırken, 2022 Sağlık İstatistikleri Yıllığı verileri ülkemizdeki sezaryen oranlarının DSÖ tarafından ideal kabul edilen %15 sınırının oldukça üzerinde olduğunu göstermektedir (Sağlık Bakanlığı, 2025). Bu noktada uluslararası örnekler incelendiğinde, sezaryen oranlarını %15 ile sınırlamayı başaran Hollanda (%15,4) ve İzlanda (%14,4) gibi ülkelerin başarısının ardında, gebelik eğitimlerinin niteliği ve kesintisiz ebe desteğinin bulunduğu görülmektedir (Hasta Hakları Aktivistleri Derneği & Gürbüz, 2021). Buna karşın Türkiye, %61,5'lik sezaryen oranıyla uluslararası karşılaştırmalarda ilk sırada yer alarak OECD31 (%28,0) ve AB25 (%28,7) ortalamalarının iki katından fazla bir kullanım sergilemektedir (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2024). Türkiye'deki bu tablo, yıllar içinde hızla yükselen bir ivmenin sonucudur; nitekim Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması (TNSA) verilerine göre 1993 yılında %7 seviyesinde olan sezaryen oranları, 2003'te %21'e, 2018'de ise %52'ye ulaşarak son otuz yılda yaklaşık sekiz katlık bir artış göstermiştir (TNSA, 2018).

Şekil 5.8. Sezaryen Ameliyatının Canlı Doğumlar İçindeki Oranının Uluslararası Karşılaştırması, (%), 2022

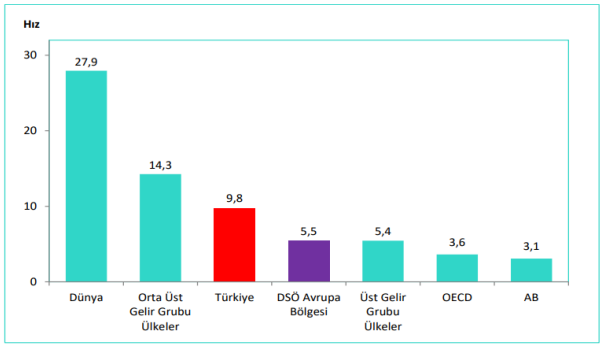


Kaynak: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, OECD Health Data 2024, EUROSTAT Veri Tabanı
Not: Türkiye verisi 2023 yılına aittir. Ülke verileri 2022 yılına veya en yakın yıla aittir.

***Şekil 9.5* Sezaryen ile doğum oranında değişim**
Araştırmadan önceki son 5 yılda sezaryen ile gerçekleşen canlı doğumların yüzdesi

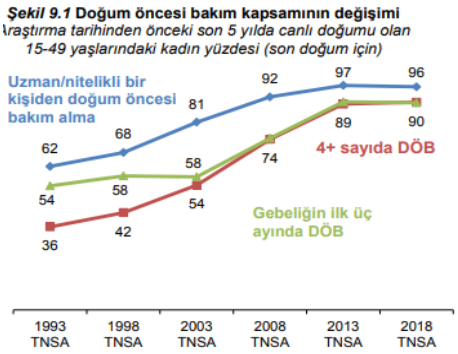
Ebelerin bu süreçteki rolü sadece doğum şekliyle sınırlı kalmayıp, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde anne ve yenidoğan ölümleri ile ölü doğumların azaltılmasında hayati bir fonksiyona sahiptir. Ancak bu potansiyelin tam olarak gerçekleştirilebilmesi için ebelerin Uluslararası Ebeler Konfederasyonu'nun (ICM) önerileriyle uyumlu becerilere sahip olması ve destekleyici bir çalışma ortamında hizmet sunması gerekmektedir (Nove et al., 2021). Ebe liderliğindeki bakım sürekliliği; daha az erken doğum, daha az fetal kayıp ve kadınların doğum sürecine dair daha pozitif deneyimler bildirmesiyle doğrudan ilişkilendirilmektedir (Nove et al., 2021).

Şekil 2.5. Bebek Ölüm Hızının Uluslararası Karşılaştırması, (1.000 Canlı Doğumda), 2022



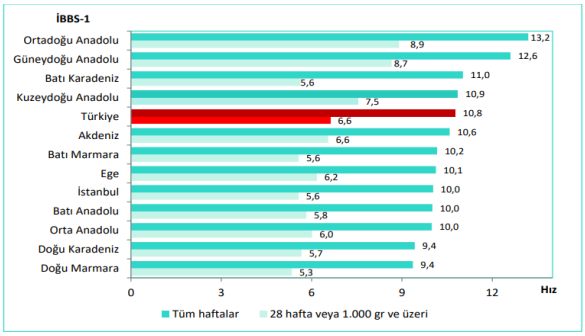
Kaynak: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, UN IGME 2023

Not: Türkiye verisi 2023 yılına aittir. 2023 yılında gerçekleşen deprem sebebiyle bebek ölüm hızı beklenen değerden daha yüksek çıkmıştır.



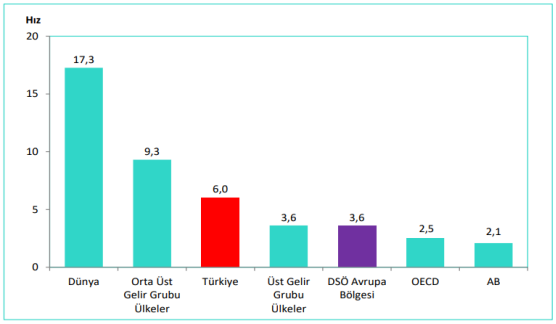
Gebeliğin prenatal döneminde sunulan kaliteli ebelik bakımı, kadının fizyolojik ve psikolojik değişimlere uyum sağlamasını kolaylaştırırken, doğuma hazırlık sürecini güçlendirerek sağlık hizmetlerinden yararlanma oranını artırmaktadır (Özkan et al., 2023). Nitekim Türkiye'de doğum öncesi bakım kapsamında, uzman veya nitelikli bir kişiden bakım alma oranı 1993'teki %62 seviyesinden 2018 yılında %96'ya yükselmiştir (TNSA, 2018). Ebeliğin merkezinde yer alan bu evrensel bakım anlayışı, özellikle çocuk sağlığının en savunmasız dönemi olan neonatal evrede (ilk 28 gün) etkisini daha somut göstermektedir. Türkiye genelinde neonatal ölüm hızı 1.000 canlı doğumda 6,0 seviyesindeyken, bebek ölüm hızı 9,8'dir; bu rakamlar dünya ortalamasının (27,9) altında kalsa da Avrupa Birliği (3,1) ve OECD (3,6) ortalamalarının üzerindedir (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2024). Postneonatal ve postpartum süreçte de ebelerin sürekli etkileşimi sayesinde anormal bulgular hızla saptanarak gerekli müdahaleler yapılmakta, böylece hem maternal hem de neonatal morbidite ve mortalitenin önüne geçilmektedir (Çevik & Avcıbay Vurgeç, 2022).

Şekil 2.6. İBBS-1'e Göre Perinatal Ölüm Hızı, (1.000 Doğumda), 2023



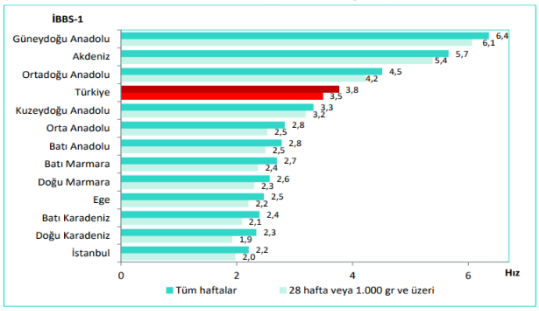
Kaynak: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Şekil 2.8. Neonatal Ölüm Hızının Uluslararası Karşılaştırması, (1.000 Canlı Doğumda), 2022



Kaynak: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, UN IGME 2023
Not: Türkiye verisi 2023 yılına aittir.

Şekil 2.9. İBBS-1'e Göre Postneonatal Ölüm Hızı, (1.000 Canlı Doğumda), 2023



Kaynak: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü

Sağlık politikalarının bir diğer önemli ayağı olan izlem ve koruyucu hizmetlerde de ebe yönetimindeki sürekli bakım modelleri kaliteyi belirleyen temel unsurdur. DSÖ, antenatal bakımda temas sayısının artırılması ve ebe odaklı vaka notları gibi uygulamaların gebelik deneyimini iyileştirdiğini vurgulamaktadır (Yeşilçiçek Çalık et al., 2023). Ayrıca ebeler, ailelerin aşılama kararları üzerinde en güçlü etkiye sahip profesyonellerin başında gelmektedir. Türkiye'de bağışıklama hizmetlerindeki başarı sonucunda, 2002 yılında %72-%82 bandında seyreden genel aşılama hızları 2023 yılı itibarıyla temel çocukluk dönemi aşılarında %95'in üzerine çıkmıştır (Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2024). Ön saflarda hizmet veren bir sağlık çalışanı olarak ebe, hem gebelik dönemindeki anne aşılaması hem de doğum sonrası bebek aşılaması konularında verdiği danışmanlıkla aşılama oranlarının yükseltilmesinde kilit bir rol oynamaktadır (İnan et al., 2025).

Tablo 5.1. Yıllara Göre Aşılama Hızları, (%)

	2002	2019	2020	2021	2022	2023
DaBT 3	78	99	98	95	99,5	98,8
BCG	77	96	96	95	98,1	96,0
HBV 3	72	99	98	96	99,3	99,0
KKK	82	97	95	96	95,2	95,2
KPA Rapel*	-	-	95	96	95,3	95,2

Kaynak: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü
**1 Temmuz 2019 tarihinden itibaren KPA'nın 3. doz uygulaması kaldırılıp yerine KPA Rapel uygulamasına geçildi. 2018 yılı ve öncesindeki değerler KPA 3 uygulamasına aittir.*
Not: MERNİS ve aile hekimliği kaydı farklı illerde olan kişiler, bölgeler arası aşılama hızlarına etki etmektedir.

TÜRKİYE'DE POLİTİKA TEMELLİ DEĞİŞİMLER VE SORUNLAR

Türkiye'deki ebelik hizmetleri, bir yandan kurumsallaşma ve yeni uygulama modelleriyle gelişim gösterirken, diğer yandan istihdam, eğitim ve göç gibi yapısal sorunlarla mücadele etmektedir. Mesleki ilerlemenin sağlanmasında bireysel çabaların ötesinde, hükümetlerle iş birliği yaparak politikalar geliştiren Türk Ebeler Derneği, EHEMDER ve EPDAK gibi meslek

derneklerinin profesyonel desteği, ebelerin haklarını korumak ve akreditasyon süreçlerini yönetmek adına kritik bir rol oynamaktadır (Altınayak et al., 2020; Xiong et al., 2020). Bu politikaların sahaya yansıması olarak, 2016 yılından bu yana yürütülen Gebe Okulları aracılığıyla ailelerin farkındalığı artırılarak sezaryen oranlarının azaltılması hedeflenmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2025). Bu vizyonu destekleyen en güncel adım ise 1 Ağustos 2024 tarihinde Zeynep Kâmil Hastanesi'nde başlatılan ebe polikliniği uygulamasıdır; bu modelle gebelerin antenatal dönemde ebelerle tanışması ve doğum sürecinde tanıdığı bir profesyonelden birebir destek alarak daha konforlu bir süreç geçirmesi amaçlanmaktadır (Sağlık Bakanlığı, 2025).

Tablo 10.1. Yıllara Göre Sağlık Personeli Sayıları, Tüm Sektörler

	2002	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Uzman Hekim	45.457	82.894	85.199	88.127	93.517	95.600	101.233
Pratisyen Hekim	30.900	44.053	46.843	49.760	53.035	53.697	54.899
Asistan Hekim	15.592	26.181	28.768	33.372	37.017	45.391	48.091
Toplam Hekim	**91.949**	**153.128**	**160.810**	**171.259**	**183.569**	**194.688**	**204.223**
Toplam Diş Hekimi	16.371	30.615	32.925	34.830	39.851	42.359	45.718
Eczacı	22.289	32.032	33.841	35.364	37.211	38.981	40.610
Hemşire	72.393	190.499	198.103	227.292	232.442	243.565	248.287
Ebe	41.479	56.351	55.972	59.040	57.908	59.632	59.750
Diğer Sağlık Personeli	50.106	177.409	182.456	206.103	219.630	232.661	266.217
Diğer Personel ve Hizmet Alımı	83.964	376.367	369.660	408.581	481.311	538.642	549.116
Toplam Personel	378.551	1.016.401	1.033.767	1.142.469	1.251.922	1.350.528	1.413.921

Kaynak: Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü

Not: 2023 yılında "Asistan Hekim" sayısına 2.933 yan dal asistan hekim, "Toplam Diş Hekimi" sayısına 3.309 asistan diş hekimi, "Eczacı" sayısına ise 4.016 ikinci eczacı ve yardımcı eczacı sayıları dahil edildi. Sağlık Bakanlığı personel sayılarına, Sağlık Bakanlığı merkez teşkilatında çalışan sağlık personeli dahil değildir.

Doğumun doğası gereği ebe liderliğinde yürütülmesi zorunluluğu, Türkiye'deki ebe istihdamı ve eğitim kalitesindeki yetersizlikler nedeniyle uygulamada aksaklıklarla karşılaşmaktadır (Hasta Hakları Aktivistleri Derneği & Gürbüz, 2021). Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü verilerine göre; 2002 yılında 41.479 olan ebe sayısı, 2023 yılında 59.750'ye yükselmiştir. Ancak bu süreçte toplam sağlık personeli sayısı yaklaşık 4 kat artarken, ebe sayısındaki artışın çok daha sınırlı kalması istihdamdaki yetersizliği sayısal olarak da göstermektedir (SHGM; 2023) Ebelik eğitiminde modern simülasyon laboratuvarlarının eksikliği, nitelikli eğitici yetersizliği ve klinik uygulama saatlerinin azlığı gibi faktörler, mezunların mesleki yeterliliğini doğrudan etkilemekte; bu durum ulusal akreditasyon mekanizmalarının ve eğitim standartlarının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır (Abedian et al., 2022; Ulaşlı Kaban et al., 2025).

SONUÇ

Ebelik hizmetleri, anne ve bebek sağlığının korunması ile geliştirilmesinde sağlık sisteminin temel bileşenlerinden biridir. Türkiye'de ebelik hizmetleri; yasal düzenlemeler, ebelik yönetmeliği, aile hekimliği uygulamaları ve sağlık politikalarındaki dönüşümler doğrultusunda yürütülmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2025). Ancak ebelerin görev, yetki ve sorumluluk alanlarının uygulamada yeterince desteklenememesi, ebe merkezli bakımın etkinliğini sınırlamaktadır (Hasta Hakları Aktivistleri Derneği & Gürbüz, 2021).

Uluslararası örnekler; ebe liderliğinde ve bakımın sürekliliğine dayalı modellerin sezaryen oranlarını azalttığını, normal doğumu desteklediğini ve anne-bebek sağlığı sonuçlarını iyileştirdiğini göstermektedir (Nove et al., 2021; WHO, 2024). Türkiye'de ise ebe istihdamının yetersizliği, ebelik eğitiminde standartlara uyum sorunları ve çalışma koşullarına ilişkin güçlükler, sunulan hizmetlerin niteliğini doğrudan etkilemektedir (Ulaşlı Kaban et al., 2025). Bu bağlamda, sağlık politikalarının ebelik hizmetlerini güçlendirecek şekilde yapılandırılması, ebelerin mesleki rollerinin netleştirilmesi ve birinci basamakta ebe temelli bakım modellerinin yaygınlaştırılması, anne ve bebek sağlığının geliştirilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir (ICM, 2025; WHO, 2024).

KAYNAKÇA

Abedian, S., Javadnoori, M., Montazeri, S., Khosravi, S., Ebadi, A., & Nikbakht, R. (2022). Development of accreditation standards for midwifery clinical education in Iran. *BMC Medical Education, 22*(1), 750. https://doi.org/10.1186/s12909-022-03823-8

Altınayak, S. Ö., Apay, S. E., & Vermeulen, J. (2020). Ebelik derneklerinin ebelik mesleğinin gelişimindeki rolü. *Avrupa Ebelik Dergisi, 4*(2), 27. https://doi.org/10.18332/ejm/122388

Aydın, B., & Yıldız, F. (2023). Kültürlerarası modeller merceğinden göç yönetiminde ebelik hizmetleri. *Göç Dergisi, 10*(1), 45–60. https://dergi.tplondon.com/goc/article/view/861/891

Çevik, A., & Avcıbay Vurgeç, B. (2022). Midwife-led care in postpartum. *Journal of Midwifery and Health Sciences, 5*(1), 37–45. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1472517

Darling, E. K., Graybrook, R., Jameel, B., et al. (2025). How does integrating midwives into primary care affect access to care? A qualitative descriptive study from Ontario, Canada. *BMC Health Services Research, 25*, 516. https://doi.org/10.1186/s12913-025-12686-w

Department of Health. (2024, April 19). *Minister for Health attends 25th anniversary event for Community Midwifery Services at the National Maternity Hospital*. https://www.gov.ie/en/department-of-health/press-releases/minister-for-health-attends-25th-anniversary-event-for-community-midwifery-services-at-the-national-maternity-hospital/

Dereli Yılmaz, S., & Erkal Aksoy, Y. (2018). Dünyada ebelik mesleği ve eğitimi. *Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi*, (45), 60–63.

Hasta Hakları Aktivistleri Derneği, & Gürbüz, B. G. (2021). *Sezaryen raporu II: Artan sezaryen oranlarının incelenmesi* (Rapor No. 1299). Hasta Hakları Aktivistleri Derneği. https://www.muharrembalci.com/hukukdunyasi/raporlar/1299.pdf

International Confederation of Midwives. (2014). *ICM code of ethics for midwives*. https://internationalmidwives.org

International Confederation of Midwives. (2024). *International definition and scope of practice of the midwife*. https://internationalmidwives.org/resources/international-definition-of-the-midwife/

International Confederation of Midwives. (2025). *Bill of rights for women and midwives*. https://internationalmidwives.org/resources/bill-of-rights-for-women-and-midwives/

İnan, B., Öztürk, B., Ata, N., Taşkıran, E., Birinci, S., Sonkaya, R., Eroğlu, E., Karadaş, Ö., Tan, E., & Odabaşı, Z. (2025). Epidemiological study of congenital myasthenic syndromes based on national electronic health database of Türkiye. *North Clinical Istanbul, 12*(4), 468–474. https://doi.org/10.14744/nci.2025.08455

Karahan, N. (2018). Bir meslek olarak ebelik. F. Akçay Ay (Ed.), *Sağlık uygulamalarında temel kavramlar ve beceriler* içinde (7. bs.). Nobel Tıp Kitapevi.

Köken Durgun, S., Şen, S., & Tayhan, E. (2018). Ulusal ve uluslararası ebelik etik kodları. *CBÜ Sağlık Bilimleri Dergisi, 5*(4), 218–223.

Macdonald, D., Walker, R., Berman, R., Thiessen, K., Snelgrove-Clarke, E., & Barnes, H. (2025). Changing perspectives: A qualitative study of postgraduate midwifery education experiences in Canada. *Midwifery, 144*, 104344. https://doi.org/10.1016/j.midw.2025.104344

Sağıroğlu, E., & Yılmaz Esencan, T. (2024). Farklı ülkelerde uygulanan ebelik hizmet modelleri. *Sağlık ve Toplum, 34*(3), 11–20. https://ssyv.org.tr/wp-content/uploads/2024/12/2-Farkli-Ulkelerde-Uygulanan-Ebelik-Hizmet-Modelleri.pdf

Schmidt, A., & Bachmann, G. (2021). A general overview of Finnish maternal health care as a potential model for reducing maternal mortality in the United States. *Women's Health Reports, 2*(1), 37–43. https://doi.org/10.1089/whr.2021.0001

T.C. Resmî Gazete. (2024, 3 Aralık). *Ebelik Yönetmeliği* (Sayı: 2024/12/03-2). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2024/12/20241203-2.htm

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2025). *Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2023*. Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü.

World Health Organization. (2024, March 14). *Newborn mortality*. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/newborns-reducing-mortality

World Health Organization. (2025). *Midwifery education and care*. https://www.who.int/teams/maternal-newborn-child-adolescent-health-and-ageing/maternal-health/midwifery

Xiong, J., Lipsitz, O., Nasri, F., Lui, L. M. W., Gill, H., Phan, L., Chen-Li, D., Iacobucci, M., Ho, R., Majeed, A., & McIntyre, R. S. (2020). Impact of COVID-19 on mental health in the general population: A systematic review. *Journal of Affective Disorders, 277*, 55–64. https://doi.org/10.1016/j.jad.2020.08.001

Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. (2019). 2018 Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması (TNSA 2018) Ana Raporu. Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. https://fs.hacettepe.edu.tr/hips/dosyalar/Araştırmalar%20-%20raporlar/2018%20TNSA/TNSA2018_ana_Rapor_compressed.pdf

T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü. (2025). Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2023 [PDF]. Türk Dişhekimleri Birliği İstatistikler sayfasından erişildi: https://www.tdb.org.tr/tdb/v2/istatistikler/2023/2023_SB_SIY.pdf (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2025)

T.C. Sağlık Bakanlığı Kastamonu İl Sağlık Müdürlüğü. (2025, 2 Ocak). Doğal olan normal doğum. https://kastamonuism.saglik.gov.tr/TR-21063/dogal-olan-normal-dogum.html

T.C. Sağlık Bakanlığı İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü. (2025, 27 Ağustos). Ebe polikliniği. Zeynep Kâmil Kadın ve Çocuk Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi. https://zeynepkamilkdch.saglik.gov.tr/TR-1199458/ebe-poliklinigi.html

T.C. Sağlık Bakanlığı Konya İl Sağlık Müdürlüğü. (2025, 5 Mart). Gebe okulu tarihiçe. https://konyailkadimebegebeokulu.saglik.gov.tr/TR-264309/tarihce.html (konyailkadimebegebeokulu.saglik.gov.tr)

T.C. Sağlık Bakanlığı. (2025). *Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2024*. Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü. Erişim adresi: https://www.saglik.gov.tr/TR-114952/saglik-istatistikleri-yilligi-2024.html

Nove, A., Friberg, I. K., De Bernis, L., McConville, F., Moran, A. C., Najjemba, M., et al. (2021). Potential impact of midwives in preventing and reducing maternal and neonatal mortality and stillbirths: a Lives Saved Tool modelling study. The Lancet Global Health, 9(1), e24–e32. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30397-1

Nove, A., Friberg, I. K., De Bernis, L., McConville, F., Moran, A. C., Najjemba, M., et al. (2021). Potential impact of midwives in preventing and reducing maternal and neonatal mortality and stillbirths: a Lives Saved Tool modelling study. The Lancet Global Health, 9(1), e24–e32. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30397-1

Ulaşlı Kaban, H., Martarci, S., & Dinç Kaya, H. (2025). Ebelik eğitiminde akreditasyon. Trakya Üniversitesi Kalite ve Strateji Yönetimi Dergisi, 5(2), 1–29. https://doi.org/10.56682/ksydergi.1736778

TARIHİ YAPILARDA ÇAĞDAŞ MÜDAHALE YAKLAŞIMLARI: DIYARBAKIR İÇKALE A BLOK ADLIYE BINASI ÖRNEĞİ

Amine Zilan DEMİR
Dicle University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 21280 Sur, Diyarbakır
ORCID ID: 0009-0005-7491-810X
Doç. Dr. Nursen IŞIK
Dicle University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 21280 Sur, Diyarbakır
ORCID ID: 0000-0002-6125-1896

ÖZET
Tarihi yapıların sürdürülebilir biçimde yaşatılmasında, bu yapıların özgün mimari, tarihsel ve kültürel niteliklerine saygılı çağdaş müdahalelerle yeniden işlevlendirilmesi günümüzde önemli bir koruma yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. Kültür varlıklarının gelecek kuşaklara aktarılabilmesi yalnızca fiziksel korunmalarıyla değil, aynı zamanda günümüz kullanıcı gereksinimlerine yanıt verebilecek biçimde kentsel yaşama entegre edilmeleriyle mümkün olmaktadır. Bu bağlamda, tarihi yapıların özgün kimliğini zedelemeyen, okunabilir, ayırt edilebilir ve geri döndürülebilir çağdaş ek ve düzenlemelerin tasarlanması temel hedefler arasında yer almaktadır.
Diyarbakır'ın ilk yerleşim alanı olarak bilinen ve Amida Höyüğü 'nü de kapsayan İç kale bölgesi, tarihsel süreç boyunca kentin idari, askeri ve yönetsel merkezi olarak önemli bir rol üstlenmiştir. Zamanla özgün işlevlerini yitiren ve kullanım dışı kalan bu alandaki yapıların yeniden değerlendirilmesi kültürel mirasın korunması ve kentsel yaşamın canlandırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, İç Kale Adliye A Blok Binası'nın müze kompleksi olarak yeniden işlevlendirilmesi ve bu doğrultuda gerçekleştirilen restorasyon çalışmaları ile çağdaş mimari müdahaleler, kentin mimari, kültürel ve sosyal yaşamına önemli katkılar sağlamıştır.
Bu çalışmanın amacı, İç Kale Adliye A Blok Binası'nda uygulanan çağdaş müdahaleleri, tarihi yapı ile yeni işlev arasındaki ilişki bağlamında değerlendirmektir. Çalışmada yöntem olarak; tarihi yapılara yeni işlev verilmesine yönelik kuramsal yaklaşımlar, çağdaş müdahale ilkeleri, müze işlevinin mekânsal gereklilikleri ve uygulama sonrası değerlendirme kriterleri ele alınmıştır. Yapı üzerinde gerçekleştirilen güncel müdahalelerin olumlu ve olumsuz yönleri, mekânsal, işlevsel ve algısal boyutlarıyla analiz edilerek bütüncül bir değerlendirme yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Tarihi yapı, çağdaş müdahale, yeniden işlevlendirme, İç kale, Diyarbakır

CONTEMPORARY INTERVENTION APPROACHES IN HISTORIC BUILDINGS: THE CASE OF DİYARBAKIR İÇKALE A BLOCK COURTHOUSE BUILDING

ABSTRACT
The sustainable preservation of historic buildings has become an important conservation approach through their adaptive reuse with contemporary interventions that respect their original architectural, historical, and cultural characteristics. Transferring cultural heritage to future generations requires not only the physical conservation of these structures but also their integration into urban life in a way that responds to contemporary user needs. In this context,

the design of contemporary additions and interventions that do not damage the original identity of historic buildings, remain legible and distinguishable, and are reversible constitutes one of the fundamental objectives of conservation practices.
The Inner Citadel area of Diyarbakır, which represents the city's earliest settlement and encompasses the Amida Höyük, has historically functioned as the administrative, military, and governmental center of the city. Over time, many buildings in this area lost their original functions and fell into disuse. The reassessment and adaptive reuse of these structures are of great significance in terms of both preserving cultural heritage and revitalizing urban life. Within this framework, the transformation of the Inner Citadel Courthouse A Building into a museum complex, together with the restoration works and contemporary architectural interventions carried out accordingly, has made significant contributions to the architectural, cultural, and social life of the city.
The aim of this study is to evaluate the contemporary interventions implemented in the Inner Citadel Courthouse A Building within the context of the relationship between the historic structure and its new function. The methodology of the study includes an examination of theoretical approaches to adaptive reuse of historic buildings, principles of contemporary intervention, spatial requirements of museum functions, and post-implementation evaluation criteria. The positive and negative aspects of the recent interventions applied to the building are analyzed in terms of spatial, functional, and perceptual dimensions, providing a comprehensive assessment.
Keywords
Historic building, contemporary intervention, adaptive reuse, İç kale, Diyarbakır

1. GİRİŞ

Kültürel mirasın sürdürülebilir bir anlayışla geleceğe aktarılması, tarihi yapıların fiziksel olarak korunmasının yanında çağdaş kentsel yaşamın dinamiklerine entegre edilmesini de zorunlu kılmaktadır. Günümüzde tarihi yapıların korunmasında öne çıkan en önemli yaklaşımlardan biri, bu yapıların özgün mimari, tarihsel ve kültürel niteliklerine saygı duyan çağdaş müdahalelerle yeniden işlevlendirilmesidir. Bu süreçte temel hedef; yapıların özgün kimliğini zedelemeyen, mevcut doku ile kurulan ilişkide okunabilir, ayırt edilebilir ve geri döndürülebilir nitelikte çağdaş eklerin tasarlanmasıdır.
Diyarbakır'ın ilk yerleşim alanı olan ve Amida Höyüğü'nü bünyesinde barındıran İçkale bölgesi, tarihsel süreç boyunca kentin idari, askeri ve yönetsel merkezi olarak stratejik bir rol üstlenmiştir. Ancak zamanla bu alandaki kamu yapılarının özgün işlevlerini yitirmesi ve kullanım dışı kalması, fiziksel bozulmaları beraberinde getirmiş ve bölgenin kentsel yaşamdan kopmasına neden olmuştur. Bu bağlamda İçkale'deki yapıların yeniden değerlendirilmesi, kültürel mirasın korunmasının yanı sıra kentsel belleğin ve yaşamın canlandırılması açısından büyük önem arz etmektedir.
İçkale yerleşkesinde yer alan ve "İç kale Müze Kompleksi" projesi kapsamında restorasyon çalışmalarıyla yeniden işlevlendirilen Adliye A Binası, dönüşüm sürecinin en somut örneklerinden biridir. Yapının müze olarak kurgulanması aşamasında gerçekleştirilen çağdaş mimari müdahaleler, kentin mimari ve sosyal yaşamına önemli katkılar sunmuştur.
Bu çalışma, İçkale Adliye A Binası'nda uygulanan çağdaş müdahaleleri; tarihi yapı ile yeni işlev arasındaki ilişki bağlamında, çağdaş yaklaşımlar ve müze işlevinin mekânsal gereklilikleri üzerinden değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, yapı üzerindeki güncel müdahalelerin olumlu ve olumsuz yönleri; mekânsal, işlevsel ve algısal boyutlarıyla analiz edilerek bütüncül bir değerlendirme sunulacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın ana materyalini, Diyarbakır İç kale yerleşkesinde bulunan ve müze kompleksi olarak yeniden işlevlendirilen A-Blok Adliye Binası oluşturmaktadır. Çalışmada izlenen yöntem, yapıda gerçekleştirilen restorasyon çalışmalarının ve çağdaş mimari müdahalelerin yerinde incelenmesine dayanmaktadır.

Değerlendirme süreci şu aşamalardan oluşmaktadır:

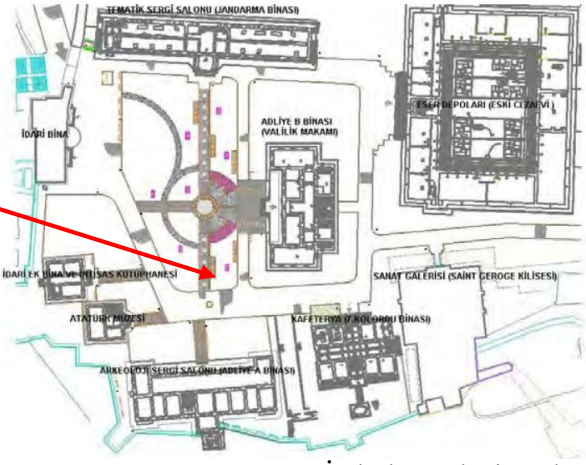
* Tarihi yapıya verilen yeni işlev ile mevcut mekânsal yapı arasındaki ilişkinin gözlemlenmesi.
* Yapı üzerinde gerçekleştirilen güncel müdahalelerin; mekânsal, işlevsel ve algısal boyutlarıyla analiz edilmesi.
* Uygulamaların olumlu ve olumsuz yönlerinin, tarihi yapının özgün niteliklerine etkisi bağlamında bütüncül olarak değerlendirilmesi.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1. Çalışma Alanı

İnceleme konusu olan A-Blok Adliye Binası, Diyarbakır'ın kentsel hafızasında kritik bir yer tutan ve Suriçi Bölgesi'nin kuzeydoğu köşesinde (Şekil 2, Şekil 4) konumlanan tarihi İçkale yerleşkesi içerisinde yer almaktadır. Yapı, kentin yönetim merkezi kimliğini yansıtan idari yapılar grubunun bir parçası olarak, Amida Höyüğü 'nün yakın çevresinde ve yerleşkenin kuzey aksındaki sur duvarlarına komşu bir noktada konumlanmıştır. İç kale 'nin merkezindeki açık alanla doğrudan ilişki kuran anıtsal duruşu, yapının tarihsel süreçteki kamusal ağırlığını simgelerken; günümüzde İçkale Müze Kompleksi'nin ana giriş güzergâhı üzerindeki stratejik konumuyla ziyaretçi sirkülasyonunun odağında bulunmaktadır (Şekil 2).

Şekil 1. İç kalenin konumu (google earth, 2026)



Şekil 2. İç kale yerleşim planı (aytacokun-kale dergisi)

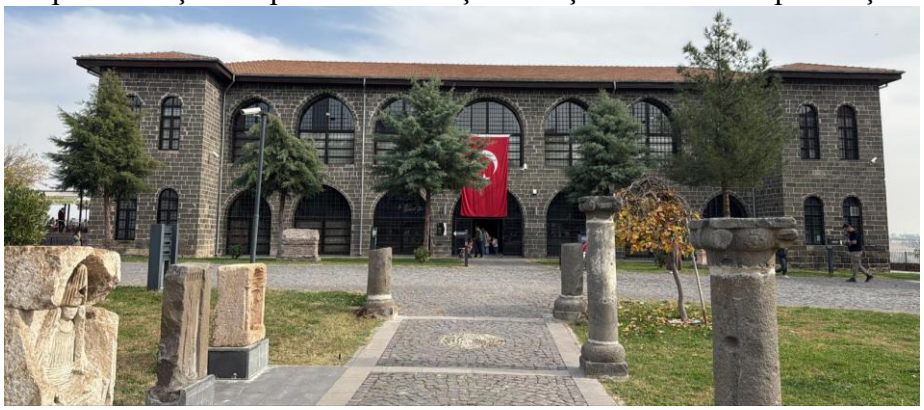
İç Kale yerleşkesinde yer alan yapılar:

1) Müze Girişi
2) Jandarma Binasi
3) Eski Cezaevi
4) Saint George Kilisesi
5) 7. Kolordu Binasi
6) Adliye A Binasi
7) Karargah Binasi
8) Cephanelik Binasi
9) Eski Tapulama Mahkemesi
10) Valilik Makami
Arşivi)

3.2. Adliye A Binasının Tarihsel Gelişimi:

Diyarbakır'ın idari merkezinin İçkale'ye taşınma sürecinde kritik bir rol üstlenen A-Blok Adliye Binası, 1888 yılında Vali Sırrı Paşa döneminde "Hükümet Konağı" olarak projelendirilmiş ve 1889 yılında Vali Hacı Hasan Paşa döneminde tamamlanmıştır (Yariş, Diyarbakir İçkale'de Bulunan 19. - 20. Yüzyil Yapilarinin Giriş Cephe Düzenlemeleri Üzerine Bir Değerlendirme) Yapının inşaatından önce şehir genelinde binalarda yürütülen hükümet daireleri, konağın tamamlanmasıyla birlikte bu anıtsal merkezde toplanmıştır . Uzun yıllar mülki ve hukuksal yönetim birimi olarak hizmet veren bu yapı, Diyarbakır İl Valiliği, Büyükşehir Belediyesi ve ÇEKÜL Vakfı işbirliği ile Diyarbakır Surları ve İçkale' nin korunarak yaşama kazandırılması amacıyla 2000 yılında çalışmalara başlatılmıştır. Bu çalışmalar ışığında İçkale' nin Rölöve-Restitüsyonu ve Restorasyon projeleri hazırlanmıştır. Kültür ve Turizm alanı olarak kullanılması hedeflenen bu günümüzde "İçkale Müze Kompleksi" kapsamında kentin kültürel belleğini koruyan bir sergileme mekânına dönüştürülmüştür. Diyarbakır Kazılarında ortaya çıkan Arkeolojik eserler 2 salon, **15** oda ve **96** vitrin bulunmaktadır.

Diyarbakır İç kale yerleşkesinde yer alan A-Blok Adliye Binası (Şekil 4) üzerinde yapılan incelemeler sonucunda, yapının müze kompleksi olarak yeniden işlevlendirilmesi sürecinde gerçekleştirilen müdahalelerin olumlu kazanımlar sağladığı, bunun yanında uygulama hataları barındırdığı tespit edilmiştir. Yapılan analizler şu alt başlıklar altında toplanmıştır:



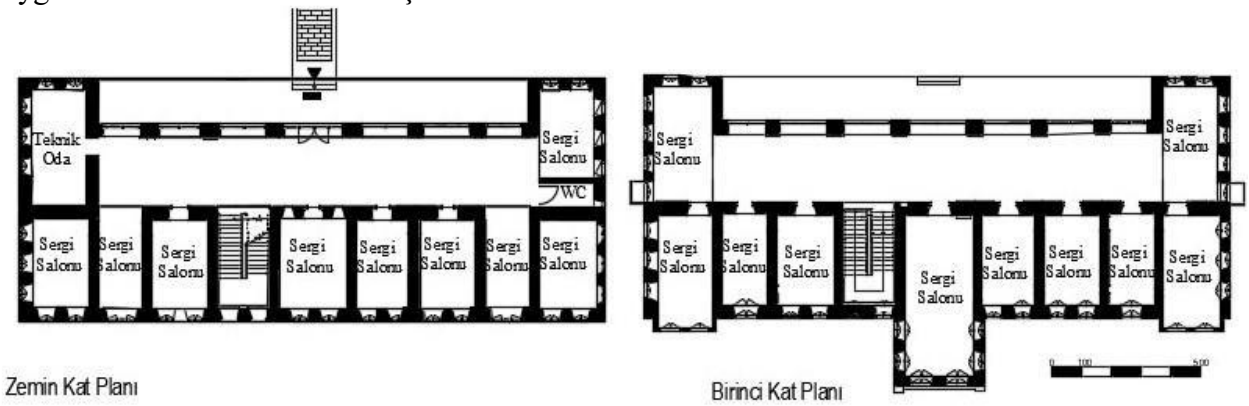
Şekil 4. Adliye Binası A-Blok (Doğu Cephesi) (2025)

1. Mekânsal ve İşlevsel Değerlendirme

Büyük Adliye Binası, 1888-1891 yılları arasında inşa edilmiş olup (Dilan, Diyarbakır İçkale Müze Kompleksinin Restorasyon Sonrası Koruma Açısından Değerlendirilmesi) özgün işlevini kaybettiği güne kadar idari/hukuki amaçlarla kullanılmıştır. Restorasyon süreciyle birlikte yapı "Arkeoloji-1 Müzesi Teşhir Salonu" olarak yeniden işlevlendirilmiştir.

Yapının özgün rölövesinde mahkeme salonları ve idari odalar olarak kurgulanan bölümler, restorasyon sonrası geniş sergileme (teşhir) hollerine dönüştürülmüştür (Şekil 5).

Özgün planda yer alan küçük ölçekli oda dizileri, müze işlevinin gerektirdiği dolaşım şemasına uygun olarak modernize edilmiştir.



Şekil 5. Adliye Binası (A)- Arkeoloji Müzesi (KTVKK[145] Arşivi)

Yapının bazalt taş duvarları korunarak restorasyonu yapılmış, ancak güncel müdahalelerle yapıya modern iklimlendirme, aydınlatma ve güvenlik sistemleri entegre edilmiştir (Şekil 6).

Şekil 6. Yapıya restorasyon sonrası eklenen aydınlatma, iklimlendirme ve güvenlik sistemleri (2025)

Restorasyon projesi kapsamında, teşhir alanlarının ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla yapıya çelik ve cam gibi çağdaş malzemelerle üretilmiş ek elemanlar (vitrinler, bilgi panoları) eklenmiştir (Şekil 7).

[145] KTVKK (Kültür Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu)

Şekil 7. Yapıda restorasyon sonrası eklenen teşhir elemanları (2025)

Rölöve aşamasında tespit edilen dış cephe detayları korunmakla birlikte, yapı çevresinde müze kompleksinin bütünlüğünü sağlayacak peyzaj ve çağdaş aydınlatma düzenlemeleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 8).

Şekil 8. Adliye A Blok Binası Giriş ve Arka Cepheleri (2025)

2. Uygulama Hataları ve Malzeme Uyumsuzlukları

Yapı üzerindeki güncel müdahaleler analiz edildiğinde, restorasyonun temel ilkelerinden olan "özgünlüğe saygı" ve "doğru malzeme seçimi" konularında aksaklıklar yaşandığı görülmüştür. Özellikle yerinde yapılan incelemelerde şu bulgular öne çıkmaktadır:

**** Taş malzeme ve Derz Uygulamaları:*** Bazalt taş mimarisinin karakteristik özelliği olan doku ve derz bütünlüğünün, restorasyon sırasında yapılan uyumsuz müdahalelerle kısmen zedelendiği görülmüştür. Hatalı malzeme kullanımı ve müdahalelerle yapılan derz uygulamaları, cephede estetik bir bozulmaya ve doku farklılıklarına yol açmıştır (Şekil 9).

Şekil 9. Adliye A Blok Binası dış cephe ve iç mekandaki hatalı derz kullanım örnekleri (2025)

**** Çağdaş Uygulamalar:*** Yapıya sonradan eklenen metal korkuluklar, aydınlatma elemanları ve yağmur iniş boruları gibi çağdaş müdahalelerin, mevcut tarihi yapı dokusu ile bütüncül ve dengeli bir uyum oluşturmadığı tespit edilmiştir. Söz konusu ekler; malzeme türü, birleşim detayları ve uygulama teknikleri bakımından özgün yapı elemanlarından ayrışmakta olup, taşıyıcı sistem ve cephe kurgusu içerisinde sonradan eklenmiş yapısal bileşenler olarak açıkça izlenebilmektedir. Ancak bu eklerin ölçek, oran ve detay çözümlemeleri, yapının özgün kütlesel ve mekânsal karakteriyle örtüşmemekte; bu durum, yapının anıtsal etkisinin zayıflamasına ve tarihi kimliğinin algısal olarak geri planda kalmasına neden olan bir müdahale niteliği taşımaktadır.

Şekil 10. Adliye A Blok Binasında yeniden işlevlendirmeye bağlı yapılan çağdaş uygulamalar (2025)

3.Yapısal ve Fiziksel Etki Değerlendirmesi

Yapıda gerçekleştirilen restorasyon uygulamaları incelendiğinde, bazı müdahalelerin koruma amaçlı onarım sınırlarını aşarak yenileme niteliği taşıdığı tespit edilmiştir. Özellikle cephe, iç mekân ve yapı elemanlarına yönelik detay çözümlerinde, özgün malzeme ve yapım tekniklerinden uzaklaşıldığı görülmüştür (Işık, 2021). Tarihi yapının mevcut strüktürel kurgusu ve özgün mimari elemanlarıyla uyum göstermeyen bu uygulamalar; kaplama, birleşim ve yüzey düzenlemeleri açısından yapının tarihsel katmanlarının okunmasını zorlaştırmıştır. Ayrıca modern eklerin konumlandırılması ve detaylandırılma biçimi, yeni işlev gereksinimlerini karşılamaya yönelik olmakla birlikte, yapı bütününde fiziksel sürekliliği zedeleyen ve cephe ile mekânsal algıyı olumsuz etkileyen sonuçlar doğurmuştur (Şekil 11).

Şekil 11. Cepheye sonradan eklenen metal profilli balkon ve iklimlendirme sistemlerinin yapı yüksekliğindeki etkisi

SONUÇ ve ÖNERİLER

Diyarbakır İçkale A-Blok Adliye Binası özelinde gerçekleştirilen bu çalışma, tarihi yapıların yeniden işlevlendirilmesi sürecinde gerçekleştirilen fiziksel müdahalelerin, yapı ölçeğinde ve detay düzeyinde nasıl sonuçlar doğurduğunu ortaya koymaktadır. Yapının müze kompleksine dönüştürülmesi, kültürel mirasın kamusal kullanıma açılması ve alanın kentsel sürekliliğinin sağlanması açısından olumlu bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir. Ancak uygulama sürecinde, bazı restorasyon kararlarının yapının özgün mimari ve yapısal özellikleriyle yeterli düzeyde uyum göstermediği tespit edilmiştir.Yapılan incelemeler doğrultusunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- **Koruma ve Yenileme Müdahalelerinin Ayrımı**

Yapıda gerçekleştirilen bazı uygulamaların, onarım ve koruma kapsamını aşarak yenileme niteliği taşıdığı belirlenmiştir. Bu durum, özgün yapı elemanlarının detay düzeyinde geri planda kalmasına ve yapının tarihsel katmanlarının fiziksel olarak zayıflamasına yol açmıştır.

- **Malzeme ve Uygulama Uyum Sorunları:**

Yapının karakteristik özelliği olan bazalt taş dokusunda, derz genişlikleri, dolgu malzemeleri ve yüzey bitişleri açısından özgün uygulamalardan sapmalar tespit edilmiştir. Bu teknik uyumsuzluklar, cephe bütünlüğünü bozmuş ve tarihi yapı dokusunun sürekliliğini olumsuz etkilemiştir. Ayrıca modern ek olarak uygulanan metal korkuluklar, aydınlatma elemanları ve yağmur iniş boruları; malzeme türü, ölçek ve detay çözümlemeleri bakımından yapının anıtsal karakteriyle uyumsuzluk göstermektedir.

- **Çağdaş Donatıların Yapıya Entegrasyonu**

Tesisat ve donatı elemanlarının cephe ve mekân kurgusuna eklemlenme biçimi, yapının özgün strüktürel ve mimari bileşenleriyle yeterli bütünlük sağlayamamıştır. Bu durum, cephe okunurluğunu zedeleyen ve yapının tarihi kimliğini gölgeleyen fiziksel bir yoğunluk oluşturmuştur.

Öneriler

Bu değerlendirmeler doğrultusunda, benzer nitelikteki tarihi yapıların restorasyon ve yeniden işlevlendirme süreçlerine yönelik aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- Restorasyon uygulamalarında, özgün malzeme ve yapım tekniklerine dayalı detay analizleri yapılmalı; yeni malzeme kullanımı zorunlu durumlarla sınırlı tutulmalıdır.
- Çağdaş ekler ve tesisat sistemleri, mümkün olduğunca geri çekilmiş, gizlenmiş veya yapıdan bağımsız çözümlerle uygulanmalı; cephe ve kütle algısını bozacak müdahalelerden kaçınılmalıdır.
- Modern müdahalelerde, ölçek, oran ve detay düzeyinde yapı bütünlüğünü gözeten tasarım kararları geliştirilmelidir.

- Yeniden işlevlendirme sürecinde, yapının mevcut mekânsal kapasitesi zorlanmadan, yeni işlevin gerektirdiği donatılar minimum müdahale prensibi çerçevesinde ele alınmalıdır.
- Uygulama öncesinde ve sırasında, çok disiplinli teknik denetim mekanizmaları (mimar, restoratör, malzeme uzmanı, sanat tarihçisi) etkin biçimde işletilmelidir.

Sonuç olarak, tarihi yapıların sürdürülebilir biçimde yaşatılabilmesi için yeniden işlevlendirme kaçınılmaz bir araç olmakla birlikte, bu sürecin yapının özgün mimari, yapısal ve malzeme değerlerini önceliklendiren bir yaklaşımla yürütülmesi gerekmektedir. İç kale Adliye Binası A-Blok örneği, restorasyon uygulamalarında müdahale sınırlarının dikkatle belirlenmesi ve çağdaş gereksinimlerin tarihi yapıya baskın değil, ona uyumlu bir biçimde entegre edilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

*Ahunbay, Z. (2019). Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon. İstanbul: Yem Yayın.
* Diyarbakır Valiliği. (2013). İçkale Müze Kompleksi Restorasyon Raporları ve Arşivi.
Işık, N. (2021) *"Tarihi Çevre ve Yapılarda Çağdaş Uygulamalar: Diyarbakır İç Kale Örneği"* Mimari Tasarımda Farklı Perspektifler Kitabı İksad Publications.
KTVKK Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu Arşivi: Diyarbakır.
Kaktaş, Ateş, D. (2018). "Diyarbakır İç kale Müze Kompleksinin Restorasyon Sonrası Koruma Açısından Değerlendirmesi" Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Diyarbakır.
Venedik Tüzüğü (1964). "Tarihi Anıtların ve Yerleşmenin Korunması Onarımı için Uluslararası Tüzük" II. Uluslararası Tarihi Anıtlar Mimar ve Teknisyenleri Kongresi

DİYARBAKIR SAİNT GEORGE (KARA PAPAZ) KİLİSESİ'NDE TARİHİ DOKU VE ÇAĞDAŞ MİMARLIK İLİŞKİSİ

Muhammed Nasır BATUR
Dicle University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 21280 Sur, Diyarbakır
ORCID ID: 0009-0003-3779-2515
Doç. Dr. Nursen IŞIK
Dicle University, Faculty of Architecture, Department of Architecture, 21280 Sur, Diyarbakır
ORCID ID: 0000-0002-6125-1896

ÖZET
Tarihi yapılar, yalnızca geçmişin fiziksel kalıntıları değil, kentlerin çok katmanlı tarihsel, kültürel ve toplumsal hafızasını taşıyan önemli mekânsal anlatılardır. Günümüzde kültürel mirasın korunmasına yönelik yaklaşımlar, geleneksel restorasyon anlayışının ötesine geçerek, tarihi yapıların çağdaş yaşamla bütünleştirilmesini hedefleyen çok boyutlu tasarım stratejilerine yönelmektedir. Bu bağlamda yeniden işlevlendirme, yapıların fiziksel sürekliliğini sağlarken kültürel değerlerin güncel kullanım biçimleriyle yaşatılmasına olanak tanıyan etkili bir koruma aracı olarak öne çıkmaktadır. Tarihi çevre içinde yer alan yapıların korunarak yaşatılması, kentsel kimliğin sürekliliği ve toplumsal belleğin aktarımı açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Tarihi yapı ile çağdaş mimarlık arasında kurulan mekânsal diyalog, geçmiş ile günümüz arasında bağ kurarak kentlinin kültürel aidiyet duygusunu güçlendirmektedir. Bu nedenle koruma süreci, yalnızca fiziksel bütünlüğün korunmasını değil, yapının taşıdığı anlam katmanlarının çağdaş mekânsal müdahaleler yoluyla yeniden üretilmesini de kapsamaktadır.
Bu çalışma, Diyarbakır Suriçi Bölgesi İç Kale'de yer alan Saint George (Kara Papaz) Kilisesi'ni, tarihi doku ile çağdaş mimarlık ilişkisi bağlamında ele almaktadır. Yapının tarihsel gelişimi, mekânsal organizasyonu ve çevresiyle kurduğu ilişkiler analiz edilerek, gerçekleştirilen çağdaş mimari müdahalelerin koruma ilkeleriyle olan uyumu değerlendirilmiştir. İnceleme sürecinde özgün malzeme kullanımı, yeni eklerin ayrışma ve bütünleşme dengesi ile işlevsel dönüşüm kararları temel ölçütler olarak ele alınmıştır.
Anahtar Kelimeler: Diyarbakır, Suriçi Bölgesi, İç Kale, Saint George Kilisesi, Tarihi Yapılar, Çağdaş Mimarlık, Yeniden İşlevlendirme

THE RELATIONSHIP BETWEEN HISTORIC FABRIC AND CONTEMPORARY ARCHITECTURE IN THE SAINT GEORGE (KARA PAPAZ) CHURCH, DİYARBAKIR

Abstract
Historic buildings are not merely physical remnants of the past but constitute spatial narratives that embody the multilayered historical, cultural, and social memory of cities. Contemporary approaches to heritage conservation have evolved beyond conventional restoration practices, emphasizing integrated design strategies that seek to reconnect historic structures with present-day urban life. Within this framework, adaptive reuse has emerged as a significant tool for ensuring both the physical continuity of historic buildings and the sustainable transmission of their cultural values.
The conservation and revitalization of buildings located within historic urban contexts play a critical role in maintaining urban identity and sustaining collective memory. Through the spatial dialogue established between historic fabric and contemporary architectural interventions, such

structures become dynamic elements that reinforce cultural belonging and urban continuity. Consequently, conservation processes extend beyond the preservation of material authenticity to include the reinterpretation of meaning through contemporary use scenarios.
This study examines the Saint George (Kara Papaz) Church, located within the Inner Citadel of the Sur district in Diyarbakır, in the context of the relationship between historic fabric and contemporary architecture. The research analyzes the building's historical background, spatial organization, and interaction with its urban surroundings, evaluating the compatibility of contemporary architectural interventions with established conservation principles. The assessment focuses on criteria such as the preservation of original material characteristics, the balance between differentiation and integration of new additions, and functional transformation strategies. Through this case study, the paper aims to contribute to ongoing discussions on the role of contemporary architectural interventions in sustaining the continuity of historic structures.

Keywords
Diyarbakır, Suriçi District, Inner Citadel, Saint George Church, Historic Buildings, Contemporary Architecture, Adaptive Reuse, Conservation Principles

1. GİRİŞ

Anadolu coğrafyası, tarih boyunca farklı uygarlıkların, inanç sistemlerinin ve kültürel geleneklerin etkileşim alanı olmuş; bu çok katmanlı yapı, mimari üretim ve mekânsal organizasyon üzerinde belirleyici bir rol oynamıştır. Mezopotamya bölgesinde stratejik bir konuma sahip olan Diyarbakır kenti, bu tarihsel sürekliliğin ve kültürel çeşitliliğin en somut biçimde izlenebildiği merkezlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Kentin Suriçi Bölgesi ve özellikle İç kale, Roma, Bizans, İslam ve Osmanlı dönemlerine ait mimari izleri bünyesinde barındırarak, farklı inanç ve yönetim sistemlerinin mekânsal sürekliliğini görünür kılmaktadır. Bu bağlamda, Saint George (Kara Papaz) Kilisesi, Diyarbakır'ın ve bölgenin erken dönem Hristiyan mimarisi açısından önemli bir yapı olarak değerlendirilmektedir.
Tarihsel süreç içerisinde özgün ibadet işlevini yitiren Saint George Kilisesi'nin, farklı dönemlerde depo, askerî yapı ya da saray kompleksiyle ilişkili bir mekân olarak kullanıldığı bilinmektedir. Bu işlevsel dönüşümler, yapının mekânsal kurgusu ve özgün mimari elemanları üzerinde kalıcı izler bırakmıştır. Son yıllarda gerçekleştirilen bilimsel araştırmalar, kilise bünyesinde kullanılan yapı malzemelerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmaların yoğun biçimde gözlemlendiğini ortaya koymaktadır. Taş yüzeylerde meydana gelen aşınma, tuzlanma, çatlak oluşumu ve biyolojik kirlenme gibi bozulmaların; nem, iklim koşulları ve geçmişte yapılan bilinçsiz müdahalelerle doğrudan ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu yönüyle yapı, yalnızca tarihsel bir anıt niteliği taşımakla kalmayıp, aynı zamanda mimari koruma ve restorasyon disiplinleri açısından önemli bir inceleme alanı oluşturmaktadır.
2000'li yıllardan itibaren başlatılan koruma ve restorasyon çalışmaları, Saint George Kilisesi'nin bilimsel yöntemler doğrultusunda ele alınmasını mümkün kılmıştır. Kültür ve Turizm Bakanlığı ile ilgili koruma kurullarının denetiminde yürütülen bu süreçte; rölöve, restitüsyon ve restorasyon projeleri hazırlanmış, yapı malzemesi analizleri, statik değerlendirmeler ve çevresel etki analizleri gerçekleştirilmiştir. Günümüzde Saint George Kilisesi, ibadet işlevinden ziyade kültürel ve sanatsal etkinliklere ev sahipliği yapan çok amaçlı bir mekân olarak kullanılmaktadır. Bu yeni kullanım biçimi, kültürel mirasın sürdürülebilirliği ve toplumsal yaşama entegrasyonu açısından çağdaş koruma yaklaşımlarıyla örtüşmektedir. Tarihsel yapıların yalnızca korunması değil, aynı zamanda aktif ve nitelikli biçimde

kullanılması gerektiği yönündeki anlayış, Saint George Kilisesi örneğinde somut bir karşılık bulmaktadır.

Bu çalışma, Saint George Kilisesi'ni tarihsel gelişimi, mimari özellikleri, yapı malzemelerinde gözlenen bozulmalar ve uygulanan restorasyon yaklaşımları çerçevesinde ele almayı amaçlamaktadır. Çalışmanın temel hedefi, yapının çok katmanlı kimliğini ortaya koyarak, tarihî çevre bağlamında gerçekleştirilen çağdaş müdahalelerin değerlendirilmesi ve önceki koruma yaklaşımlarıyla karşılaştırılması yoluyla akademik literatüre katkı sağlamaktır.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini, Diyarbakır Suriçi Bölgesinin kuzeyindeki İç kalede yer alan Saint George (Kara Papaz) Kilisesi oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında yapının tarihsel gelişimi, mimari özellikleri, yapısal durumu ve çağdaş müdahaleler ile yeniden işlevlendirme süreci incelenmiştir. Ayrıca yapı üzerinde gerçekleştirilen restorasyon ve çağdaş uygulamalara ilişkin proje, rapor, görsel belge ve arşiv kayıtları çalışmanın temel kaynakları arasında yer almaktadır. Araştırmada nitel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Bu doğrultuda, literatür taraması yapılarak ulusal ve uluslararası koruma tüzükleri, yönetmelikler ve bildiriler incelenmiş; Saint George Kilisesi'nde gerçekleştirilen müdahalelerin bu çerçevede uygunluğu değerlendirilmiştir. Yerinde gözlem, fotoğraflama ve belgelendirme çalışmalarıyla yapının mevcut durumu analiz edilmiş; yapı elemanları, malzeme özellikleri, yapılan ekler ve çağdaş uygulamalar bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır. Elde edilen veriler, önceki çalışmalarla karşılaştırılarak yapının korunması, yeniden işlevlendirilmesi ve tarihi çevreyle kurduğu ilişki bağlamında değerlendirilmiştir.

2.1. Tarihi Doku ve Çağdaş Mimarlık İlişkisi

Tarihi doku ve çağdaş mimarlık arasındaki ilişki, mimarlık disiplinlerinin kesişiminde yer alan, çok boyutlu ve dinamik bir tartışma alanı oluşturmaktadır. Tarihi yapılar, yalnızca geçmişin fiziksel izlerini taşıyan mimari öğeler olmanın yanında kültürel kimliğin, toplumsal belleğin ve mekânsal sürekliliğin somut göstergeleri olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle tarihi çevrelerde gerçekleştirilen çağdaş mimari müdahaleler, koruma, kullanım ve dönüşüm kavramları çerçevesinde ele alınmakta; özgünlük, bağlamsal uyum, ayırt edilebilirlik ve sürdürülebilirlik gibi temel ilkeler doğrultusunda şekillenmektedir (ICOMOS, 1964; Kuban, 2000). Günümüzde çağdaş mimarlık, tarihi dokuyu korunmanın yanında yeniden kullanımını güncel yaşamla bütünleştirilebilecek bir değer olarak ele almaktadır. Bu yaklaşım, tarihi yapıların yeniden işlevlendirilmesi yoluyla kültürel mirasın sürekliliğini sağlamayı amaçlamaktadır (Ahunbay, 2019; Plevoets & Van Cleempoel, 2019). Bu bağlamda tarihi doku ile çağdaş mimarlık arasındaki ilişki, geçmiş ile bugün arasında kurulan mekânsal ve kavramsal bir diyalog olarak değerlendirilmektedir. Tarihi doku ve çağdaş mimarlık ilişkisi farklı başlıklar altında incelenebilir. Bunlar;

Tarihi Yapıların Korunmasında Çağdaş Mimarlık Yaklaşımları

Tarihi yapıların korunması, günümüzde yalnızca fiziksel bütünlüğün muhafaza edilmesiyle sınırlı olmayıp, yapıların çağdaş yaşamla ilişkilendirilmesini de kapsayan çok boyutlu bir süreç olarak ele alınmaktadır. Bu bağlamda çağdaş mimarlık, tarihi yapıların özgün mimari kimliğini, malzeme karakterini ve mekânsal kurgusunu gözeterek yeni müdahale biçimleri geliştirmektedir. Uluslararası koruma ilkeleri, çağdaş müdahalelerin tarihi yapıdan ayırt edilebilir, ancak onunla uyumlu olması gerektiğini vurgulamaktadır (ICOMOS, 1964). Bu

yaklaşım, tarihi dokunun sürekliliğini sağlarken mimari üretimde çağdaş ifadeye de olanak tanımaktadır (Kuban, 2000).

Yeniden İşlevlendirme ve Tarihi Doku Arasındaki İlişki

Tarihi yapılarda yeniden işlevlendirme (adaptive reuse), çağdaş mimarlık ile tarihi doku arasındaki ilişkinin en yaygın uygulama alanlarından biridir. Bu yaklaşım, yapının özgün işlevini yitirmesi durumunda, mimari ve kültürel değerlerini koruyarak yeni bir işlev kazandırılmasını amaçlamaktadır. Plevoets ve Van Cleempoel (2019), yeniden işlevlendirmenin tarihi yapının yaşam döngüsünü uzattığını ve yapının kentsel bellek içerisindeki yerini güçlendirdiğini belirtmektedir. Bu süreçte çağdaş mimari müdahalelerin, yapının özgün karakterini gölgelemeyecek biçimde tasarlanması temel bir ilke olarak kabul edilmektedir (Ahunbay, 2019).

Çağdaş Müdahalelerin Ölçek, Malzeme ve Özgünlük Açısından Değerlendirilmesi

Tarihi çevrelerde gerçekleştirilen çağdaş ekler ve müdahaleler; ölçek, malzeme kullanımı ve biçimsel yaklaşım açısından titizlikle ele alınmalıdır. Koruma literatüründe, yeni eklerin tarihi yapıdan ayırt edilebilir olması, geri dönüştürülebilir nitelik taşıması ve özgün yapıya zarar vermemesi gerektiği vurgulanmaktadır (ICOMOS, 2013). Ahunbay (2019), çağdaş mimari müdahalelerin tarihi yapının özgünlüğünü zedelemeden, onu okunabilir kılacak bir tasarım diliyle ele alınmasının önemine dikkat çekmektedir. Bu yaklaşım, tarihi doku ile çağdaş mimarlık arasında dengeli bir ilişki kurulmasını sağlamaktadır.

Tarihi Doku, Çağdaş Mimarlık ve Sürdürülebilirlik

Tarihi yapıların çağdaş işlevlerle yeniden kullanımı, sürdürülebilir mimarlık anlayışının önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. Yeniden işlevlendirme, mevcut yapı stokunun değerlendirilmesi yoluyla enerji tüketimini ve yeni yapı üretimini azaltmakta; çevresel, ekonomik ve kültürel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır (Rodwell, 2007). UNESCO'nun Tarihi Kentsel Peyzaj yaklaşımı, tarihi yapıların çağdaş kent yaşamı içerisinde aktif roller üstlenmesini teşvik ederek, koruma ve gelişim arasındaki dengeyi ön plana çıkarmaktadır (UNESCO, 2011).

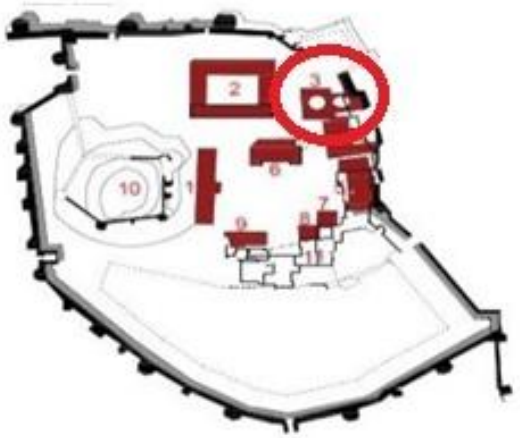
Tarihi Kimlik ve Çağdaş Mimari İfade Arasındaki Kavramsal Bağ

Tarihi yapılar, fiziksel mekanlar olmanın yanında toplumsal belleğin ve kültürel kimliğin ana taşıyıcı öğeleridir. Bu nedenle çağdaş mimarlık ve tarihi doku ile ilişkisinde biçimsel uyumu dışında yapının kültürel ve simgesel değerlerine odaklanmak gerekli ve önemlidir. (Yaldız & Asatekin, 2016). Çağdaş müdahaleler, geçmiş ve bugün arasında geçiş katmanı oluşturarak mimari sürekliliği görünür kılarak tarihi yapının güncel bağlamda yeniden anlam kazanmasını sağlamaktadır (Zancheti vd., 2009).

3. BULGULAR

Saint George (Aziz George) Kilisesi'nde gerçekleştirilen yerinde gözlem, belgeleme ve literatür incelemeleri sonucunda, yapının özgün mimari kimliğini büyük ölçüde koruduğu ve tarihi doku ile çağdaş mimarlık arasındaki ilişkinin okunabilir olduğu tespit edilmiştir. Restorasyon sürecinde yapılan çağdaş müdahalelerin, malzeme ve biçim açısından tarihi yapıyla uyumlu ve ayırt edilebilir nitelikte olduğu düşünülmektedir. Yapının günümüzde kültürel ve sanatsal etkinliklere yönelik çok amaçlı bir mekân olarak kullanılması, yeniden işlevlendirme yaklaşımının yapının korunmasına ve toplumsal yaşama entegrasyonuna olumlu katkı

sağladığını ortaya koymaktadır. Bulgular, Saint George Kilisesi örneğinde çağdaş mimari müdahalelerin, ulusal ve uluslararası koruma ilkeleriyle genel olarak uyumlu biçimde uygulandığını göstermektedir (Şekil 1).



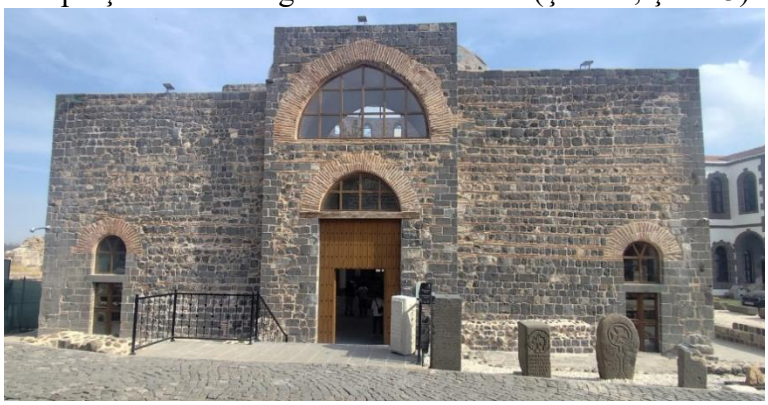
Şekil 1. Saint George Kilisesinin İç kale Bölgesindeki Konumu[146]

1. Saint George Kilisesi Örneğinde Tarihi Doku ve Çağdaş Mimarlık İlişkisi

Saint George Kilisesi, Diyarbakır Suriçi Bölgesinde tarihi dokunun çağdaş mimarlıkla etkileşimini gösteren somut bir örnek teşkil etmektedir. Yapının özgün taş dokusu ve plan şeması korunurken, yapılan restorasyon ve çağdaş müdahaleler yapının tarihi kimliğini zedelemeyen güncel kullanım ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Bu durum, kilisenin yeniden işlevlendirilmesi yoluyla tarihi yapının sürekliliğini ve toplumsal yaşama katımını sağlamaktadır.

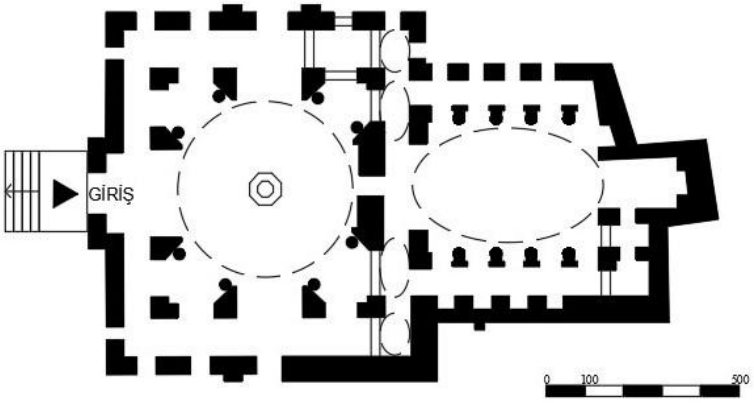
Tarihi Çevre Bağlamında Saint George Kilisesi

Suriçi Bölgesinin kuzeyinde, İç kalede yer alan Saint George (Kara Papaz) Kilisesi, kentin çok katmanlı tarihsel gelişimini yansıtan önemli bir inanç yapısıdır. Roma ve Bizans dönemlerine tarihlenen yapı, farklı uygarlıkların ve inanç sistemlerinin mekânsal sürekliliğini somutlaştıran mimari bir bellek niteliği taşımaktadır. İçkale bölgesinin askeri, idari ve dinsel işlevlerle şekillenen yapısı içerisinde Saint George Kilisesi konumu ve mimari karakteriyle tarihi çevrenin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Şekil 2, Şekil 3).



Şekil 2. Saint George (Kara Papaz) Kilisesi (2025)

[146] İç Kale haritası Kültür Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu arşivinden alınarak yeniden düzenlenmiştir.



Şekil 3. Saint George Kilisesi Planı (Tuncer, 2018)

İşlevsel Dönüşüm ve Yeniden İşlevlendirme Süreci

Saint George Kilisesi, tarihsel süreç içerisinde özgün ibadet işlevini yitirmiş; farklı dönemlerde depo, askerî mekân ve idari yapı olarak kullanılmıştır. Bu işlevsel dönüşümler, yapının mekânsal kurgusunda ve mimari elemanlarında çeşitli müdahalelere yol açmıştır. Günümüzde yapının kültürel ve sanatsal etkinliklere ev sahipliği yapan çok amaçlı bir mekân olarak kullanılması, çağdaş koruma anlayışının öngördüğü yeniden işlevlendirme (adaptive reuse) yaklaşımıyla örtüşmektedir.

Bu yaklaşım, yapının özgün kimliğini koruyarak toplumsal yaşama yeniden kazandırılmasını hedeflemektedir (Plevoets & Van Cleempoel, 2019). Saint George Kilisesi örneğinde yeniden işlevlendirme, yapının tarihsel sürekliliğini destekleyen bir araç olarak değerlendirilmektedir (Ahunbay, 2019).

Saint George Kilisesi zaman içinde birçok kez restorasyon sürecine girmiş ve bu süreçte farklı uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Yapı, özgün işlevi dışında sanat galerisi olarak işlevlendirilmiştir (Şekil 4).

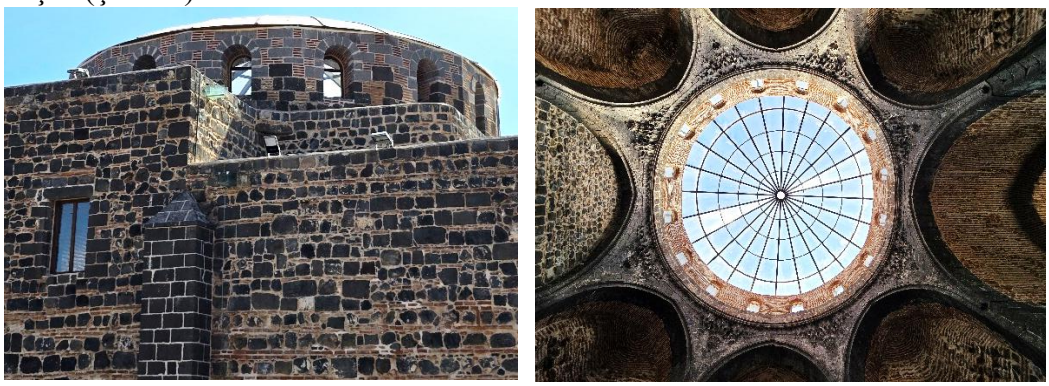
2017 2025

Şekil 4. Saint George Kilisesinin 2017 ve 2025 yıllarındaki durumu

Çağdaş Müdahaleler ve Koruma İlkeleri

Saint George Kilisesi'nde gerçekleştirilen restorasyon ve çağdaş müdahaleler, ulusal ve uluslararası koruma ilkeleri doğrultusunda ele alınmıştır. Tarihi yapılarda gerçekleştirilen yeni eklerin özgün yapıdan ayırt edilebilir, geri dönüştürülebilir ve yapının tarihsel kimliğine zarar vermeyecek nitelikte olması gerekmektedir (Venedik Tüzüğü, 1964). Yapıda uygulanan çağdaş müdahalelerde, mevcut taş dokunun korunmasına özen gösterilmiş; yeni eklerin ölçü, malzeme

ve biçim açısından tarihi yapıyla uyumlu olmasına dikkat edilmiştir. Bu yaklaşım, tarihi doku ile çağdaş mimarlık arasında dengeli bir ilişki kurulmasını sağlamaktadır (ICOMOS, 2013).
Saint George Kilisesinde 2022 yılında başlatılan restorasyon sürecinde uzun yıllar boyunca açık kalan giriş bölümünün üst örtüsü çağdaş müdahaleler uygulanarak kapatılmıştır. Ahşap kirişlerle desteklenen bir cam örtü ile kapatılarak, yapının doğa koşullarına karşı korunması sağlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Saint George Kilisesinde çağdaş uygulama ile ahşap ve camla kapatılan üst örtü

Malzeme Kullanımı ve Mimari Okunabilirlik

Saint George Kilisesi'nin mimari karakterini belirleyen en önemli unsurlardan biri, yöresel bazalt taşının yoğun kullanımıdır. Restorasyon sürecinde yapılan çağdaş müdahalelerde, özgün malzeme ile yeni ekler arasında okunabilir bir ayrım oluşturulması hedeflenmiştir. Bu durum yapının tarihsel katmanlarının algılanabilirliğini artırmakta ve çağdaş mimari müdahalenin şeffaf bir biçimde okunmasına olanak tanımaktadır. Ahunbay'a (2019) göre, çağdaş eklerin tarihi yapıdan ayırt edilebilir olması, yapının özgünlüğünün korunması açısından temel bir ilkedir. Saint George Kilisesi örneğinde bu ilkenin büyük ölçüde gözetildiği görülmektedir. Saint George Kilisesinde 2017 yılındaki restorasyonlarda kilise cephesindeki açıklıklar camla kapatılmış, 2022 yılında yapılan restorasyon çalışmasında cephedeki camlar kaldırılmış ve pencere doğramaları ahşap olarak değiştirilmiştir. Restorasyon sürecinde eklenen cam kubbenin yanında mevcut eliptik kubbe de onarılmıştır. Naos bölümünde geçiş koridorunda önceki restorasyonlarda eklenen çelik taşıyıcılar kaldırılarak, güçlendirme çalışması yapılmıştır. Bu çağdaş uygulamalar, tarihi dokuya uygun yapılarak yapının özgün mimarisi ve mimari okunabilirliği korunmuştur (Şekil 6, Şekil 7).

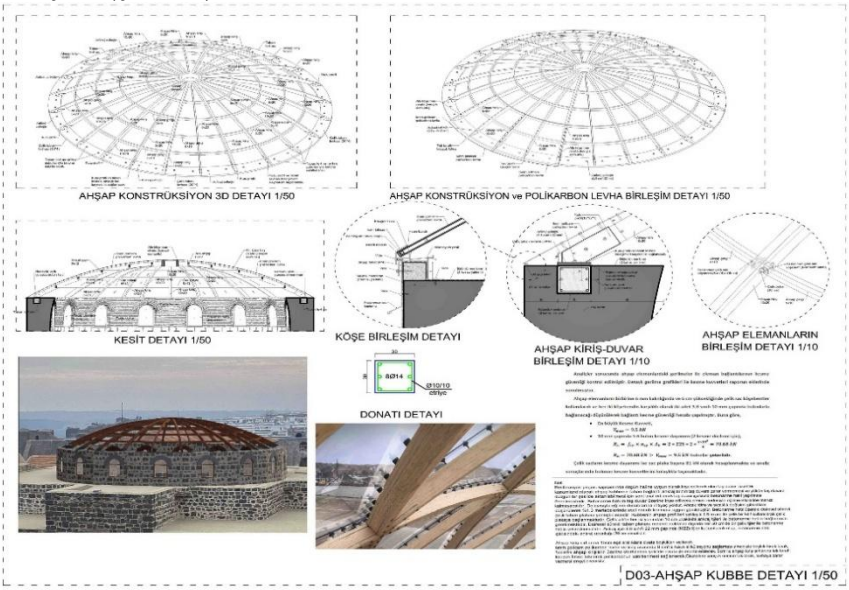
Şekil 6. Saint George Kilisesinde 2017 de yapılan restorasyonunda yapılan çağdaş uygulamalar

Şekil 7. Saint George Kilisesinde 2022 de yapılan restorasyon sonrası çağdaş uygulamalar

Tarihi Kimlik, Toplumsal Bellek ve Çağdaş Kullanım

Saint George Kilisesi, yalnızca mimari bir yapı olmanın ötesinde, Diyarbakır kentinin kültürel belleğinde önemli bir yere sahiptir. Yapının günümüzde kültürel etkinliklere ev sahipliği yapması, UNESCO'nun Tarihi Kentsel Peyzaj yaklaşımında vurgulanan, tarihi yapıların çağdaş kent yaşamına entegre edilmesi ilkesini desteklemektedir (UNESCO, 2011).

Bu bağlamda kilise, geçmişin mekânsal izlerini korurken, çağdaş kullanım aracılığıyla yeni anlamlar üretmektedir. Tarihi yapıların yeniden işlevlendirilmesi, kültürel sürekliliğin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Yaldız & Asatekin 2016). Saint George Kilisesi, bu yaklaşımın Diyarbakır Suriçi Bölgesi bağlamındaki somut örneklerinden biri olmuştur. Saint George Kilisesinde tarihi kimliğine uygun biçimde 2022 yılında yapılan restorasyon çalışmasında çağdaş teknikler uygulanarak, yapının kimliğini koruyacak detaylar üretilmiştir. Yapılan çağdaş uygulama geri dönülebilir malzemeyle koruma ilkeleri ve tüzüklerine uygun yapıldığı görülmüştür (Şekil 8).



Şekil 8. Kilise birinci bölümünde yapılan ahşap konstrüksiyon ve polikarbon levha detayları (URL 1)

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Saint George (Aziz George) Kilisesi örneğinde tarihi doku ile çağdaş mimarlık arasındaki ilişkinin çok katmanlı bir yapıda ortaya konabileceğini göstermiştir. Yapının özgün taş dokusu, plan şeması ve mimari karakteri büyük ölçüde korunmuş, restorasyon ve çağdaş müdahaleler ise yapının kimliğini zedelemeden işlevselliğini artırmıştır. Kilisenin günümüzde kültürel ve sanatsal etkinliklere ev sahipliği yapan çok amaçlı bir mekân olarak kullanılması, yeniden işlevlendirme yaklaşımının başarılı bir uygulaması olarak değerlendirilmektedir. Bulgular, tarihi yapıların yalnızca korunmasının değil, çağdaş kullanım ve toplumsal entegrasyonla desteklenmesinin sürdürülebilir koruma açısından önemini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, gelecekteki çalışmalar ve uygulamalar için bazı öneriler geliştirilmiştir:

Mekânsal ve malzeme analizlerinin güncel teknoloji ile tekrarlanması

Yapı malzemelerinde gözlenen bozulmaların izlenmesi ve restorasyon yöntemlerinin optimize edilmesi için düzenli analizler yapılmalıdır.

Toplumsal katılım ve farkındalık çalışmalarının artırılması

Tarihi yapıların korunması ve çağdaş kullanımının toplum tarafından benimsenmesi, koruma süreçlerinin başarısını güçlendirecektir.

Çağdaş eklerin ve müdahalelerin belgelendirilmesi

Yapının özgünlüğünü korumak ve gelecekteki müdahalelere rehberlik etmek için restorasyon ve eklerin ayrıntılı belgelenmesi gerekmektedir.

Kültürel ve sanatsal etkinliklerle sürdürülebilir kullanım

Tarihi yapıların yalnızca pasif birer anıt olarak değil, aktif olarak toplumsal yaşamda yer alacak biçimde planlanması önerilmektedir.

Sonuç olarak, Saint George Kilisesi örneği, tarihi doku ile çağdaş mimarlık arasında dengeli bir ilişkinin kurulabileceğini somut olarak göstermektedir. Yapının özgün taş dokusu, plan şeması ve mimari öğeleri korunurken, çağdaş restorasyon ve eklemeler yapının kimliğini zedelemeden işlevselliğini artırmıştır. Bu durum, sadece yapının fiziksel korunmasını sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda kültürel ve sanatsal etkinlikler aracılığıyla toplumsal yaşama entegrasyonunu da mümkün kılmıştır.

Yeniden işlevlendirme yaklaşımı, tarihi yapının geçmişten günümüze taşıdığı kültürel hafızayı canlı tutarken, güncel ihtiyaçlarla uyumlu bir kullanım sunmaktadır. Böylece Saint George Kilisesi, koruma ve çağdaş mimarlık uygulamalarının bir arada yürütülebileceği bir model olarak değerlendirilmektedir. Bu yaklaşım, benzer tarihi yapılarda özgünlüğü koruyan ve sürdürülebilir kullanım sağlayan stratejilerin geliştirilmesine ışık tutmakta, koruma politikalarının planlanması ve uygulamalarında yol gösterici nitelik taşımaktadır.

KAYNAKÇA

Ahunbay, Z. (2019). *Tarihi çevre koruma ve restorasyon* (6. bs.). Yapı Endüstri Merkezi Yayınları.

ICOMOS, (2003) “Mimari Mirasın Analizi, Korunması ve Strüktürel Restorasyonu için İlkeler” 14. Genel Kurulu Bildirgesi. İstanbul.

ICOMOS, (2013) “ICOMOS Türkiye Mimari Mirası Koruma Bildirgesi” İstanbul

Işık, N. (2021) *“Tarihi Çevre ve Yapılarda Çağdaş Uygulamalar: Diyarbakır İç Kale Örneği”* Mimari Tasarımda Farklı Perspektifler Kitabı İksad Publications

KTVKK Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulu Arşivi: Diyarbakır.

Kuban, D. (2000). *Tarihi çevre korumanın mimarlık boyutu*. Yapı Endüstri Merkezi Yayınları.

Plevoets, B., & Van Cleempoel, K. (2019). *Adaptive reuse of the built heritage: Concepts and cases of an emerging discipline*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9780429506064

UNESCO. (2011). *Recommendation on the historic urban landscape*. UNESCO World Heritage Centre.
Venedik Tüzüğü (1964). *International charter for the conservation and restoration of monuments and sites (The Venice Charter)*. International Council on Monuments and Sites.
Yaldız, E., & Asatekin, G. (2016). Tarihi yapılarda yeniden işlevlendirme yaklaşımları üzerine bir değerlendirme. *Megaron*, *11*(4), 581–593. https://doi.org/10.5505/megaron.2016.72498
Zancheti, S. M., Hidaka, L. T. F., Ribeiro, C., & Aguiar, B. (2009). Judging the urban heritage conservation: Historic urban landscape and sustainability. *City & Time*, *4*(1), 1–18.

İnternet Kaynakları

URL 3. Artuklu Mimarlık https://artuklumimarlik.com.tr/portfolio-item/saint-george-kilisesi-diyarbakir/

ENDÜSTRİ 5.0, DİJİTAL İKİZ TABANLI YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI İLE ARAÇ ROTALAMA OPTİMİZASYONU

Mehmet Ali İPEK
Haliç Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 34070 Eyüpsultan,İstanbul
ORCID ID:0009-0005-4174-5556
İlkay SARAÇOĞLU
Haliç Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 34070 Eyüpsultan,İstanbul
ORCID ID:0000-0003-3338-4912

ÖZET

Araç Rotalama Problemi (ARP), lojistik ve dağıtım sistemlerinde maliyet, zaman ve hizmet kalitesini doğrudan etkileyen temel karar destek problemlerinden biridir. Klasik ARP yaklaşımları toplam mesafe veya maliyet minimizasyonuna odaklanmakta; çevresel etkiler, insan faktörü ve dinamik operasyonel koşullar sınırlı biçimde ele alınmaktadır. Endüstri 5.0, insan-robot işbirliği, sürdürülebilirlik ve gerçek zamanlı esneklik ilkelerinden yararlanılarak, geleneksel rotalama modellerinin ötesine geçen dinamik bir çerçeve sunmaktadır. Dijital ikiz yaklaşımı ile entegre edilen optimizasyon modeli, anlık veri akışı ve simülasyon tabanlı senaryo analizleriyle desteklenmekte; böylece trafik, hava durumu ve araç performansı gibi değişkenlerin dikkate alındığı akıllı rota önerileri üretilmektedir. Bu çalışmada, tek depolu kapasite kısıtlı araç rotalama problemi; klasik mesafe minimizasyonu modeli referans alınarak, emisyon minimizasyonu, adil iş yükü dağılımı ve dinamik trafik entegrasyonu senaryoları altında ele alınmıştır. Çalışmada yöneylem araştırması temelli karma tam sayılı doğrusal programlama (MILP) modeli geliştirilmiş ve LINGO 20.0 yazılımı kullanılarak çözülmüştür. Emisyon minimizasyonu ve adil iş yükü amaç fonksiyonlarının rota yapısını ve araç kullanımını anlamlı biçimde değiştirdiği; dinamik trafik entegrasyonunun ise daha gerçekçi ancak yüksek hesaplama maliyetine sahip çözümler ürettiği gözlemlenmiştir. Klasik ARP yaklaşımlarının Endüstri 5.0 perspektifinde yetersiz kaldığını ve çok amaçlı, dijital ikiz destekli karar modellerinin sürdürülebilir ve insan odaklı lojistik planlama açısından önemli avantajlar sunduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Endüstri 5.0, Yöneylem Araştırması, Araç Rotalama, Dijital İkiz, Optimizasyon

INDUSTRY 5.0-ORIENTED VEHICLE ROUTING OPTIMIZATION USING DIGITAL TWIN-BASED OPERATIONS RESEARCH

ABSTRACT

The Vehicle Routing Problem (VRP) is one of the fundamental decision support problems in logistics and distribution systems that directly affects cost, time, and service quality. Classical VRP approaches mostly focus on total distance or cost minimization; environmental impacts, human factors, and dynamic operational conditions are addressed to a limited extent. Industry 5.0 offers a dynamic framework that goes beyond traditional routing models by leveraging the principles of human-robot collaboration, sustainability, and real-time flexibility. The optimization model, integrated with dijital twin technology, is supported by real-time data flow and simulation-based scenario analysis; thus, intelligent route suggestions are generated that

take into account variables such as traffic, weather conditions, and vehicle performance. In this study, the single-depot capacity-constrained vehicle routing problem is addressed under emission minimization, fair workload distribution, and dynamic traffic integration scenarios, referencing the classical distance minimization model. In this study, a mixed integer linear programming (MILP) model based on operations research was developed and solved using LINGO 20.0 software. It was observed that emission minimization and fair workload objective functions significantly altered route structure and vehicle usage; while dynamic traffic integration produced more realistic solutions, albeit with higher computational costs. In the dynamic traffic scenario, a digital twin approach was adopted, and time-constrained feasible solutions were discussed instead of the optimum solution. The results show that classical ARP approaches are insufficient from an Industry 5.0 perspective, and that multi-objective, digital twin-supported decision models offer significant advantages in terms of sustainable and human-centered logistics planning.
Key Words: Industry 5.0, Operational Research, Vehicle Route, Optimization, Digital Twin.

GİRİŞ

Günümüz lojistik sektöründe, araç rotalama ve filo yönetimi, operasyonel verimliliğin artırılması ve maliyetlerin minimize edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Lojistik sistemlerin karmaşıklığı, değişken talep koşulları ve dinamik trafik faktörleri göz önüne alındığında, geleneksel araç rotalama yaklaşımlarının yetersiz kaldığı görülmektedir. Dijital İkiz teknolojisi, fiziksel sistemlerin sanal ortamda dinamik ve sürekli güncellenen bir kopyasını oluşturarak, gerçek zamanlı karar alma süreçlerini destekleyen yenilikçi bir çözüm ortaya koymaktadır.

Son yıllarda karbon emisyonlarının azaltılması, çalışan refahının korunması ve belirsizliklere karşı dayanıklı sistemlerin tasarlanması, lojistik karar süreçlerinde öncelikli hedefler haline gelmiştir. Bu dönüşüm, Endüstri 5.0 paradigması ile birlikte daha belirgin bir çerçeve kazanmıştır. Endüstri 5.0, dijitalleşme ve otomasyonun ötesine geçerek, insan odaklılık, sürdürülebilirlik ve dayanıklılık kavramlarını üretim ve hizmet sistemlerinin merkezine yerleştirmektedir. Bu bağlamda, araç rotalama problemlerinin yalnızca en kısa yolu bulan algoritmalar olarak değil, çok boyutlu karar destek sistemleri olarak ele alınması gerekmektedir. Beşinci Sanayi Devrimi (Endüstri 5.0), Avrupa Komisyonu (EC) tarafından ortaya atılan bir kavramdır. EC'ye göre, 'Endüstri 5.0, sürdürülebilir, insan odaklı ve dayanıklı bir Avrupa endüstrisine geçişin itici güçleri olarak araştırma ve yeniliği öne çıkararak mevcut Endüstri 4.0 paradigmasını tamamlamaktadır (Ivanov, 2023).

İşletmeler Endüstri 4.0'ı kabullenmeye ve uygulamaya, ana odağa almaya başladıkça, Beşinci Sanayi Devrimi ortaya çıkmıştır. Endüstri 5.0, üretimi gezegenimizin sınırlarına ve çevreye sorumlu hissederek saygın bir çerçevede, sanayi emekçilerinin refah düzeyini ve insancıl çalışma ortamı oluşturma hedefini üretimin merkezine alarak, istihdamın ve büyümenin ötesinde kitlesel hedeflere erişmek, esnek bir refah sunucusu olmak için endüstrinin gücünün benimsenmesi olarak anlaşılmaktadır. Endüstri 5.0 anlayışı farklı bir odak ve bakış açısı sunarak, endüstrinin gezegen sınırları çerçevesinde insanlığa uzun süreli hizmet sağlamasını desteklemek için araştırma ve yeniliğin önemini vurgulamaktadır (Xu vd.,2021).

Bu çalışmada, dijital ikizlerin lojistik sektörüne entegrasyonu ile araç rotalama probleminin optimizasyonuna yönelik bir model geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Önerilen model, yöneylem araştırması teknikleri ve LINGO optimizasyon yazılımı kullanılarak, lojistik operasyonların maksimum verimlilikle yönetilmesini sağlayacak bir karar

destek mekanizması sunacaktır. Model kapsamında, gerçek zamanlı trafik akışı, araç kapasiteleri, teslimat süreleri ve yakıt tüketimi gibi değişkenler dikkate alınarak en uygun güzergahlar belirlenecektir. Ayrıca, simülasyon tabanlı bir yaklaşım benimsenerek, geliştirilen dijital ikiz modeli farklı lojistik senaryolar üzerinde test edilecek ve sistemin esneklik kapasitesi değerlendirilecektir.

Bu çalışmanın temel katkısı, dijital ikiz teknolojisinin lojistik alanındaki uygulamalarını genişleterek, araç rotalama optimizasyonuna yeni bir perspektif kazandırmasıdır. Sektörde, bu modelin filo yönetimi, akıllı şehir lojistiği ve sürdürülebilir taşımacılık politikaları için bir temel oluşturması beklenmektedir.

LİTERATÜR TARAMASI

Sanayi 5.0, Sanayi 4.0'ın teknolojik kazanımlarını korurken, bunları insan merkezli bir çerçevede yeniden yorumlamaktadır.

Sanayi devrimleri, üretim ve hizmet sistemlerinin evrimini belirleyen temel kırılma noktalarıdır. Sanayi 1.0 ile mekanizasyon, Sanayi 2.0 ile seri üretim, Sanayi 3.0 ile otomasyon ve Sanayi 4.0 ile dijitalleşme ön plana çıkmıştır. Bu dönüşümler, yalnızca üretim süreçlerini değil, lojistik ve dağıtım sistemlerini de köklü biçimde etkilemiştir.

Dördüncü sanayi devrimi, üretim ve hizmet süreçlerinde dijitalleşme ve kişiselleştirme odaklı önemli kazanımlar sağlamış olsa da artan müşteri beklentileri ve değişen toplumsal ihtiyaçlar karşısında tek başına yeterli bir çözüm sunamamaktadır.

Yeni dönemin amacı, yapay zekanın insan yaşamının çeşitli safhalarına monte edilmesi ve insan–robot iş birliği algısı ile insan kaynaklarının yetkinlik ve verimliliğinin üst seviyelere çıkarılması, değişmesi ve gelişmesidir. Bu benimseyiş, insanı yeniden üretim süreçlerinin odağına yerleştirmeyi ve teknolojik gelişmeler içinde hak ettiği konuma tekrardan yerleştirmeyi hedeflemektedir. Endüstri 4.0 devriminin ardındaki temel amaç, Hindistan ve Çin gibi ayaklanan ülkeler ile rekabet edebilecek seviyede olmak ve Avrupa Birliği ve ABD gibi gelişmiş ülkelerden zenginlik akışının önüne geçmektir. Bu zenginlik akışının arkasındaki en mühim sebep, gelişmiş ülkelerdeki iş gücünün azalması ve başta Hindistan ve Çin olmak üzere gelişmekte olan ülkelerde büyük bir ucuz iş gücü piyasasının bulunmasıdır (Kumar vd., 2020).

Endüstri 4.0, nesnelerin hem kendi aralarında hem de insanlar arasında iletişim kurduğu, ayrıca uzaktan erişilebilir oluşu ve düzenleyici, geliştirici aksiyonlar alabildiği, son derece karmaşık ve otomatize edilmiş üretim sistemleri, hizmetleri ve iş süreçleri için kullanılan genel bir terimdir (Kumar vd., 2020).

Buradaki ana fikir, internet ve Nesnelerin İnterneti (IoT)'nin kullanılabilirliği, şirketlerdeki teknik süreçler ile iş süreçlerinin entegrasyonu ve verilerin yorumlanarak anlamlı bilgilerin üretilmesi, gerçek dünyanın dijital haritalanması ve sanallaştırılması, 'akıllı' endüstriyel üretim araçlarını ve 'akıllı' ürünleri içeren 'akıllı' fabrika gibi yeni teknolojilerin ve kavramların potansiyellerinden yararlanmaktır (Albayrak & Erkayman, 2023; Rojko, 2017).

Bu bağlamda Endüstri 5.0, yüksek teknolojili üretim altyapılarını insan merkezli bir yaklaşımla yeniden yapılandırarak müşteri memnuniyetini daha üst bir seviyeye taşımayı hedeflemektedir. Endüstri 5.0'ın temel ayırt edici unsurlarından biri, insan iş gücünün üretim ve hizmet süreçlerinde pasif bir kullanıcı konumundan çıkarılarak aktif bir paydaş hâline getirilmesidir.

Beşinci Sanayi Devrimi (Endüstri 5.0), Avrupa Komisyonu (EC) tarafından ortaya atılan bir kavramdır. EC'ye göre, 'Endüstri 5.0, sürdürülebilir, insan odaklı ve dayanıklı bir Avrupa endüstrisine geçişin itici güçleri olarak araştırma ve yeniliği öne çıkararak mevcut Endüstri 4.0 paradigmasını tamamlamaktadır (Ivanov, 2023).

Endüstri 5.0, endüstriyi daha sürdürülebilir, insan odaklı ve dayanıklı hale getirmeyi amaçlayan bir kavramdır. Endüstri 5.0'ın temel eğiliminin insan-robot ortak çalışma ortamının getirilmesi ve akıllı toplumun yaratılması olduğu görülmektedir (Akundi vd., 2022).

Dijital İkiz yaklaşımı, fiziksel sistemlerin sanal bir kopyası üzerinde senaryo analizlerinin yapılmasına ve kararların dinamik biçimde güncellenmesine olanak sağlayarak, Endüstri 5.0' ın öngördüğü esnek ve uyarlanabilir yapıları desteklemektedir.

Dijital ikizlerin temelini, fiziksel bir varlık ya da sürecin dijital ortamda dinamik bir temsilinin oluşturulması ve bu temsilin sahadan elde edilen verilerle sürekli olarak beslenmesi oluşturmaktadır. Bu yapı sayesinde dijital model, fiziksel sistemde meydana gelen değişimlere eş zamanlı olarak uyum sağlayabilmekte ve statik bir simülasyonun ötesine geçmektedir.

Literatürde dijital ikizler, yalnızca mevcut durumun görselleştirilmesini sağlayan araçlar olarak değil; sistem davranışlarını öngörebilen, olağan dışı durumları erken aşamada tespit edebilen ve farklı senaryoların sonuçlarını değerlendirmeye imkân tanıyan bütünleşik karar destek sistemleri olarak ele alınmaktadır. Bu yönüyle dijital ikiz teknolojisi, karmaşık sistemlerin yönetiminde belirsizliği azaltan ve daha bilinçli kararların alınmasına katkı sağlayan stratejik bir bileşen niteliği taşımaktadır. Öngörülebilir bir modelleme ile optimize edilen çalışmalar, gerçekçi zeminde alınacak kararlara çıktı sağlamaktadır. Dijital ikiz yaklaşımı, ilk aşamada ürün yaşam döngüsünün izlenmesi ve karmaşık teknik sistemlerin çalışma davranışlarının daha iyi anlaşılması amacıyla geliştirilmiştir.

Sanal ve fiziksel dünyaları birleştirerek üreticilerin verileri analiz etmesi, üretim süreçlerini izlemesi, riskleri yönetmesi ve arıza süresini azaltması Endüstri 5.0'ın ana hedefidir. Dijital ikizlerin ortaya çıkışıyla elde edilen simülasyonlar, büyük veri işleme ve yapay zekâ inovasyonlarıyla daha gerçekçi modeller oluşturmayı mümkün kılmaktadır. Dijital ikizler, öngörülemeyen durumları temsil ederken aynı zamanda sistemle iş birliği yaparak verimsizliği azaltmaya olanak sağlamaktadır. (Endüstriyel dönüşüm ve endüstri 5.0, Beyza Güdek.)

Endüstri 5.0 paradigması, teknolojik gelişmeleri yalnızca otomasyon ve üretkenlik amacıyla değil, aynı zamanda insan odaklı süreçleri güçlendirmek için kullanmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda dijital ikizler, fiziksel varlıkların dijital kopyaları olarak yalnızca üretim verilerini yansıtmakla kalmayıp, insan karar vericilerin süreci daha etkin yönetmesine olanak tanıyan araçlara dönüşmektedir. İnsan-makine etkileşimini optimize eden dijital ikizler, operatörlerin karmaşık süreçlerde kritik kararları hızlı ve güvenilir bir şekilde almasını sağlayarak, üretim hatlarının esnekliğini ve güvenilirliğini artırmaktadır. Bu dönüşüm, Endüstri 5.0'ın temel hedeflerinden biri olan insan yaratıcılığını ve sezgisel yetkinlikleri üretim sürecine entegre etme gerekliliğini doğrudan desteklemektedir.

Dijital ikiz teknolojisi, lojistik sistemlerin fiziksel işleyişinin sanal ortamda sürekli güncellenen bir temsili üzerinden analiz edilmesini mümkün kılarak, operasyonel süreçlerin daha etkin biçimde yönetilmesine olanak tanımaktadır. Çok sayıda paydaş, kaynak ve faaliyet içeren lojistik yapılar, doğaları gereği belirsizlik ve karmaşıklık barındırmaktadır. Dijital ikizler, bu karmaşık yapının sayısal modeller aracılığıyla görünür hale getirilmesini sağlayarak süreçlerin daha kontrollü ve ölçülebilir bir yapıya kavuşmasına katkı sunmaktadır.

Özellikle taşıma sistemlerinde dijital ikizler, gerçek zamanlı operasyonel verilerden yararlanarak rotalama kararlarının daha hassas biçimde verilmesini desteklemektedir. Araç hareketleri, yakıt tüketimi, zaman pencereleri ve maliyet unsurları gibi değişkenler, sanal modeller üzerinden eş zamanlı olarak değerlendirilmekte; bu da lojistik planlamanın daha rasyonel ve sürdürülebilir bir zemine oturmasını sağlamaktadır.

Sonuç olarak dijital ikizler, lojistik sektöründe operasyonel verimliliği artıran bir teknolojik araç olmanın ötesinde, süreç tasarımını ve organizasyonel karar alma yapısını dönüştüren

stratejik bir bileşen olarak öne çıkmaktadır. Bu dönüşüm, lojistik sistemlerin daha esnek, dayanıklı ve öngörülebilir hale gelmesini mümkün kılmaktadır.

Yöneylem Araştırması, kaynakların kısıtlı olduğu operasyonel ortamlarda yöneylem araştırması, belirli hedef fonksiyonları doğrultusunda karar değişkenlerinin en uygun değerlerini belirlemeye odaklanmaktadır. Özellikle maliyet, zaman, enerji veya hizmet seviyesi gibi performans ölçütlerinin iyileştirilmesi amacıyla geliştirilmiş optimizasyon modellerini kapsamaktadır.

Araç Rotalama, belirli kısıtlar altında araçların izleyebileceği en uygun rotaların belirlenmesi yoluyla operasyonel maliyetlerin azaltılması ve hizmet etkinliğinin artırılmasıdır. Araç rotalama problemleri, yöneylem araştırmasının lojistik ve ulaştırma alanındaki en önemli uygulama başlıklarından biridir. Bu problemlerde temel amaç, belirli kısıtlar altında araçların izleyebileceği en uygun rotaların belirlenmesi yoluyla operasyonel maliyetlerin azaltılması ve hizmet etkinliğinin artırılmasıdır

Dijital ikiz teknolojisinin yöneylem araştırması modelleriyle birlikte kullanılması, bu sınırlılığı aşmaya yönelik önemli bir dönüşüm sağlamaktadır. Fiziksel sistemlerden elde edilen sürekli veri akışı sayesinde, matematiksel modeller statik bir yapıdan uzaklaşarak dinamik biçimde güncellenebilen bir karakter kazanmaktadır. Böylece optimizasyon süreci, yalnızca geçmiş veya anlık verilere dayalı olmaktan çıkarak sistemin mevcut ve olası gelecek durumlarını da dikkate alabilen bir yapıya evrilmektedir.

Dijital ikiz yaklaşımı, araç rotalama problemlerinin çözümünde yöneylem araştırmasına yeni bir boyut kazandırmaktadır. Fiziksel lojistik sistemlerin sanal bir kopyasının oluşturulması sayesinde, rota planları yalnızca teorik modeller üzerinden değil, gerçek zamanlı verilerle beslenen simülasyon ortamlarında test edilebilmektedir.

Tablo 1: Endüstri 5.0 Tabanlı ARP ve Klasik Yöntem ARP Amaç, Kısıt, Veri, Sonuç Değerlendirmeleri

Klasik Yöneylem Araştırması (ARP)	Endüstri 5.0 Tabanlı ARP
Amaç: Toplam mesafeyi minimize etmek.	**Amaç:** Karbon ayak izini ve enerji tüketimini minimize etmek.
Kısıt: Araç kapasitesi ve zaman pencereleri.	**Kısıt:** Sürücü yorgunluk endeksi ve ergonomi.
Veri: Statik veya periyodik güncellenen veri.	**Veri:** Dijital İkizden gelen anlık, dinamik veri akışı.
Sonuç: Maliyet odaklı çözüm.	**Sonuç:** Çevresel ve insani değer odaklı çözüm.

Endüstri 5.0 literatürü, önceki sanayi devrimlerinden farklı olarak teknolojik yetkinlikleri yalnızca verimlilik artışı ekseninde değil; insan odaklılık, sürdürülebilirlik ve sistem dayanıklılığı hedefleri doğrultusunda konumlandırmaktadır. Bu çerçeve, Araç Rotalama

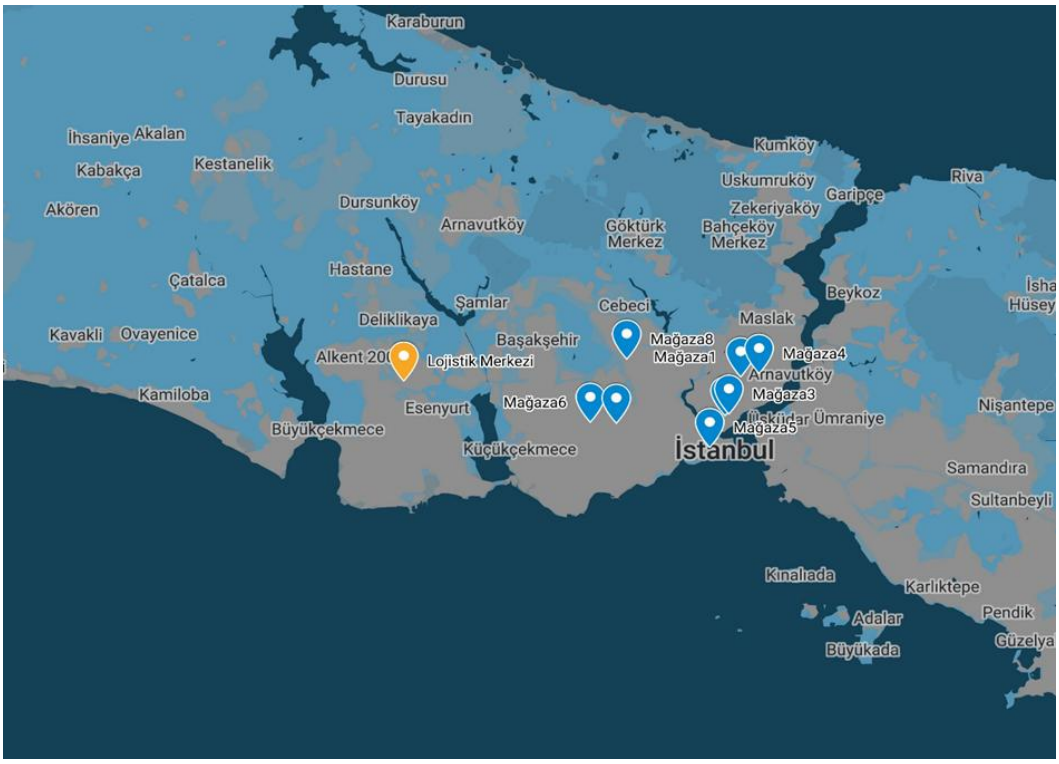
Problemi (ARP) çalışmalarında karar değişkenleri ve performans ölçütlerinin genişletilmesini gerektirmekte; zaman, maliyet ve hizmet düzeyi gibi klasik hedeflerin yanı sıra emisyon, enerji tüketimi ve çalışan refahı gibi boyutların da modele sistematik biçimde dâhil edilmesine olanak tanımaktadır. Dijital ikiz yaklaşımı ise fiziksel operasyonlardan elde edilen veriyi sanal modelle eşleştirerek gerçek zamanlı izleme, senaryo üretimi ve karar destek süreçlerini güçlendirmekte; ARP' nin dinamik koşullara uyarlanabilirliğini artırmaktadır.

PROBLEM TANIMI VE KAPSAM

Günümüzde lojistik sistemler yalnızca en kısa yolu bulmakla yetinemez. Karbon emisyonları, sürücü iş yükü ve trafik gibi faktörler karar sürecinin ayrılmaz parçası hâline gelmiştir.

Bu çalışma kapsamında ele alınan problem, tek bir merkez depodan çıkan araçların çok sayıda mağazanın taleplerini kapasite ve zaman kısıtları altında karşılaması problemidir. Tüm modeller aynı problem yapısı üzerinde kurulmuş, yalnızca amaç fonksiyonları değiştirilerek farklı karar perspektifleri analiz edilmiştir.

Model, şehir içi dağıtım gerçekleştiren, Türkiye' nin en büyük parekende firmalarından birinin lojistik operasyonları ve mağaza talepleri ele alınarak test edilecek; veri olarak gerçek bölge verileri kullanılacaktır. Dağıtımı gerçekleştiren araçlar,1 depodan kalkacak ve 8 mağazanın talepleri tamamıyla karşılanacaktır.



Resim 1. Çalışmanın gerçekleşeceği bölge ve hedef konumların haritalandırılması

Bu yapı, farklı hedeflerin aynı problem üzerindeki etkilerini karşılaştırmalı olarak gözlemlememizi sağlamıştır.

Çalışmada aşamalı bir modelleme yaklaşımı benimsenmiştir. Önce klasik mesafe minimizasyonu modeli çözülmüş, ardından aynı problem emisyon, adil iş yükü ve dinamik

trafik kriterleri altında yeniden ele alınmıştır. Bu yapı, farklı hedeflerin kararları nasıl değiştirdiğini net biçimde göstermektedir.

YÖNTEM VE MATEMATİKSEL MODEL

Bu çalışmada, Araç Rotalama Problemi' nin çözümü için Yöneylem Araştırması temelli Karma Tamsayılı Doğrusal Programlama (MILP) yaklaşımı benimsenmiştir. Tüm senaryolar, ortak bir ARP çekirdek modeli üzerine inşa edilmiş, senaryolar arasındaki farklar, amaç fonksiyonları ve Endüstri 5.0 perspektifine özgü ek kısıtlar aracılığı ile ele alınmıştır. Modellerin çözümü için LINGO optimizasyon yazılımı kullanılmıştır.
LINGO' nun optimizasyon yetenekleri sayesinde, taşıma sürelerini kısaltmak, enerji tüketimini azaltmak ve rota planlamasını iyileştirmek için en iyi çözümler belirlenecektir. Model, çok amaçlı karar verme teknikleri ile farklı maliyet ve zaman kısıtlarını dikkate alarak en uygun taşıma güzergahlarını hesaplayacaktır. Ayrıca, yük dağılımı, araç kapasitesi ve trafik durumu gibi değişkenler de modelin girdileri arasında yer alacaktır. Bu optimizasyon yaklaşımı ile, yalnızca zaman ve maliyet açısından değil, aynı zamanda lojistik ağın genel sürdürülebilirliği açısından da önemli bir katma değer sağlanması öngörülmektedir.

Modelde Kullanılan Karar Değişkenleri

$x_{ijk} \in \{0,1\}$ İkili rota, karar değişkeni

$$\sum_{k\in K}\sum_{j\in N} x_{ijk} = 1 \quad \forall i \in C$$ Her mağaza 1 kez ziyaret edilir.

$$\sum_{j\in N\setminus\{1\}} x_{1jk} = y_k \quad \forall k \in K$$ Kullanılan her araç tura depodan başlar.

$$\sum_{i\in N\setminus\{1\}} x_{i1k} = y_k \quad \forall k \in K$$ Kullanılan her araç depoya geri döner.

$$\sum_{j\in N} x_{ijk} = \sum_{j\in N} x_{jik} \quad \forall i \in C,\ \forall k \in K$$ Araç bazında giriş çıkışa eşit olmalıdır.

Bu çalışma kapsamında, ortak model kurgusunda, her mağazanın yalnızca bir kez ziyaret alması, araçların tura depodan başlayıp, turu depoda bitirmesi, mağaza düğümlerinde akış dengesinin sağlanması ve araç kapasite kısıtlarının aşılmaması temel kısıtlar olarak yer almıştır. Alt tur oluşumunun engellenmesi için alt tur engelleme kısıtları kullanılmıştır.

Senaryo Bazlı Amaç Fonksiyonları

- $\min \sum d_{ij}\, x_{ijk}$ (Klasik ARP)

- $\min \sum e_k d_{ij}\, x_{ijk}$ (Emisyon Minimizasyonu)

- $mi\, n\left(T^{max} - T^{min}\right)$ (Adil İş Yükü)

$$T_k = \frac{1}{v} \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} d_{ij}\, x_{ijk} \quad \forall k \in K$$

$$T_k \leq T^{max} \quad \forall k \in K$$

$$T_k \geq T^{min} \quad \forall k \in K$$

- $mi\, \mathrm{n}\left(T_{\text{trafik}}^{max} - T_{\text{trafik}}^{min}\right)$ (Dinamik Trafik + Dijital İkiz)

$$T_k^{\text{trafik}} \leq T_{\text{trafik}}^{max} \quad \forall k \in K$$

$$T_k^{\text{trafik}} \geq T_{\text{trafik}}^{min} \quad \forall k \in K$$

Klasik ARP modelinde amaç fonksiyonu, araçların kat ettiği toplam mesafenin minimize edilmesi olarak tanımlanmıştır. Emisyon minimizasyonu modelinde ise her aracın kilometre başına emisyon katsayısı dikkate alınarak toplam karbon salınımının minimize edilmesi hedeflenmiştir. Bu yaklaşım, çevresel sürdürülebilirlik boyutunu doğrudan karar sürecine entegre edilmesini göstermektedir.
Adil iş yükü senaryosunda, araçların toplam çalışma süreleri hesaplanmış ve kullanılan araçlar arasındaki en uzun ve en kısa çalışma süreleri arasındaki farkın minimize edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç fonksiyonu, Endüstri 5.0 perspektifinde, insan odaklılık ilkesine uygun olarak, sürücü iş yükünün dengeli dağıtılmasını hedeflemektedir.
Dinamik trafik entegrasyonu senaryosunda ise araçların seyahat süreleri, zamana bağlı trafik katsayıları ile güncellenmiş ve trafik koşullarının planlama üzerindeki etkisi dijital ikiz yaklaşımı ile modellenmiştir.
Geliştirilen bu çok senaryolu, aşamalı modelleme yaklaşımı, klasik, çevresel ve insan odaklı hedeflerin aynı problem yapısı içinde karşılaştırılmasına olanak sağlamakta ve dijital ikiz perspektifi ile dinamik, gerçekçi karar destek mekanizmalarının oluşturulmasını sağlamaktadır.

UYGULAMA VE BULGULAR

Bu çalışmada geliştirilen matematiksel modeller, tek depodan kapasite kısıtlı araç rotalama problemi için gerçekçi bir veri seti üzerine uygulanmıştır. Tüm senaryolar aynı problem yapısı ve veri seti kullanılarak çözülmüş, böylece amaç fonksiyonlarındaki değişimin rota yapısı, araç

kullanımı ve performans ölçütleri üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Modellerin çözümü LINGO optimizasyon yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2: Modelleme kurgusu

Modelleme Kurgusu	Amaç - Çıktı
Klasik CVRP (Referans Model)	Amaç: Toplam mesafe minimizasyonu
	Çıktı: Operasyonel olarak mümkün en kısa rotalar
Çevresel Etki Odaklı Model	Amaç: Toplam karbon emisyonunun minimizasyonu
	Çıktı: Düşük emisyonlu rota yapısı
Endüstri 5.0 – Adil İş Yükü Modeli	Amaç: Sürücüler arası çalışma süresi dengesizliğinin azaltılması
	Çıktı: İnsan odaklı rota yapısı
Trafik Entegrasyonlu Dinamik Model (Dijital İkiz)	Amaç: Gerçek zamanlı koşullara duyarlı karar destek
	Çıktı: Dinamik rota yapısı

Klasik ARP senaryosu, toplam mesafe minimizasyonunu hedefleyen referans model olarak ele alınmıştır. Bu senaryoda elde edilen çözüm, en kısa toplam mesafeyi sağlayan rota yapısını üretmiş ve operasyonel verimlilik açısından etkin planlama sunmuştur. Ancak bu çözüm emisyon etkisi ve sürü iş yükü dağılımı açısından herhangi bir dengeleme mekanizması içermemektedir.

Emisyon minimizasyonu senaryosunda, araçların kilometre başına karbon salınımı dikkate alınarak toplam emisyonun minimize edilmesi hedeflenmiştir. Bu senaryoda toplam mesafe değeri klasik ARP senaryosuna yakın seviyelerde kalmakla birlikte, rota ve araç-mağaza eşleşmelerinin değiştiği gözlemlenmiştir. Bu durum, çevresel hedeflerin yalnızca toplam mesafe üzerinden değil, rota dağılımı ve araç kullanımı biçimi üzerinden kararları etkilediğini göstermektedir.

Adil iş yükü dengesi senaryosunda, araçların toplam çalışma süreleri hesaplanmış ve kullanılan araçlar arasındaki en uzun ve en kısa tur süreleri arasındaki fark minimize edilmiştir. Bu yaklaşım, sürücülerin benzer sürelerde çalıştırılmasını sağlayarak insan odaklı bir planlama sunmuştur. Ancak iş yükü dengesinin sağlanması, mağazaların daha fazla araca dağıtılmasına yol açmış ve toplam kat edilen mesafede artışa neden olmuştur. Bu sonuç, insan odaklılık ile operasyonel maliyet arasında belirgin bir ödünleşim ortaya koymaktadır.

Dinamik trafik entegrasyonu senaryosunda, trafik yoğunluğunun zamana bağlı olarak değiştiği varsayımı altında seyahat süreleri güncellenmiştir. Bu senaryoda, trafik koşullarının rota süreleri üzerindeki etkisi dikkate alınmış ve dijital ikiz yaklaşımı ile senaryo bazlı bir değerlendirme yapılmıştır. Yüksek hesaplama maliyeti nedeniyle bu modelde küresel optimum çözüme ulaşmak yerine, belirli bir süre sonunda elde edilen uygulanabilir (feasible) çözümler analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, trafik etkisinin göz ardı edilmesi durumunda rota sürelerinin ciddi biçimde sapabileceğini ve statik planların operasyonel gerçekçilik açısından yetersiz kalabileceğini göstermektedir.

Tablo 3: Model Bazında Çözüm Çıktılarının Karşılaştırılması

Alan Grubu	Alan Adı	Açıklama / Formülasyon
Model Özeti	**Klasik ARP (Mesafe Min.)**	Çözüm: **Global optimum**; Amaç: **249.05 km**; Kullanılan araç sayısı: **4**; Toplam mesafe: **249.05 km**
Model Özeti	**Emisyon Minimizasyonu**	Çözüm: **Global optimum**; Amaç: **74.715 (emisyon metriği)**; Kullanılan araç sayısı: **4**; Toplam mesafe: **249.05 km** *(rota/araç ataması değişti)*
Model Özeti	**Adil İş Yükü (Süre Dengesi)**	Çözüm: **Global optimum**; Amaç: **TMAX=1.5016 saat**; Kullanılan araç sayısı: **6**; Toplam mesafe: **375.30 km**
Model Özeti	**Dinamik Trafik + Adil İş Yükü**	Çözüm: **Feasible (zaman sınırlı)**; Amaç: **0.0005995** *(adalet + ε·toplam süre)* ; Kullanılan araç sayısı: **4**; Toplam mesafe: **271.02 km**; **TMAX=TMIN=1.498799 saat**

Modellerden elde edilen temel performans ölçütleri Tablo 3' de özetlenmiştir. Tablo, klasik, emisyon, adil iş yükü ve dinamik trafik senaryolarının toplam mesafe, çevresel etki ve iş yükü dengesi açısından farklı sonuçlar ürettiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, araç rotalama probleminin tek bir performans ölçütü üzerinden ele alınmasının, günümüz lojistik sistemleri için yetersiz kaldığını göstermektedir. Klasik ARP yaklaşımı operasyonel verimlilik açısından güçlü sonuçlar üretirken, çevresel sürdürülebilirlik ve insan odaklılık gibi Endüstri 5.0'ın temel ilkelerini doğrudan desteklememektedir. Emisyon minimizasyonu senaryosu, çevresel etkiyi azaltmaya yönelik önemli bir adım sunmakla birlikte, sürücü iş yükü dengesini tek başına garanti etmemektedir.

Adil iş yükü senaryosu, Endüstri 5.0'ın insan merkezli yaklaşımıyla uyumlu olarak sürücülerin çalışma sürelerini dengelemekte; ancak bu dengelemenin operasyonel maliyetler üzerinde bir etkisi olduğu görülmektedir. Bu durum, Endüstri 5.0 perspektifinde karar vericilerin yalnızca "en iyi" çözümü değil, farklı hedefler arasındaki dengeyi gözeten çözümleri tercih etmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Dinamik trafik entegrasyonu ile birlikte ele alınan dijital ikiz yaklaşımı, bu çalışmanın en önemli katkı alanlarından birini oluşturmaktadır. Dijital ikiz, fiziksel sistemin sanal bir kopyası üzerinden farklı trafik senaryolarının test edilmesine ve planların dinamik biçimde güncellenmesine olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda, optimum çözümün beklenmesi yerine belirli zaman aralıklarında uygulanabilir çözümlerin üretilmesi, gerçek operasyonel koşullar için daha uygun bir karar destek yaklaşımı sunmaktadır.

SONUÇ VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, araç rotalama problemi Endüstri 5.0 perspektifinde yeniden ele alınmış ve klasik mesafe minimizasyonu yaklaşımının ötesine geçen çok amaçlı bir modelleme çerçevesi sunulmuştur. Klasik ARP modeli referans senaryo olarak kullanılırken, emisyon minimizasyonu, adil iş yükü dağılımı ve dinamik trafik entegrasyonu senaryoları ile çevresel, insani ve operasyonel gerçekçilik boyutları bütüncül biçimde değerlendirilmiştir. Tüm senaryoların aynı problem yapısı üzerinde karşılaştırmalı olarak ele alınması, farklı hedeflerin rota yapısı, araç kullanımı ve performans ölçütleri üzerindeki etkilerinin açık biçimde gözlemlenmesini sağlamıştır.

Elde edilen sonuçlar, klasik mesafe minimizasyonu yaklaşımının operasyonel verimlilik açısından güçlü olmakla birlikte, sürdürülebilirlik ve insan odaklılık kriterlerini doğrudan desteklemediğini göstermektedir. Emisyon minimizasyonu senaryosu çevresel etkiyi azaltmaya yönelik önemli kazanımlar sunarken, sürücü iş yükü dengesinin tek başına garanti edilemediği görülmüştür. Adil iş yükü senaryosu ise Endüstri 5.0'ın insan merkezli yaklaşımıyla uyumlu olarak çalışma sürelerini dengelemiş; ancak bu dengelemenin toplam mesafe ve operasyonel maliyetler üzerinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, lojistik planlama problemlerinde hedefler arasında kaçınılmaz bir ödünleşim (trade-off) bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Dinamik trafik entegrasyonu ile birlikte ele alınan dijital ikiz yaklaşımı, çalışmanın özgün katkı alanlarından birini oluşturmaktadır. Trafik koşullarının zamana bağlı olarak değiştiği senaryolarda, statik planların operasyonel gerçekçilik açısından yetersiz kaldığı; buna karşılık dijital ikiz destekli, zaman sınırlı uygulanabilir çözümlerin daha esnek ve gerçekçi kararlar üretebildiği gözlemlenmiştir. Bu yaklaşım, optimum çözümün beklenmesi yerine, güncel verilerle beslenen ve periyodik olarak güncellenebilen karar destek mekanizmalarının önemini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma, araç rotalama problemini Endüstri 5.0 perspektifinde insan odaklılık, sürdürülebilirlik ve dayanıklılık eksenlerinde ele alan çok amaçlı bir optimizasyon yaklaşımı önermektedir. Dijital ikiz destekli modelleme çerçevesi, gerçek operasyonel koşullara uyarlanabilirliği artırarak, lojistik sistemlerde daha dengeli ve uygulanabilir kararların alınmasına katkı sunmaktadır. Gelecek çalışmalarda, gerçek zamanlı trafik ve talep verilerinin modele doğrudan entegre edilmesi, stokastik ve sağlam (robust) optimizasyon yaklaşımlarının kullanılması ve daha büyük ölçekli çok depolu ağların ele alınması, önerilen modelin kapsamını ve uygulanabilirliğini daha da genişletebilecektir.

KAYNAKÇA

Dmitry Ivanov, 2023. "The Industry 5.0 framework: viability-based integration of the resilience, sustainability, and human-centricity perspectives," International Journal of Production Research, Taylor & Francis Journals, vol. 61(5), pages 1683-1695, March.

Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. Journal of Manufacturing Systems, 61, 530–535. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006

Kumar, R., Singh, R. K., & Dwivedi, Y. K. (2020). Application of Industry 4.0 technologies in SMEs for ethical and sustainable operations: Analysis of challenges. Journal of Cleaner Production, 275, Article 124063. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124063

Kılıç, R. (2023). Sanayi Devrimlerinin Serüveni: Endüstri 1.0'dan Endüstri 5.0'a. Takvim-i Vekayi, 11(2), 276-291.

Kasap, A. (2025). Industry 5.0 and digitalizing societies: Turkey on the brink of a new revolution. Uluslararası Anadolu Sosyal Bilimler Dergisi, 9(1), 178-192.
Barata, J., & Kayser, I. (2023). Industry 5.0 — Past, present, and near future. Procedia Computer Science, 219, 778–788. https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.351
Güdek, B. (2023). Endüstriyel dönüşüm ve endüstri 5.0. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16(4), 1129-1142. https://doi.org/10.25287/ohuiibf.1331731
Aydın, G. E., & Saraçoğlu, İ. (2025). Sıfır Atık Yönetiminde Araç Rotalama Modeli: İstanbul İlinde Uygulama. Yaşar Üniversitesi E-Dergisi, 20(80), 654-671. https://doi.org/10.19168/jyasar.1553739
Applegate, D. C., Bixby, R. E., Cook, W., Goycoolea, M., & Helsgaun, K. (2008). Certification of an optimal TSP tour through 85,900 cities. Operations Research Letters, 37(1), 11-15.
Breque, M., De Nul, L., & Petridis, A. (2021). Industry 5.0: Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. European Commission.
Christofides, N., Mingozzi, A., & Toth, P. (1981). State-space relaxation procedures for the computation of bounds to routing problems. Networks, 11, 145–164.
Elangovan, U. (2021). Industry 5.0: The future of the industrial economy. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003190677
Öztürk, A. (2013). Yöneylem araştırmasının tarihi gelişimi ve özellikleri. Alphanumeric Journal, 1(1), 1-11.
Sanlı, Ö., & Kartal, Z. (2023). Kapasiteli araç rotalama problemi için makine öğrenmesi ve matematiksel programlama temelli hibrid bir çözüm önerisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 39(2), 741–756. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.1120276
Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. IEEE Access, 8, 108952–108971.
Bektaş, T., & Laporte, G. (2011). The pollution-routing problem. Transportation Research Part B: Methodological, 45(8), 1232–1250.
Erdoğan, S., & Miller-Hooks, E. (2012). A green vehicle routing problem. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 48(1), 100–114.

DİL AĞIRLIKLI LİSE ÖĞRENCİLERİNİN İNGİLİZCE KONUŞMA BECERİLERİNDEKİ YETERSİZLİĞE YÖNELİK BİR İHTİYAÇ ANALİZİ

Öğr. Gör. Dr. Murat ATA
Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Yabancı Diller Bölümü, İngiliz Dili Anabilim Dalı,
35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0000-0001-8822-5105
Ayşegül İNCE
Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Yabancı Diller Bölümü, İngiliz Dili Anabilim Dalı,
35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0009-0002-0557-9835
Ecren Ülkü ÖZMEN
Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Yabancı Diller Bölümü, İngiliz Dili Anabilim Dalı,
35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0009-0004-8761-0596
Yağmur Nisa ARISOY
Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Yabancı Diller Bölümü, İngiliz Dili Anabilim Dalı,
35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0009-0009-4257-0339

ÖZET
Bu çalışma, Türkiye'deki liselerde öğrenim gören dil ağırlıklı sınıf öğrencilerinin İngilizce konuşma becerilerindeki yetersizlikleri ortaya koymayı amaçlayan kapsamlı bir ihtiyaç analizini ele almaktadır. İletişimsel yeterliliği geliştirmeyi hedefleyen yoğun müfredatlara rağmen, öğrencilerin konuşma becerilerinin beklenen düzeyde gelişmediği gözlemlenmektedir. Bu doğrultuda, karma yöntem araştırma deseni benimsenmiş; dil ağırlıklı sınıflarda öğrenim gören 20 lise öğrencisi, bu sınıflarda görev yapan 17 İngilizce öğretmeni ve dil ağırlıklı programlardan mezun olmuş 15 katılımcı ile anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler nesnel biçimde analiz edilmiş ve yüzde dağılımları temel alınarak grafikler ve infografikler aracılığıyla sunulmuştur. Bulgular, dil ağırlıklı sınıf öğrencilerinin lise eğitimi süresince, ileri eğitim ve mesleki yaşamları için gerekli olan yeterli konuşma girdisine ve pratiğine maruz kalmadıklarını göstermektedir. Bu durum, müfredatta hedeflenen kazanımlar ile sınıf içi konuşma uygulamaları arasında belirgin bir uyumsuzluk olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, bu eksikliğin giderilmesi için dil ağırlıklı sınıflarda konuşma becerilerine odaklanan yenilikçi öğretim yaklaşımlarının uygulanması gerekmektedir. Çalışmanın bulguları, İngilizce öğretiminin niteliğini artırmayı hedefleyen eğitimciler, müfredat geliştiriciler ve politika yapıcılar için önemli çıkarımlar sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: İletişimsel yeterlilik, konuşma becerisi, dil ağırlıklı lise öğrencileri

A NEEDS ANALYSIS OF THE INEFFICIENCY OF ENGLISH-SPEAKING ABILITIES OF HIGH SCHOOL LANGUAGE STUDENTS

ABSTRACT

In this research, a full scale needs analysis is conducted on the incompetency of English speaking skills of language class students in Turkish high schools. Students' voice production seems to be insufficient despite the intense syllabus of the course which aims to cultivate communicative competence. In order to illustrate this, a mixed-methods survey was administered to 20 high school students taking language-centered classes. Also, 17 language teachers participated in a survey that was administered to their instructors. Following this, among 15 Language class graduates, another questionnaire was administered. The survey data and percentages were meticulously and fairly analysed. The survey results were displayed in pictorial representations in term of pie charts and infographics. Results indicated that language-centered students are not given enough speaking practice throughout their 4 years in high school, which may be a factor that affects them in further education and their career. This shows there is a big gap between what are the curricular aims and what is the practice of speaking in classrooms. Consequently, an effective cure for this defect needs be found, and this would be realized through introducing a different approach to speaking practice and a new method in teaching speaking in foreign language classes. The study presents the possibilities for practice as well as for policy level interventions, thus implications for curriculum developers, policy makers and educators who intend to improve or plan to improve speaking-centred teaching in language focused secondary education in Türkiye.

Keywords: Communicative Competence, Speaking Proficiency, Language-Centered High School Students.

INTRODUCTION

English language proficiency has long been identified as a fundamental element of the communicative competence model and an essential goal of foreign language study. In secondary school settings, especially in language-track programs, students are to attain not just grammatical accuracy and lexical knowledge but also the means to engage in meaningful spoken exchanges in both academic and social spheres. However, studies generally report that speaking is the least developed skill in education systems focusing on exams, where the instruction priorities are tilted towards reading, grammar, and test preparation rather than oral communication. L. Requests for help are welcom! e) What are the pertinent questions for an output table and for a needs analysis report? analysis and evaluation of learner needs in language education as an ongoing process for implementing and designing English language programs that are relevant to the communication, academic, and/or vocational needs of the students (Hutchinson & Waters, 1987; Long, 2005; reisdudley-Evans & St John, 1998). Speaking From on this view, speaking tasks is not just linguistic forms, but also include the learners' confidence, interactional competence, and willingness to conduct communicative events. In an environment where high stakes testing shapes curriculum decisions, these less quantifiable aspects of speaking often are diminished, creating a disconnect between what is planned in the curriculum and what happens in the classroom.

In the Turkish high school setting, language-track students are generally imagined as future candidates for the third-level offerings in ELT, translation, or similar disciplines. Nevertheless, both anecdotal and empirical data indicate that a great number of graduates begin their

university education with inadequate oral fluency and a low level of communicative confidence. This research fills this void by taking a comprehensive needs assessment approach to examine the unmet needs of English-speaking from three essential stakeholders: current high school students, practicing English teachers, and language-specialized university graduates. Therefore, the research questions of the study are as follows: 1) What are the speaking needs and problems of language-track high school students? 2) What is the teachers' perception of the appropriateness of speaking skill teaching in terms of teaching practices? (3) In what ways do graduates perceive the relationship between their high school speaking preparation and the communicative requirements of tertiary education?

MATERIAL AND METHODS

This study employs a mixed-method research design to portray not only the quantifiable tendencies but also the experiential aspects of English language requirements of L1 English TESOL students. The combination of quantitative and qualitative data provides fuller insights into the perspectives of stakeholders and the areas of instructional need.

Participants and Context

The research included three sets of participants from the Turkish public secondary and higher education systems. The sample consisted of 20 language-track high school students (age 16-18) attending the last two years of their secondary education. Group 2 comprised 17 in-service English teachers from language-specialized high schools. The third consisted of fifteen undergraduate students who had recently graduated from language-track high schools and were now pursuing university degrees in English-related areas. Purposeful sampling (Patton, 2002) was used to secure a diverse range of cases with the potential to shed light on speaking development in each stage of education.

Instruments.

Likert-scale questionnaires probed perceived speaking frequency, communicative confidence, curriculum alignment, and assessment processes. The instrument included 12 items that were scored on a 5-point scale, anchored by strongly disagree at one end and strongly agree at the other. Open-ended survey questions were used to collect qualitative data in a way that enabled participants to provide detailed accounts of their experiences, challenges, and recommendations for the teaching of speaking. The survey was administered online through google forms.

Data Analysis

Descriptive statistics including frequencies and percentages were used to analyze quantitative answers and to report overall trends by group of respondents. Qualitative analyses were conducted using reflexive thematic analysis and followed Braun and Clarke's (2019) six phases of familiarizing with the data, generating initial codes, developing themes, reviewing themes, defining and naming themes, and producing the report. Cronbach's alpha was calculated to assess the internal consistency of the Likert-scales to establish the reliability of the quantitative tool.

Ethical Considerations

The study was conducted in accordance with principles of the Declaration of Helsinki, and the institutional review board approved the study protocol. Receiving mad honey can almost always be considered a case of accidental ingestion. Participation in the study was at the participants' own discretion and informed consent was obtained from each. Personal or institutional identifiers were not collected and confidentiality was maintained through the use of non-identifiable codes. All data were kept confidential and were used only for research

RESULTS AND DISCUSSION

Quantitative results show a uniform pattern of the amount of speaking practice across language-track classrooms. Over 80% of the student participants answered that the class time was mainly spent on grammar exercises, reading comprehension, and preparation for the examinations which offered limited opportunities for spontaneous or long oral communications. Correspondingly, teachers said that the large class sizes and curriculum restricted their capacity to apply speaking-oriented activities on a regular basis. Three interrelated themes arose from the qualitative analysis. The first theme, exam-focused instructional culture, involves participants' collective beliefs that their classroom management is overwhelmingly dominated by high-stakes testing, which compromises communicative practice. Communicative English and teachers told us that speaking tasks were supplementary and not the main focus of the course. The second theme, Communicative confidence and anxiety, describes learners' reported hesitancy to communicate in English as they are scared of making any mistake or negative comment from their peers. Graduates commented that this lack of self-assurance carried over into their first years at university when they were faced with far greater demands for oral participation. The third theme, disconnect between the demands of secondary and tertiary education, captures graduates' thoughts on the misalignment of what was required of them in high school and the speaking demands placed on them in university. They stressed the importance of more task-based, interaction-oriented activities in high school to adequately equip students to engage in academic discussion, presentation, and group work in university. These results are consistent with Swain's (2005) output hypothesis, which highlights the importance of meaningful language use in language development, and with learner autonomy as socially represented and constructed through engagement with communicative practices (Benson, 2011). The findings also provide support from a curriculum design standpoint for Long's (2005) contention that the content of instruction should be the needs of the learners as identified, and not those required by an external institutional battery of tests. Pedagogical implications are: (i) inclusion of a series of structured speaking tasks, such as role play, problem solving discussions and project-based oral presentations, (ii) utilization of formative speaking assessments to encourage learners with continuous feedback on their oral performance. Such practices may aid in fostering communicative confidence and bringing outcomes in secondary education more in line with expectations at the tertiary level.

CONCLUSIONS

This research shows that the low level of English among high school students of the language track in Türkiye is strongly related to exam-oriented teaching/learning cultures, a lack of opportunity for coreoral interaction and a weak connection between secondary and tertiary educational requirements. Inclusion of multiple stakeholder viewpoints enables this study to present a holistic view of the influences on learners' communicative potential. On a theoretical level, the presents study makes contributions to the needs analysis research area by showing how institution-based testing practices may impact, in a negative way, the development of speaking skills in EFL contexts. From a practical point of view, the results highlight the need for curriculum reform, reduced class sizes, and the incorporation of task-based and communicative teaching methodologies to foster sustainable speaking development. ImplicationsEven though this study contributes to the body of knowledge, the findings are limited by the small sample size and the fact that the data were self-reported, which may affect the generalizability of the findings. Subsequent work may employ longitudinal and multi-site methodologies to explore the impact of needs-based curriculum interventions on the development of speaking proficiency and communicative confidence over time and across

varied educational contexts. It is important to note that, given the context-specific nature of this study, these findings should be regarded as analytically transferable rather than statistically generalizable to all EFL secondary education contexts.

REFERENCES

Benson, P. (2011). Teaching and researching autonomy in language learning. Routledge.

Braun, V., & Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. Qualitative Research in Sport, Exercise and Health, 11(4), 589–597.

Dudley-Evans, T., & St John, M. J. (1998). Developments in English for specific purposes. Cambridge University Press.

Hutchinson, T., & Waters, A. (1987). English for specific purposes: A learning-centered approach. Cambridge University Press.

Long, M. H. (2005). Second language needs analysis. Cambridge University Press.

Patton, M. Q. (2002). Qualitative research and evaluation methods. Sage.

Swain, M. (2005). The output hypothesis: Theory and research. In E. Hinkel (Ed.), *Handbook of research in second language teaching and learning* (pp. 471–484). Lawrence Erlbaum.

ARTAN TELEFON KULLANIMININ YABANCI DİL OLARAK İNGİLİZCE ÖĞRENEN ÇOCUKLARIN DİL GELİŞİMİNE POTANSİYEL ETKİLERİ

Öğr. Gör. Dr. Murat ATA
Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Foreign Language Teaching Division, English Language Teaching Department, 35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0000-0001-8822-5105
Zeynep Çetinkaya
Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Foreign Language Teaching Division, English Language Teaching Department, 35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0009-0004-5729-9856
Mehmet Tür
Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Foreign Language Teaching Division, English Language Teaching Department, 35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0009-0006-7184-7593
Hilal Naz Kula
Dokuz Eylül University, Buca Faculty of Education, Foreign Language Teaching Division, English Language Teaching Department, 35160 Buca, İZMİR
ORCID ID: 0009-0005-8932-5577

ÖZET
Bu çalışma, cep telefonu ve dijital medya kullanımının yabancı dil olarak İngilizce öğrenen çocukların dil gelişimi ve öğrenme tutumları üzerindeki potansiyel etkilerini Türkiye bağlamında incelemektedir. Nicel ve nitel veri toplama araçlarını bir araya getiren betimsel bir karma yöntem tasarımı kullanılmıştır. Veriler, ilkokul ve ortaokul düzeyinde öğrenim gören öğrencilerden Likert tipi tutum ölçeği ve açık uçlu sorular aracılığıyla toplanmıştır. Nicel veriler betimsel istatistikler yoluyla, nitel veriler ise Braun ve Clarke'ın (2019) yansıtıcı tematik analiz yaklaşımı doğrultusunda analiz edilmiştir. Bulgular, ekran süresinin tek başına olumlu tutumlarla doğrudan ilişkili olmadığını, bunun yerine dijital içeriklerle kurulan etkileşimin niteliğinin öğrencilerin motivasyonu ve sınıf içi katılımı üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Çalışma, öğretmenler ve politika yapıcılar için dijital araçların pedagojik amaçlarla yapılandırılmış ve rehberli biçimde kullanılmasına yönelik çıkarımlar sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Çocuklar, yabancı dil olarak İngilizce, dil edinimi, ekran süresi, teknoloji, telefon, cep telefonu

THE POSSIBLE EFFECTS OF INCREASED MOBILE PHONE USE ON YOUNG EFL LEARNERS' LANGUAGE DEVELOPMENT

ABSTRACT
This study investigates the possible implications of mobile phone and digital media use on the language development and learning attitudes of young English as a Foreign Language (EFL) learners in the Turkish context. A descriptive mixed methods design was used in the research, involving data collection tools of quantitative and qualitative natures. Attitudes were obtained from primary and lower secondary students by means of a Likert-scale attitude questionnaire complemented by open-ended questions. Quantitative data were analysed using descriptive statistics, and qualitative responses underwent reflexive thematic analysis (Braun & Clarke, 2019). Results show that screen time per se is not positively associated with attitudes in language learning: Instead, the qualitative aspects of learners' digital practices are more

powerful in influencing motivation and classroom participation. Implications for pedagogy and policy at young learners EFL are provided in the encouragement of digitally mediated ordinarily regulated EFL learning.
Keywords: Young learners, EFL, SLA, screen time, technology, phone, mobile phone

INTRODUCTION

The swift adoption of mobile devices among children has changed the language learning environment in and out of schools. In plenty of EFL environments, young children are already being introduced to the language through digital games, video sharing platforms, and social media apps. This change has led to speculation by teachers and researchers as to whether such exposure would also encourage positive language learning attitudes, meaningful use of English. In Türkiye, national data reflecting a growing trend of mobile device ownership and use among school children profiles digital media consumption as a possible determinant of shaping learners' education (TÜİK, 2024). Even though there may be some Informal Learning opportunities associated with greater access to English-language materials, worries have been expressed about negative consequences for attention, motivation, and classroom participation related to too much screentime. From a second language acquisition (SLA) perspective, exposure to English through digital media may be situated within both input and interactionist theories of SLA. Krashen's (1985) Input Hypothesis stresses the significance of comprehensible input in acquisition, while Long's (1996) Interaction Hypothesis asserts that meaningful interaction is the crucial factor stimulating noticing and language development. In addition, in digital environments, where young learners may be exposed to both authentic input and interaction facilitated by games, movies, and online chatting, mobile devices have been suggested as a bridge between formal and informal language learning.

Although there has been increasing investigation into technology-enhanced language learning, empirical research investigating young learners in the Turkish EFL context is still scarce. This article fills this gap by investigating the correlation between the usage of mobile technologies, learner attitudes and qualitative engagement in English at different grades. Thus, the study is underpinned by the research questions: (1) To what extent does the amount of using mobile technology affect young learners' attitudes towards English? (2) Are there identifiable qualitative patterns of digital engagement that correlate with high motivation and classroom participation?

RESEARCH DESIGN

Methods

This research employs descriptive-quantitative and qualitative research types to study the correlation between young EFL learners' mobile technology use and their attitudes toward learning English. The combination of quantitative and qualitative data allows a holistic analysis of observable patterns as well as the learners' individual experiences.

Participants and Context

Seventy-five participants were recruited from third-, sixth- and seventh-grade classes of public primary and lower secondary schools in Türkiye. Consent from parents and assent from the students17 was obtained before collecting the data. The participants had diverse socio-economic statuses and different degrees of access to mobile phone and digital media.

Instruments

The data was collected through a Learner Attitude questionnaire with 6 Likert-scale items (1 = Strongly Disagree, 5 = Strongly Agree) evaluating motivation, enjoyment, and the usefulness of English, with three background items regarding device ownership, screen time, and the

language of digital content. Open-ended questions were also incorporated to draw qualitative accounts of student experiences in digital language learning. The instrument was evaluated by two experts in English language teaching and educational measurement to determine content validity.

Data Analysis

Descriptive statistics, such as means, standard deviations, and percentages, were employed to analyze the quantitative data. Cronbach's alpha coefficient was used to assess the internal consistency among the Likert items. Through reflexive thematic analysis, qualitative responses were studied in accordance with Braun and Clarke's (2019) six stages lmwork.

Ethical Considerations

The study was conducted with voluntary participation and consent was obtained from both the parents and the students. All responses were anonymised and no personal information was collected. The information was kept confidential and was not used for any purpose other than for the study.

RESULTS AND DISCUSSION

The quantitative results indicated that a greater amount of time spent in front of the screen alone did not relate with more positive attitudes towards learning English. Although a majority of respondents indicated having regular access to mobile devices, students with more experience spending longer stretches of time digitally did not necessarily show greater motivation or enjoyment in language classes. Instead, the descriptive results indicated that the type and quality of the accessed digital content was a stronger predictor of learner engagement. From qualitative data analysis, three dominant themes emerged. The exposure versus engagement dichotomy relates to the way students differentiate between passive watching of English-language videos and playing games and other more active digital activities, which includes ways of communicating with peers or getting engaged in shared online work. Students who took part in interactive activities also expressed more confidence and readiness to use English within the four walls of a classroom. The second theme of motivational orientation encapsulates the impact of entertainment based virtual environment on the learners' attitude to English. For some students, English was fun and creative through games and multimedia materials, but for others, it was just a school subject that had little to do with their digital lives. The third theme, classroom interaction and transfer, shows how some types of digital involvement likewise facilitate the transfer of different informal learning experiences into formal classroom interaction. Those students who engaged with English in collaborative or problem-solving digital environments were more likely to take part in class discussions and oral activities.

These results echo Harwood and Omar's (2021) contention that it is qualitative interaction with/duration of engagement in online content and not simply being online that is essential in supporting young learners' language development. From a narratological point of view, this pattern also illustrates how reflexive thematic analysis can be used to identify meaning-making devices that situate learning at the individual level while being linked to larger sociocultural and institutional arrangements (Braun &Clarke, 2019). Pedagogical implications relevant to conventional L2 teaching include the use of integrated, scaffolded digital tasks (e.g., collaborative online projects, reflective viewing tasks) that guide learners in harnessing passive digital exposure as a springboard for active language engagement. Teachers might also want to integrate some class discussion that makes explicit connections between the informal digital experiences students have gathered through out-of-class reading and the more formal language learning outcomes.

CONCLUSION

This research suggests that the direction of influence of mobile technology on the attitudes of young EFL learners toward English is determined more by the quality of digital engagement than the length of engagement (time on screens). The distinction between exposure and meaningful engagement the study accentuates, is instructive in terms of how informal digital practices could be harnessed for pedagogical ends in formal classroom contexts. On a conceptual level, this study extends the findings of recent studies that are exploring informal digital exposure in young learner SLA, by highlighting the significance of interactional and collaborative aspects of technology use for fostering positive language attitudes. Because of the context-specific nature of the investigation, it is the analytical transferability, rather than generalizability, of the findings to other EFL learning contexts that is expected. Future investigations could utilize longitudinal and experimental methods to explore how structured digital interventions impact language acquisition and learner motivation among diverse age groups and educational settings.

REFERENCES

Ahmad, H. R., Iqbal, M. W., Farhat, T., Latif, M., Shahzad, S. K., Adeel, M., & Naqvi, M. R. (2021). Impact of excessive usage of smartphones in kids. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 10(3), 2350–2359. https://doi.org/10.30534/ijatcse/2021/1201032021

Braun, V., & Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. Qualitative Research in Sport, Exercise and Health, 11(4), 589–597.

Dauzón Ledesma, L., & Izquierdo Sandoval, M. J. (2020). Digital natives and technology for L2 learning outside of the classroom. Apertura, 12(1). https://doi.org/10.32870/ap.v12n1.1801

Harwood, M., & Omar, A. R. (2021). Digital technology and second language acquisition in pre-school age. Vallis Aurea, 7(2). https://doi.org/10.25078/va.7.2.8

Krashen, S. D. (1985). The input hypothesis: Issues and implications. Longman.

Long, M. H. (1996). The role of the linguistic environment in second language acquisition. In W. C. Ritchie & T. K. Bhatia (Eds.), Handbook of second language acquisition. Academic Press.

Nuary, M. G., Rabbani, A. Z., Elvina, N., Amelia, S., Nurjaman, I., & Ramiyah, Q. (2024). "Because of English-language television channels": The accidental impact of screen time on children's language acquisition. Al-Athfaal: Jurnal Ilmiah Pendidikan AnakUsia Dini, 7(2), 227–237. https://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-athfaal/article/view/24634

Palazzi, C. E., & Maggiorini, D. (2011). From playgrounds to smartphones: Mobile evolution of a kids game. In Proceedings of the 8th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2011) (pp. 182–186). IEEE. https://doi.org/10.1109/CCNC.2011.5766449

Park, C., & Park, Y. R. (2014). The conceptual model on smart phone addiction among early childhood. International Journal of Social Science and Humanity, 4(2), 147–150. https://doi.org/10.7763/IJSSH.2014.V4.336

Patil, A. (2023). Psychology in the age of technology dependence and the mobile dilemma. Preprints. https://doi.org/10.20944/preprints202307.0101.v1

Phillips, S. (1993). Young learners. Oxford University Press.

Sigurjónsdóttir, S., & Nowenstein, I. (2021). Language acquisition in the digital age: L2 English input effects on children's L1 Icelandic. Second Language Research, 37(4), 697–723. https://doi.org/10.1177/0267658321100550

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2024). Survey on Information and Communication Technology Usage by Children, 2024 [Data set]. TÜİK Data Portal. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Cocuklarda-Bilisim-Teknolojileri-Kullanim-Arastirmasi-2024-53638

Yılmaz, D., & Güney, R. (2021). Medyanın çocuklar üzerindeki etkileri ve kullanımına ilişkin öneriler. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik

6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE TAŞ VE TUĞLA YIĞMA MİNARELERİN SİSMİK KIRILMA MEKANİZMALARINA YER HIZI (PGV) VE DARBE SÜRESİNİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Muhammed Emin GÖKCELER
Bartin University, Graduate School, Department of Civil Engineering, 74100 Merkez, Bartın
ORCID: 0009-0009-0579-8609
Emin HÖKELEKLİ
Bartin University, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Department of Civil Engineering,
ORCID: 0000-0003-0548-5214

1.Özet
Bu çalışma, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sırasında çok sayıda yığma minarenin göçmesi veya ağır hasar görmesinden hareketle, yakın-fay güçlü hız darbesi (velocity pulse) karakterli yer hareketlerinin minarelerin sismik göçme davranışı üzerindeki etkilerini incelemektedir. Bu amaçla 24,5 m yüksekliğinde taş ve tuğla yığma bir minare için üç boyutlu doğrusal olmayan sonlu eleman modeli geliştirilmiştir. Yığma malzemenin doğrusal olmayan davranışı Concrete Damage Plasticity (CDP) modeli kullanılarak temsil edilmiştir. Sayısal analizlerde, 2023 Kahramanmaraş Depremi (Mw 7.7) sırasında kaydedilmiş üç adet yakın-fay hız darbesi karakterli yer hareketi kullanılmıştır. Yer değiştirme, ötelenme oranı, çekme birim şekil değiştirmeleri ve hasar dağılımları detaylı olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, hız darbesi genliği ve darbe süresinin minarelerde oluşan hasar düzeyini belirgin biçimde artırdığını göstermektedir. Özellikle yüksek tepe yer hızına sahip kayıtlar altında minarelerde ciddi kalıcı yer değiştirmeler ve yaygın çekme hasarları oluşmuştur. Elde edilen bulgular, yakın-fay bölgelerinde yer alan tarihî yığma minarelerin sismik güvenliğinin değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi açısından önemli katkılar sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Minare, yığma yapı, yakın-fay, hız darbesi, sismik hasar

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF GROUND VELOCITY (PGV) AND DURATION ON THE SEISMIC FAILURE MECHANISMS OF MASONRY MINARETS IN THE FEBRUARY 6, 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES

1. ABSTRACT
This study investigates the effects of near-fault pulse-like ground motions on the seismic collapse behavior of minarets, following the collapse or severe damage of numerous masonry minarets during the February 6, 2023, Kahramanmaraş earthquakes. For this purpose, a three-dimensional nonlinear finite element model of a 24.5 m high stone and brick masonry minaret was developed. The nonlinear behavior of the masonry material was represented using the Concrete Damage Plasticity (CDP) model. In the numerical analyses, three near-fault ground motions with velocity pulse characteristics recorded during the 2023 Kahramanmaraş Earthquake (Mw 7.7) were utilized.
Displacements, drift ratios, tensile strains, and damage distributions were evaluated in detail. The analysis results indicate that the pulse amplitude and pulse duration significantly increase the severity of damage in minarets. Particularly under records with high Peak Ground Velocity (PGV), serious residual displacements and widespread tensile damage occurred in the

structures. The findings provide significant contributions to the seismic safety assessment and retrofitting of historical masonry minarets located in near-fault zones.
Keywords: Minaret, masonry structure, near-fault, velocity pulse, seismic damage.

2.GİRİŞ

Minareler, ince ve narin geometrileri nedeniyle deprem etkilerine karşı en kırılgan yapı türleri arasında yer almaktadır. Özellikle yığma malzemeden inşa edilmiş minareler, düşük çekme dayanımı ve sınırlı süneklik özellikleri sebebiyle deprem sırasında ani ve gevrek göçme davranışı sergileyebilmektedir. Yakın-fay bölgelerinde meydana gelen büyük depremler sırasında gözlenen hız darbesi karakterli yer hareketleri, bu tür yapıların sismik taleplerini önemli ölçüde artırmaktadır.

Minarelerin sismik performansı geniş ölçüde araştırılmış olup, minarelere ilişkin sayısal ve deneysel analizleri ele alan çok sayıda çalışma literatürde mevcuttur. Son yıllarda yayımlanan minare konulu çalışmalar genel olarak üç ana başlık altında toplanabilir:

i) Deneysel çalışmalar [Bayraktar vd. (2011); Korumaz vd. (2017); Bayraktar vd. (2022)],

ii) Sayısal çalışmalar [Menon vd. (2004); Bayraktar vd. (2018); Doğangün vd. (2008); Oliveira vd. (2012); Hejazi vd. (2016); Erdoğan vd. (2017); Hökelekli ve Al-Helwani (2019); Bayraktar ve Hökelekli (2020)],

iii) Güçlendirme çalışmaları [Penelis vd. (1993); El-Attar vd. (2005); Krstevska vd. (2008); Türk (2013); Pekgökgöz vd. (2013); Türkeli vd. (2015); Bayraktar ve Hökelekli (2021)].

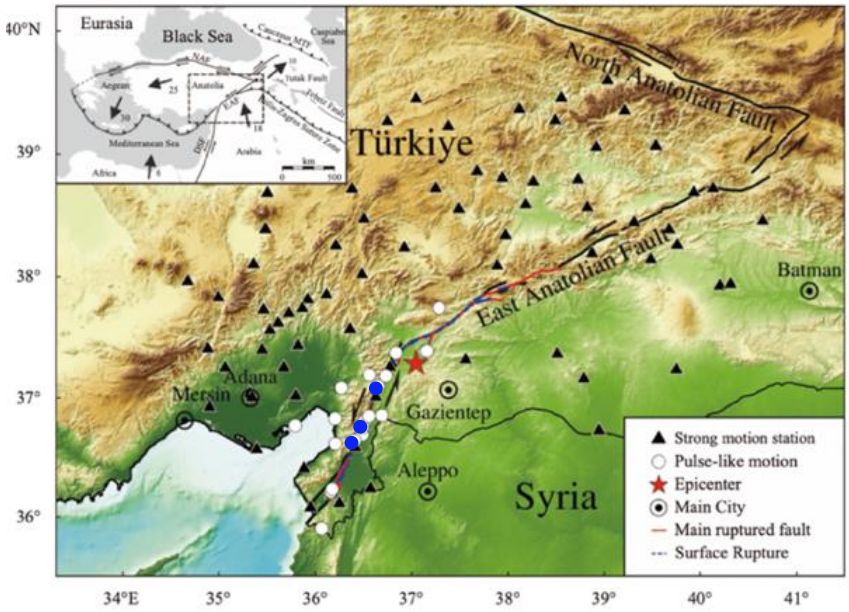
Önceki çalışmalar, minarelerin uzak-fay yer hareketleri altındaki davranışlarının anlaşılmasına önemli katkılar sağlamıştır. Ancak, güçlü hız darbesi (velocity pulse) karakterli yer hareketlerine maruz kalan minarelerin sismik göçme ve hasar değerlendirmesinin incelenmesine literatürde yeterli düzeyde yer verilmemiştir.

Bu çalışma, farklı hız özelliklerine sahip yakın fay güçlü hız darbesi karakterli yer hareketlerinin minarelerin sismik hasar davranışı üzerindeki etkilerini incelemektedir. Yaygın olarak kullanılan taş ve tuğla minareler örnek yapı türü olarak seçilmiştir. Minare modelinin doğrusal olmayan analizleri için, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremi (Mw 7.7) sırasında kaydedilmiş üç adet fay-yakını güçlü hız darbesi karakterli yer hareketi kullanılmıştır. Fay-yakını darbe karakterli yer hareketlerine maruz kalan yığma minarelerde oluşan yer değiştirmeler, birim şekil değiştirmeler, gerilmeler ve hasar dağılımları elde edilmiş ve farklı yer hareketi hızları için ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA

3.1 Yakın-Fay Hız Darbesi Karakterli Yer Hareketleri

Yakın-fay yer hareketleri, fay kırılmasının ilerleme yönüne bağlı olarak ileri yönlülük (forward directivity) ve fling-step etkileri nedeniyle belirgin hız darbeleri içerebilmektedir. Bu tür yer hareketleri, kısa süre içerisinde yüksek genlikli hız ve yer değiştirme taleplerine neden olmaktadır. 2023 Kahramanmaraş depremleri sırasında kaydedilen çok sayıda güçlü yer hareketi, belirgin hız darbesi karakteristikleri sergilemiştir. Bu çalışma kapsamında, fay hattına yaklaşık 1 km mesafede konumlanan üç istasyona ait hız darbesi karakterli yer hareketi seçilmiştir (Şekil 1). Şeçilen yer hareketlerinin özellikleri Tablo 1'de sunulmuştur.



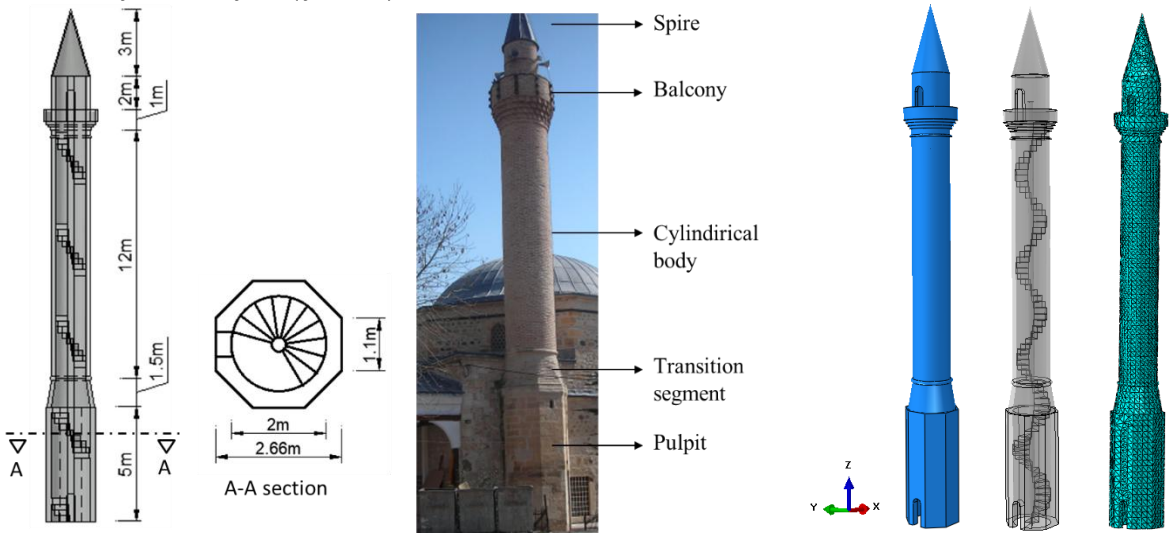
Şekil 1. Doğu Anadolu Fayı ve güçlü yer hareketi istasyonlarının konumları (Wu et al. 2023)

Tablo 1. Seçilen yer hareketlerine ait temel sismik parametreler (AFAD, 2023)

Station Code	Latitude	Longitude	City	District	R_{epi} (km)	Soil Type	V_{S30} (m/s)	Component	PGA (cm/s^2)	PGV (cm/s)	PGD (cm)
TK3123	36.214	36.160	Hatay	Antakya	143.00	ZB	470	N-S	651.89	186.77	63.49
TK3139	36.584	36.414	Hatay	Kırıkhan	96.19	ZC	272	N-S	572.94	155.43	120.43
TK3132	36.207	36.172	Hatay	Antakya	143.12	ZB	377	N-S	500.94	67.43	31.81

3.2 İncelenen Minare Ve Sayısal Model

Çalışmada ele alınan minare 24,5 m yüksekliğinde olup taş ve tuğla yığma malzemeden inşa edilmiştir. Kürsü bölümü taş yığma, silindirik gövde ise tuğla yığma olarak modellenmiştir. Minare geometrisi ve sonlu eleman idealizasyonu dikkate alınarak üç boyutlu bir sonlu eleman modeli oluşturulmuştur (Şekil 2)



Şekil 2. Minarenin kesit özellikleri ve sonlu elemanlar modeli (Nohutçu, 2019)

Yığma malzemenin doğrusal olmayan davranışı, Concrete Damage Plasticity (CDP) modeli ile temsil edilmiştir. Model, çekme çatlaması ve basınç ezilmesi mekanizmalarını başarıyla tanımlamaktadır. Malzeme özellikleri, yapısal davranışın şekillenmesinde kritik bir rol oynamakta olup, yığma yapılar için bu özelliklerin tanımlanması özellikle güçtür. Bu çalışmada kullanılan malzeme parametreleri, literatürde yer alan veriler esas alınarak belirlenmiştir (Bayraktar ve Hökelekli, 2020). Minare modelinde, yığma taş birimlerin elastisite modülü 2400 MPa, yoğunluğu 2300 kg/m³ ve Poisson oranı 0,15 olarak alınmıştır. Seçilen çekme hasar parametreleri ise Tablo 2'de sunulmaktadır

Tablo 2. Analizde kullanılan yığma duvar malzeme parametreleri (Bayraktar ve Hökelekli, 2020)

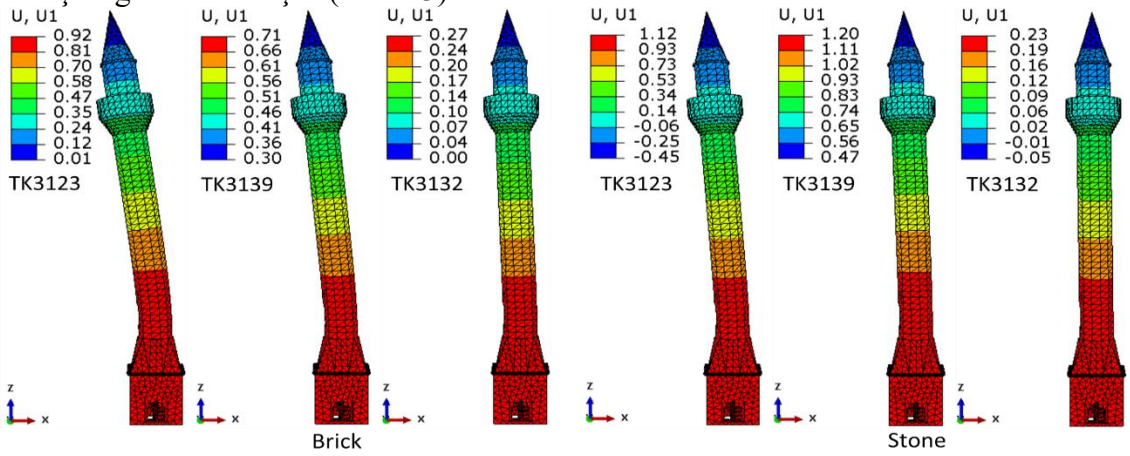
Stone				Brick			
Uniaxial tensile stress–strain values		Tensile damage parameters		Uniaxial tensile stress–strain values		Tensile damage parameters	
σ_{to} (MPa)	ε_t^{pl}	dt	ε_t^{pl}	σ_{to} (MPa)	ε_t^{pl}	dt	ε_t^{pl}
0.08	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
-	-	0.95	0.005	-	-	0.95	0.007

3.3 Analiz Yöntemi

Doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizlerinde, seçilen yer hareketleri aynı tepe yer ivmesi değerine ölçeklendirilmiştir. Analizlerde yalnızca hız darbesi etkisinin baskın olduğu ilk 20 saniyelik zaman aralığı dikkate alınmıştır. Rayleigh sönüm katsayıları %5 sönüm oranı sağlayacak şekilde tanımlanmıştır.

3.4 Yer Değiştirme Ve Drift Davranışı

Analiz sonuçları, hız darbesi karakterli yer hareketlerinin minarelerde çok büyük yatay yer değiştirmelere ve yüksek ötelenme oranlarına neden olduğunu göstermiştir (Şekil 3). Tepe noktasında hesaplanan ötelenme oranlarının, literatürde önerilen sınır değerlerin oldukça üzerine çıktığı belirlenmiştir (Tablo 3).



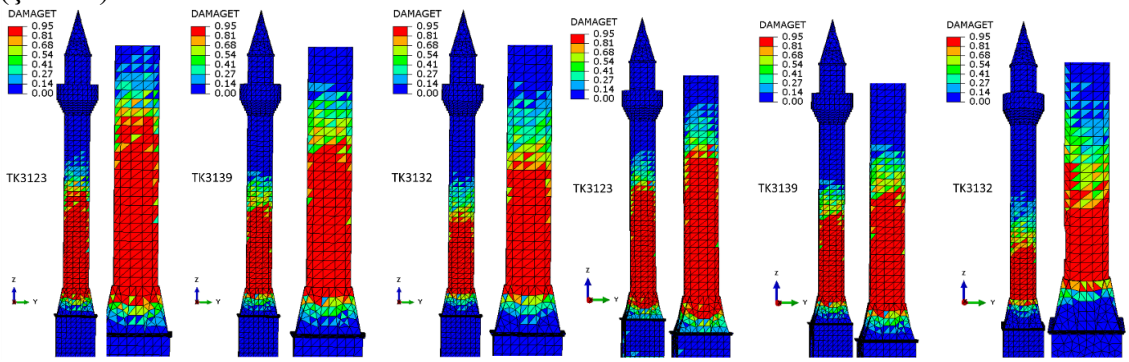
Şekil 3. Minarede meydana maksimum yatay yer değiştirmeler

Tablo 3. Drift ratios caused by records from stations TK3123, TK3139 and TK3132

İstasyon kodu	Yer hızı (cm/s)	Tuğla minare	Taş minare	Tuğla minare	Taş minare
		Displacement (cm)	Displacement (cm)	Kat öteleme Oranı (%)	
TK3123	167.84	91	159	3.71	6.49
TK3139	159.41	41	73	1.67	2.98
TK3132	77.18	27	28	1.10	1.14

3.5 Hasar Dağılımı Ve Çekme Birim Şekil Değiştirmeleri

Hasar analizleri, çekme birim şekil değiştirmeleri esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Hasarların ağırlıklı olarak minarenin geçiş bölgesi ve silindirik gövdesinde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Minarede meydana gelen çekme hasarlarının dağılımı

Yüksek tepe yer hızına sahip kayıtlar altında hasarın daha hızlı ve yaygın şekilde geliştiği belirlenmiştir.

Sayısal sonuçlar, 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında sahada gözlenen minare hasarlarıyla büyük ölçüde uyumludur. Özellikle geçiş bölgesinde yoğunlaşan hasar dağılımı gerçek göçme mekanizmalarını başarıyla yansıtmaktadır.

4.SONUÇLAR

Sayısal sonuçlar, 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında sahada gözlenen minare hasarlarıyla büyük ölçüde uyumludur. Özellikle geçiş bölgesinde yoğunlaşan hasar dağılımı gerçek göçme mekanizmalarını başarıyla yansıtmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir:

- Hız darbesi karakterli yer hareketleri, minarelerde ani ve büyük yer değiştirme taleplerine neden olmaktadır.
- Tepe yer hızı ve darbe süresi, hasar düzeyini belirleyen temel parametrelerdir.
- Yakın-fay etkisi altında minarelerin göçme riski önemli ölçüde artmaktadır.

5.KAYNAKLAR

AFAD (2023). 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Saha Ön Değerlendirme Raporu. Ankara.
Bayraktar, A. and Hökelekli, E. (2020), "Influences of earthquake input models on nonlinear seismic responses of minaret-foundation-soil interaction systems", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 139, 106368, https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106368.
Bayraktar, A. and Hökelekli, E. (2021), "A cost-effective FRCM technique for seismic strengthening of minarets", Engineering Structures, 229, 111672.
Bayraktar, A., Altunisik, A.C., Sevim, B. and Turker, T. (2011), "Seismic response of a historical masonry minaret using a finite element model updated with operational modal testing", Journal of Vibration and Control, 17, 129–149.
Bayraktar, A., Hokelekli, E., Halifeoglu, F.M., Mosallam, A. and Karadeniz, H. (2018), "Vertical strong ground motion effects on seismic damage propagations of historical masonry rectangular minarets", Engineering Failure Analysis, 91, 115–128.
El-Attar, A.G., Saleh, A.M. and Zaghw, A.H. (2005), "Conservation of a slender historical Mamluk-style minaret by passive control techniques", Structural Control and Health Monitoring, 12 (2), 157-177.
Hejazi, M., Moayedian, S.M. and Daei, M. (2016), "Structural analysis of Persian historical brick masonry minarets", Journal of Performance of Constructed Facilities, 30 (2), Article number 04015009.
Hökelekli, E. and Al-Helwani, A. (2019), "Effect of soil properties on the seismic damage assessment of historical masonry minaret–soil interaction systems", The Structural Design of Tall and Special Buildings, 29(2), DOI: 10.1002/tal.1694.
Korumaz, M., Betti, M., Conti, A., Tucci, G., Bartoli, G., Bonora, V., Korumaz, A.G. and Fiorini, L. (2017), "An integrated Terrestrial Laser Scanner (TLS), Deviation Analysis (DA) and Finite Element (FE) approach for health assessment of historical structures. A minaret case study", Engineering Structures, 153, 224-238.
Krstevska, L., Tashkov, L., Gramatikov, K., Landolfo, R., Mammana, O., Portioli, F. and Mazzolani, F.M. (2008), "Shaking table tests on the large scale model of Mustafa Pasha Mosque without and with FRP", Structural Analysis of Historic Construction, D'Ayala & Fodde (eds), Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-415-46872-5, 383-391.
Menon, A., Lai, C.G. and Macchi, G. (2004), "Seismic hazard assessment of the historical site of Jam in Afghanistan and stability analysis of the minaret", Journal of Earthquake Engineering, 8, 251-294.
Nohutcu, H. (2019). *Seismic failure pattern prediction in a historical masonry minaret under different earthquakes*. *Advances in Civil Engineering*, 2019, Article 8752465. https://doi.org/10.1155/2019/8752465
Oliveira, C.S., Çakti, E., Stengel, D. and Branco, M. (2012), "Minaret behavior under earthquake loading: The case of historical Istanbul", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 41 (1), 19-39.
Pekgökgöz, R.K., Arif Gürel, M., Mammadov, Z. and Çili, F. (2013), "Dynamic analysis of vertically post-tensioned masonry minarets", Journal of Earthquake Engineering, 17 (4), 560-589.
Penelis, G., Papayianni, I. and Stylianidis, K. (1993), "Strengthening of a 400-year-old Ottoman Minaret", Structural Preservation of the Architectural Heritage, IABSE Reports, 70, 629-636, http://doi.org/10.5169/seals-53355.
Türkeli, E., Livaoğlu, R. and Doğangün, A. (2015), "Dynamic response of traditional and buttressed reinforced concrete minarets", Engineering Failure Analysis, 49, 31-48.
Wu, F., et al. (2023). Pulse-like ground motion observed during the 6 February 2023 Mw7.8 Pazarcık earthquake. Earthquake Science, 36, 328–339.

YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ AVİYONİK SİSTEMLER: GELECEĞİN KOKPİTİNDEN GÜNCEL UYGULAMALARA

Seyfettin Mert ÖKSÜZOĞLU
Iskenderun Technical University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Department of Avionics, 31200 Iskenderun, Hatay
ORCID: 0009-0000-5374-8811
Mustafa ÇAKIR
Iskenderun Technical University, Iskenderun Vocational School of Higher Education, Unmanned Aerial Vehicle Technology and Operator Program, 31200 Iskenderun, Hatay
ORCID: 0000-0002-1794-9242

ÖZET
Günümüz havacılık endüstrisinde dijitalleşme süreci, geleneksel sistemlerin sınırlarını zorlayarak operasyonel paradigmayı kökten bir değişime zorlamaktadır. Bu değişimin merkezinde yer alan yapay zekâ (YZ) destekli aviyonik sistemler, artık uçağın yardımcı bileşenleri olmaktan çıkıp, uçuşun güvenliğini ve verimliliğini belirleyen ana omurga haline gelmiştir. Bu çalışma, havacılık elektroniğinin geçirdiği bu kritik evrimi ve YZ entegrasyonunun kokpit mimarilerini nasıl yeniden şekillendirdiğini derinlemesine analiz etmektedir. Havacılık sistemlerine entegre edilen makine öğrenmesi (MÖ) algoritmaları ve derin öğrenme modelleri; uçuş emniyetini artırma, pilotun bilişsel yükünü optimize etme ve operasyonel hataları minimize etme noktasında eşsiz bir potansiyel sunmaktadır. Araştırma kapsamında, modern aviyonik altyapıların "statik veri sağlayıcılardan" nasıl "dinamik ve akıllı karar destek mekanizmalarına" dönüştüğü ele alınmaktadır. Özellikle öngörücü bakım uygulamaları, sensörlerden akan devasa boyuttaki verileri insan kapasitesinin çok ötesinde bir hızla işleyerek, potansiyel sistem arızalarını henüz gerçekleşmeden tespit edebilmektedir. Bu durum, sadece bakım maliyetlerini düşürmekle kalmayıp, aynı zamanda uçuş emniyetini proaktif bir seviyeye taşımaktadır. Çalışmanın bir diğer odak noktası ise ses tanıma, doğal dil işleme ve artırılmış gerçeklik (AG) gibi teknolojilerin pilotun durumsal farkındalığı üzerindeki etkileridir. Bu teknolojiler, insan-makine etkileşimini çok daha sezgisel bir düzleme taşıyarak pilotun kritik anlarda doğru bilgiye ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Sonuç olarak yapılan incelemeler, YZ tabanlı sistemlerin havacılıkta tam otonom yapıya giden yolda en hayati basamak olduğunu göstermektedir. Bu teknolojilerin olgunlaşması, hava taşımacılığını sadece daha güvenli değil, aynı zamanda çevresel ve ekonomik açıdan çok daha sürdürülebilir bir yapıya kavuşturacaktır. Bu dönüşüm, havacılığın gelecekteki rekabetçi yapısını belirleyecek en temel teknolojik sıçrama olarak değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Aviyonik, Yapay Zekâ, Kokpit, Havacılık Elektroniği, Karar Destek Sistemleri

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-POWERED AVIONICS SYSTEMS: FROM THE COCKPIT OF THE FUTURE TO CURRENT APPLICATIONS

ABSTRACT
The digital transformation within the contemporary aviation industry is pushing the boundaries of traditional systems, compelling a radical shift in the operational paradigm. At the heart of this transition lie Artificial Intelligence (AI) powered avionic systems, which have evolved from mere auxiliary components into the core backbone defining flight safety and efficiency. This study provides a profound analysis of the critical evolution in aerospace electronics and examines how AI integration is reshaping cockpit architectures. Machine learning (ML)

algorithms and deep learning models embedded into aviation systems offer an unparalleled potential to enhance flight security, optimize the cognitive workload of pilots, and minimize operational errors. Within the scope of this research, the transformation of modern avionic infrastructures from “static data providers” into “dynamic and intelligent decision-support mechanisms” is explored. Specifically, predictive maintenance applications can process massive volumes of sensor data at speeds far exceeding human capacity, enabling the detection of potential system failures before they occur. This situation not only reduces maintenance costs but also elevates flight safety to a proactive level. Another focal point of the study is the impact of technologies such as voice recognition, natural language processing, and augmented reality (AR) on the situational awareness of pilots. These technologies elevate human-machine interaction to a much more intuitive plane, facilitating access to accurate information during critical moments. In conclusion, the findings indicate that AI-based systems are the most vital stepping stone toward a fully autonomous structure in aviation. As these technologies mature, air transportation will become not only safer but also significantly more sustainable from both environmental and economic perspectives. This transformation is regarded as the fundamental technological leap that will define the future competitive landscape of aviation.
Keywords: Avionics, Artificial Intelligence, Cockpit, Aerospace Electronics, Decision-Support Systems

1. INTRODUCTION

Since its inception, the aviation industry has pursued mechanical excellence; however, this focus has shifted toward data-driven systems brought about by digital transformation. Traditional avionic systems served for decades as “static data providers” that merely processed pilot inputs and displayed flight data. Yet, the complexity of modern air traffic and the pressure for operational efficiency have necessitated the evolution of these systems into “dynamic and intelligent decision-support mechanisms.” Within this process, the role of AI supported avionics extends far beyond simple automation (Sai et. al, 2023). AI has transitioned from being a peripheral component to becoming the core backbone that defines flight safety and operational efficiency. By leveraging ML and deep learning models, these systems aim to minimize operational errors by optimizing the pilot’s cognitive workload (Endsley & Jones, 2025). Furthermore, predictive maintenance algorithms enable a proactive approach by processing massive sensor data to detect failures before they occur, shifting flight safety from a reactive to a proactive paradigm. This study analyzes this evolution of aerospace electronics, the impact of technologies like voice recognition and AR on situational awareness, and their strategic importance on the path to fully autonomous structures.

As illustrated in Figure 1, the transformation of avionic systems in general aviation from static data providers to intelligent decision-support mechanisms is realized through a layered architectural approach. The process initiates with the Sensor Data stage, where raw inputs are gathered from sources such as flight instruments, navigation sensors, aircraft health monitoring systems. These inputs are then funneled into the AI/ML Processing Layer, which serves as the primary integration point where machine learning algorithms perform complex data analysis and pattern recognition. Subsequently, in the Decision Support System phase, the processed information is converted into pilot assistance mechanisms and system-level automated support functions that enhance situational awareness and operational decision-making. Finally, in the Application & Action stage, these intelligent outputs are translated into tangible operations such as flight control, mission execution, and predictive maintenance activities. This cyclical flow

represents the most vital stepping-stone toward achieving increasingly autonomous and intelligence-assisted aviation architectures (Russell & Norvig, 1995; Kabashkin et al., 2023).

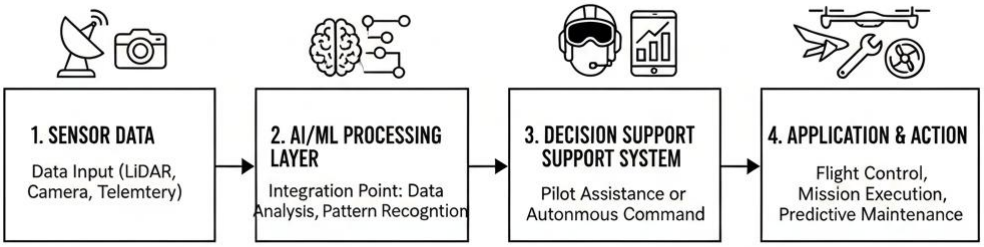


Figure 1 Conceptual architecture of AI-integrated avionics systems in general aviation

As illustrated in Figure 1, the proposed methodology defines a conceptual architecture for AI-integrated avionic systems in general aviation, emphasizing a layered and human-centered design approach. Unlike traditional avionics, which primarily function as passive data display systems, the proposed architecture introduces an intelligence-driven processing framework that transforms raw sensor inputs into context-aware decision support.

The architecture begins with the Data Acquisition Layer, where heterogeneous inputs are collected from flight instruments, navigation sensors, environmental monitoring units, and aircraft health management systems. These data streams are continuously fed into the AI Processing Layer, which employs machine learning and deep learning techniques for data fusion, anomaly detection, and pattern recognition.

The processed information is subsequently evaluated within the Decision-Support Layer, where potential risks, system degradations, or operational recommendations are generated. Rather than issuing autonomous commands, this layer prioritizes pilot advisories and decision aids, maintaining human authority as the central control element in general aviation operations.

Finally, the Human-Machine Interface Layer presents AI-generated insights through adaptive visual displays, auditory cues, or voice-based interaction mechanisms. This design ensures that critical information is delivered in an intuitive and cognitively efficient manner, enhancing situational awareness without increasing pilot workload.

Importantly, the architecture depicted in Figure 1 is iterative rather than linear, incorporating continuous feedback loops between system monitoring, AI analysis, and pilot response. This feedback-driven structure reflects the methodological emphasis on proactive safety and cooperative human–machine interaction, which are fundamental requirements for AI adoption in certified general aviation environments.

AI-driven data analytics, including time-series modeling and pattern recognition techniques, play a key role in enabling proactive safety mechanisms such as predictive maintenance (Hua & Chen, 2025).

2. METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR AI-INTEGRATED AVIONICS IN GENERAL AVIATION

This study proposes a system-level methodological framework for integrating AI into avionic architectures within general aviation. Rather than focusing on a specific aircraft model, algorithm, or experimental dataset, the proposed methodology adopts a conceptual and architectural perspective aimed at identifying how AI can be systematically embedded into modern cockpit environments to enhance safety, situational awareness, and operational efficiency.

The methodological approach is grounded in three fundamental principles:

(i) human-centered system design,
(ii) proactive safety through data-driven intelligence, and
(iii) scalable autonomy compatible with certification constraints in general aviation.
These principles are derived from an extensive review of contemporary literature on avionics, human-machine interaction, and AI-based decision-support systems.
In modern cockpit architectures, human-machine interaction is being transitioned toward a more intuitive plane through Natural Language Processing (NLP) and speech recognition technologies. NLP algorithms facilitate the control of flight systems by analyzing verbal commands from the pilot, which simplifies access to accurate information during critical moments (Lam & Chan, 2024). These speech recognition technologies are essential in maintaining the pilot's focus amidst complex data displays, thereby enhancing overall situational awareness.
Moreover, avionic infrastructures are increasingly functioning as dynamic decision-support mechanisms by integrating AR and synthetic vision systems. AI, when combined with AR, provides pilots with clear situational awareness even under low-visibility conditions. The maturation of these algorithms represents the most vital stepping stone toward achieving a fully autonomous structure in air transportation (Ziakkas & Pechlivanis, 2023). As these technological frameworks evolve, they not only bolster operational safety but also provide the foundation for the future of self-governing aerospace systems.
The transition from traditional avionics to AI-integrated systems represents a paradigm shift in aviation electronics. While conventional cockpits rely on human interpretation of raw data, intelligent cockpits utilize AI to transform this data into actionable insights, thereby acting as a dynamic decision-support mechanism. The fundamental differences between these two architectural approaches are summarized in Table 1.
Building upon the conceptual architecture illustrated in Figure 1, the operational implications of AI-integrated avionics in general aviation can be systematically evaluated. The layered methodology proposed in this study not only alters the internal processing structure of avionic systems but also transforms how data, safety, maintenance, and human–machine interaction are addressed at the cockpit level.
In order to clearly demonstrate these system-level impacts, Table 1 presents a comparative analysis between traditional cockpit architectures and AI-supported intelligent cockpits. The comparison reflects how each architectural layer defined in Figure 1 ranging from data acquisition to decision support and human-machine interaction contributes to a shift from reactive, pilot-dependent operations toward proactive, intelligence-assisted aviation systems.
Table 1 System-level implications of the proposed AI-integrated avionics architecture compared to traditional cockpit systems in general aviation.

Feature	**Traditional Cockpit Architecture**	**AI-Supported Intelligent Cockpit (Proposed Architecture)**
Role of Data	Static data provider	Dynamic and intelligent decision-support mechanism
Maintenance Approach	Corrective or periodic maintenance	Predictive Maintenance (PdM)

Feature	Traditional Cockpit Architecture	AI-Supported Intelligent Cockpit (Proposed Architecture)
Pilot Workload	High cognitive load (Data interpretation)	Optimized workload (AI filtering/assistance)
Safety Structure	Reactive (Post-failure response)	Proactive (Pre-emptive fault detection)
Interaction	Manual control and physical indicators	Voice recognition, NLP, and AR
System Structure	Auxiliary component-oriented	Core backbone for fully autonomous systems

The comparison in Table 1 demonstrates that the proposed architecture redefines the role of avionics from passive information display units to proactive decision-support systems, forming the methodological basis for advanced applications such as predictive maintenance and adaptive cockpit interaction.

The evolution illustrated in Table 1 highlights a shift from a reactive safety culture to a proactive one. In traditional frameworks, maintenance and safety protocols often respond to events after they occur or follow rigid periodic schedules. In contrast, AI-driven architectures leverage predictive analytics to identify potential failures before they manifest, significantly enhancing mission reliability (Susto et al., 2014). Moreover, the integration of NLP and AR reduces the pilot's cognitive burden by filtering complex information and presenting it through intuitive interfaces, which is crucial for maintaining situational awareness in high-stress environments (Endsley & Jones, 2025). This structural metamorphosis is the primary driver behind the industry's movement toward fully autonomous flight operations.

The proposed framework is intended to support avionics system designers, certification-oriented researchers, and operators in evaluating and incrementally integrating AI-based capabilities within general aviation platforms.

3. PREDICTIVE MAINTENANCE AS A METHODOLOGICAL VALIDATION SCENARIO

Within the proposed AI-integrated avionics architecture illustrated in Figure 1, predictive maintenance represents a concrete and measurable application of proactive safety and data-driven decision support in general aviation. Unlike abstract cockpit interaction concepts, predictive maintenance directly links AI processing capabilities to operational outcomes, making it a suitable validation scenario for the proposed methodological framework.

In traditional general aviation maintenance practices, aircraft components are inspected or replaced based on fixed flight-hour intervals or post-failure diagnostics. While this approach satisfies minimum safety requirements, it often leads to unnecessary maintenance actions or delayed detection of latent failures. The proposed architecture addresses this limitation by embedding predictive intelligence within the avionic system, enabling continuous health monitoring and condition-based maintenance planning.

From a methodological perspective, predictive maintenance primarily operates across the Data Acquisition, AI Processing, and Decision-Support layers defined in Figure 1. Continuous data streams obtained from engine health monitoring systems, avionics buses, vibration sensors, and environmental measurement units are collected within the data acquisition layer. These heterogeneous inputs are subsequently processed by AI models capable of detecting deviations from nominal operational behavior.

ML and DL techniques are employed to identify patterns indicative of early-stage component degradation. Rather than relying on single-threshold exceedances, the methodology emphasizes trend-based and multivariate anomaly detection, allowing subtle changes in system behavior to be recognized before they evolve into critical failures. In this context, hybrid analytical approaches combining data-driven feature extraction with statistical estimation models are particularly effective for general aviation platforms, where data availability may be limited compared to large commercial fleets.

The outputs of the AI processing layer are interpreted within the decision-support layer, where maintenance-related insights are translated into actionable recommendations. These recommendations may include estimated remaining useful life (RUL) of components, prioritized inspection alerts, or risk-based maintenance advisories. Importantly, the methodology does not prescribe autonomous maintenance decisions; instead, it supports human operators by providing transparent and interpretable information that aligns with existing regulatory and certification constraints.

From an operational standpoint, the integration of predictive maintenance within the proposed architecture yields multiple benefits for general aviation. Safety is enhanced through early fault detection, operational disruptions are reduced by minimizing unscheduled maintenance events, and economic efficiency is improved by avoiding premature component replacement. These outcomes directly correspond to the system-level improvements summarized in Table 1, particularly the transition from reactive to proactive safety structures.

By framing predictive maintenance as an integral component of the AI-integrated avionics methodology rather than an isolated application, this study demonstrates how system-level intelligence can deliver tangible safety and efficiency gains without compromising pilot authority or certification compliance. As such, predictive maintenance serves as a representative example of how the proposed framework can be incrementally adopted within general aviation environments.

4. CONCLUSION AND FUTURE DIRECTIONS

The rapid integration of AI into aviation systems has initiated a fundamental transformation in how avionic architectures are designed, operated, and evaluated. Within this context, the present study proposed a system-level methodological framework for the integration of AI into general aviation avionics, emphasizing human-centered design, proactive safety, and architectural scalability under certification constraints.

Unlike studies that focus on isolated algorithms or specific subsystems, this work addressed AI integration from a holistic avionics perspective. By conceptualizing AI as a core functional layer rather than an auxiliary add-on, the proposed methodology redefines the role of avionics from passive data display units to intelligent decision-support systems. The layered architecture introduced in this study provides a structured foundation for embedding AI-driven analytics while preserving pilot authority as the central element of control.

Predictive maintenance was presented as a methodological validation scenario to demonstrate the practical relevance of the proposed framework. Through continuous aircraft health monitoring and AI-based anomaly detection, predictive maintenance illustrates how proactive

safety can be achieved without relying on fully autonomous decision-making. This application highlights the ability of the proposed architecture to deliver tangible operational and economic benefits while remaining compatible with the operational realities of general aviation.

From a broader perspective, the findings indicate that the transition toward AI-integrated avionics in general aviation is not solely a technological challenge but also a systemic and human-centered one. Issues such as pilot trust in AI-supported recommendations, transparency of decision-support logic, and alignment with existing certification standards will play a decisive role in the successful adoption of intelligent cockpit systems. Consequently, future research should focus on explainable artificial intelligence techniques, human-AI collaboration models, and certification-oriented validation frameworks tailored to general aviation environments.

In conclusion, this study contributes a structured methodological approach that bridges the gap between emerging AI technologies and practical avionics system design. By offering a scalable and platform-independent framework, the proposed methodology supports incremental adoption of intelligent avionic capabilities and establishes a foundation for future advancements toward safer, more efficient, and increasingly autonomous aviation systems.

REFERENCES

Endsley, M. R., & Jones, D. G. (2025). Designing for situation awareness: An approach to user-centered design. CRC press.

Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., & Bengio, Y. (2016). Deep learning (Vol. 1, No. 2). Cambridge: MIT press.

Harris, D. (Ed.). (1997). Engineering psychology and cognitive ergonomics. Ashgate.

Hua, W., & Chen, Q. (2025). A survey of small object detection based on deep learning in aerial images. Artificial Intelligence Review, 58(6), 1-67.

Kabashkin, I., Misnevs, B., & Zervina, O. (2023). Artificial intelligence in aviation: New professionals for new technologies. Applied Sciences, 13(21), 11660.

Lam, S. T. F., & Chan, A. H. (2024). Application of Artificial Intelligence, Machine Learning and Deep Learning in Piloted Aircraft Operations: Systematic Review. Artificial Intelligence and Social Computing, 122.

Mobley, R. K. (2002). An introduction to predictive maintenance. Elsevier.

Norvig, P., & Russell, S. J. (1995). Artificial intelligence a modern approach.

Sai, S., Garg, A., Jhawar, K., Chamola, V., & Sikdar, B. (2023). A comprehensive survey on artificial intelligence for unmanned aerial vehicles. IEEE Open Journal of Vehicular Technology, 4, 713-738.

Susto, G. A., Schirru, A., Pampuri, S., McLoone, S., & Beghi, A. (2014). Machine learning for predictive maintenance: A multiple classifier approach. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 11(3), 812-820.

Sridhar, B., & Bell, D. (2022). Sustainable aviation operations and the role of information technology and data science: background, current status and future directions. In AIAA aviation 2022 forum (p. 3705).

Wang, A., Wang, Z. Y., Ma, J. R., Zhang, D. X., Sun, Y., & Guo, Q. Q. (2025). Digital twin models in aircraft engine operation and maintenance. In Equipment Intelligent Operation and Maintenance (pp. 279-288). CRC Press.

Ziakkas, D., & Pechlivanis, K. (2023). Artificial intelligence applications in aviation accident classification: A preliminary exploratory study. Decision Analytics Journal, 9, 100358.

YEŞİL KİMYA FARKINDALIĞI ÜZERİNE YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN METASENTEZİ

Gizem DOĞAN
Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Diyarbakır
ORCID: 0009-0002-6086-0064
Dr. Öğr. Üyesi. Duygu BİLEN
Dicle Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı, Diyarbakır
ORCID: 0000-0002-8327-7122

ÖZET
Bu çalışma, 2010–2024 yılları arasında yeşil kimya farkındalığına yönelik yapılmış 30 akademik araştırmayı metasentez yöntemiyle incelemektedir. Çalışmalar; 22 makale, 5 derleme ve 3 yüksek lisans tezinden oluşmaktadır. Nitel tematik analiz yaklaşımıyla amaçlar, yöntemler, veri toplama araçları, örneklem grupları ve sonuçlar sistematik olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, lise ve üniversite öğrencileri ile öğretmen adayları üzerinde yapılan eğitim temelli çalışmaların farkındalığı artırmada müfredat geliştirme ve uygulamalı eğitimlerin etkili olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, yeşil kimya farkındalığının artırılması çevre dostu davranışları teşvik etmekte ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Yeşil kimya farkındalığı, yeşil kimya, sürdürülebilirlik, metasentez, eğitim.

META-SYNTHESIS OF STUDIES ON GREEN CHEMISTRY AWARENESS

ABSTRACT
This study presents a meta-synthesis of 30 academic studies conducted between 2010 and 2024 focusing on green chemistry awareness. The analyzed works include 22 articles, 5 literature reviews, and 3 master's theses. Using a qualitative thematic analysis approach, the aims, methods, data collection tools, sample groups, and findings were systematically examined. The results indicate that educational interventions targeting high school and university students, as well as prospective teachers, are effective in enhancing awareness through curriculum development and practical training. Ultimately, increasing green chemistry awareness contributes to promoting environmentally responsible behaviors and supports sustainability goals.
Keywords: Green chemistry awareness, green chemistry, sustainability, meta-synthesis, education.

1. GİRİŞ
Yeşil kimya, çevre dostu kimyasal süreçlerin geliştirilmesini amaçlayan bir bilim dalıdır. 1990'lı yıllarda Paul Anastas ve John Warner tarafından ortaya konulan bu kavram, kimya endüstrisinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmayı hedefler. On iki temel ilke; atık oluşumunu önlemek, enerji verimliliğini artırmak, yenilenebilir hammaddelerin kullanımını teşvik etmek ve daha güvenli kimyasal süreçler geliştirmek üzerine kuruludur.
Son yıllarda yeşil kimya yalnızca endüstriyel uygulamalarla sınırlı kalmamış, eğitim ve farkındalık çalışmalarının da merkezinde yer almıştır. Eğitimde yeşil kimya uygulamaları, öğrencilerin çevre bilincini artırmakta ve sürdürülebilir davranışlar geliştirmelerine katkı sağlamaktadır. Literatürde yapılan çalışmalar, özellikle lise ve üniversite öğrencileri ile

öğretmen adayları üzerinde farkındalık düzeyinin artırılmasına yönelik müfredat geliştirme projeleri ve deneysel uygulamaların etkili olduğunu göstermektedir.

2. YÖNTEM

Bu araştırmada metasentez yöntemi kullanılmıştır. Metasentez, farklı nitel ve nicel çalışmaların bulgularını bir araya getirerek ortak temalar ve eğilimler ortaya koymayı amaçlayan bir yöntemdir. Eğitim ve sosyal bilimlerde sıklıkla tercih edilen bu yaklaşım, araştırma alanındaki boşlukları ve gelecekteki yönelimleri belirlemeye yardımcı olur.

Çalışmanın veri seti 2010–2024 yılları arasında yayımlanmış 30 akademik eserden oluşmaktadır. Bunlar; 22 makale, 5 derleme ve 3 yüksek lisans tezidir. Çalışmalar DergiPark, YÖK Tez Merkezi, TRDizin ve Google Scholar veri tabanlarından elde edilmiştir. Dahil etme kriterleri, yeşil kimya farkındalığını doğrudan ele alan eğitim, çevre veya endüstri bağlamındaki araştırmalar olarak belirlenmiştir. Hariç tutma kriterleri ise yalnızca teknik laboratuvar uygulamalarına odaklanan ve farkındalık boyutu bulunmayan çalışmalardır.

Veriler tematik kodlama yöntemiyle analiz edilmiştir. Her çalışma amaç, yöntem, örneklem grubu, veri toplama aracı ve bulgular açısından incelenmiş; frekans ve yüzdeler hesaplanarak eğilimler belirlenmiştir. Kodlama sürecinde iki araştırmacı tarafından bağımsız değerlendirme yapılmış, görüş birliği sağlanarak güvenilirlik artırılmıştır.

3. BULGULAR

Bu bölümde 2010–2024 yılları arasında yeşil kimya farkındalığı üzerine yapılmış 30 çalışmanın metasentez bulguları sunulmaktadır. Çalışmalar; amaçlarına, yayın türlerine, yıllara göre dağılımlarına, kaynak türlerine, araştırma yöntemlerine, örneklem gruplarına, veri toplama araçlarına, analiz türlerine ve elde edilen sonuçlara göre sınıflandırılmıştır. Bulgular tablolar halinde verilmiş, her tablo açıklama paragraflarıyla desteklenmiştir.

Tablo1: İncelenen çalışmaların amacına ait frekans ve yüzde dağılımı

	Frekans	**Yüzde (%)**
Durum Düzeyi Belirleme	18	60
Eylem Araştırması	5	16.67
İlişki Belirleme	4	13.33
Materyal Geliştirme	2	6.67
Tutum Belirleme	1	3.33
Toplam	30	100

Çalışmaların %60'ı mevcut farkındalık düzeyini belirlemeye yöneliktir. Bu bulgu, yeşil kimya farkındalığı araştırmalarının henüz keşif aşamasında olduğunu göstermektedir. Uygulamalı ve deneysel çalışmaların sınırlı olması, alanın gelişim sürecinde olduğunu ve daha fazla müdahale odaklı araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo2: İncelenen çalışmaların türlerine ait frekans ve yüzde dağılımı

	Frekans	**Yüzde (%)**
Makale	22	73.33
Derleme	5	16.67
Yüksek Lisans Tezi	3	10.00
Doktora Tezi	0	0.00
Toplam	30	100

İncelenen veri setinde doktora tezine rastlanmamış olması (%0), yeşil kimya farkındalığı konusunun henüz derinlemesine, uzun soluklu ve özgün teorik katkılar sunan doktora düzeyindeki araştırmalarla yeterince desteklenmediğini göstermektedir. Bu durum, alanın akademik olgunluk düzeyinin artması için daha kapsamlı ve uzmanlık gerektiren çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo3: İncelenen Çalışmaların yıllara ait frekans ve yüzde dağılımı

	Frekans	**Yüzde (%)**
2010	1	3.33
2011	1	3.33
2012	3	10.00
2013	1	3.33
2014	0	0.00
2015	1	3.33
2016	3	10.00

2017	1	3.33
2018	1	3.33
2019	3	10.00
2020	4	13.33
2021	2	6.67
2022	3	10.00
2023	2	6.67
2024	4	13.33
Toplam	30	100

Tablo 3 incelendiğinde, yeşil kimya farkındalığına yönelik çalışmaların 2015 yılından itibaren ivme kazandığı görülmektedir. Özellikle 2020 ve 2024 yıllarında en yüksek yayın sayısına ulaşılmıştır. Bu yoğunlaşma, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları ve küresel çevre politikalarının akademik çevrelerde daha fazla karşılık bulmasıyla ilişkilendirilebilir. 2010'lu yılların başında sınırlı olan ilginin son beş yılda süreklilik arz etmesi, alanın dinamik bir araştırma konusu haline geldiğini kanıtlamaktadır.

Tablo4: İncelenen çalışmaların yerli ve yabancı kaynaklarına ait frekans ve yüzde dağılımı

	Frekans	**Yüzde (%)**
Yerli Kaynaklar	14	46.67
Yabancı Kaynaklar	16	53.33
Toplam	30	100

Uluslararası çalışmaların oranı biraz daha yüksektir. Bu durum, yeşil kimya farkındalığının küresel ölçekte ilgi gördüğünü ve Türkiye'deki çalışmaların da bu eğilime paralel olduğunu göstermektedir.

Tablo5: İncelenen çalışmaların araştırma yöntemine göre frekans yüzde dağılımı

	Frekans	**Yüzde (%)**
Betimsel Yöntem	10	33.33
Korelasyon Yöntemi	5	16.67
Deneysel Yöntem	4	13.33
İçerik Analizi	6	20.00
Karma Yöntem	3	10.00
Literatür Taraması	2	6.67
Toplam	30	100

Betimsel ve içerik analizi yöntemleri baskındır. Deneysel ve karma yöntemli çalışmalar daha azdır. Bu durum, farkındalık araştırmalarında ölçme ve tanımlama odaklı yaklaşımların öne çıktığını, ancak uygulamalı yöntemlerin sınırlı kaldığını göstermektedir.

Tablo6: İncelenen çalışmaların örneklemine ait frekans ve yüzde dağılımı

	Frekans	**Yüzde (%)**	**Detaylar**
Üniversite öğrencileri	12	40.00	Fen, kimya ve Mühendislik bölümlerindeki lisans öğrencileri
Lise öğrencileri	6	20.00	Kimya dersi alan 9. ve 10. sınıf öğrencileri
Ortaokul öğrencileri	2	6.67	Çevre farkındalık programlarına katılan öğrenciler
Fen bilgisi öğretmen adayları	2	6.67	Fen Bilgisi öğretmenliği programında öğrenim gören öğrenciler
Kimya öğretmen adayları	1	3.33	Kimya öğretmenliği programında öğrenim gören öğrenciler

Fen bilgisi öğretmenleri	1	3.33	Ilköğretim fen bilgisi öğretmenleri
Sanayi çalışanları ve uzmanlar	2	6.67	Kimya sektörü ve çevre teknolojileri üzerine çalışan uzmanlar
Akademisyenler ve araştırmacılar	2	6.67	Üniversitelerde çevre bilimi ve sürdürülebilirlik alanında çalışan akademisyenler
Literatür tabanlı örneklem yok	2	6.67	Derleme çalışmaları doğrudan katılımcı içermeyen analizler
Toplam	30	100	

Örneklem gruplarına bakıldığında çalışmaların ağırlıklı olarak üniversite öğrencileri (%40) ve lise öğrencileri (%20) üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Buna karşın, fen bilgisi öğretmenleri (%3.33) ve kimya öğretmen adayları (%3.33) ile yapılan çalışmaların oldukça sınırlı kalması dikkat çekicidir,. Yeşil kimya ilkelerinin eğitim sistemine entegrasyonunda kilit rol oynayan öğretmenlerin ve bu ilkeleri sahada uygulayacak olan sanayi çalışanlarının örneklemde az temsil edilmesi, literatürdeki önemli bir boşluğa işaret etmektedir.

Tablo7: İncelenen çalışmaların veri toplama araçlarına ait frekans ve yüzde dağılımı

	Frekans	**Yüzde (%)**
Anket	10	33.33
Görüşme	6	20.00
Test(Başarı veya Bilgi Testi)	5	16.67
Gözlem	3	10.00
Belge Analizi	4	13.33
Literatür Taraması	2	6.67
Toplam	30	100

Anket ve görüşme en sık kullanılan veri toplama araçlarıdır. Bu durum, farkındalık düzeyini ölçmede hem nicel hem de nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığını göstermektedir.

Tablo8: İncelenen çalışmaların veri analiz türüne ait frekans ve yüzde dağılımı

	Frekans	**Yüzde (%)**
Betimsel istatistik	8	26.67
Korelasyon analizi	5	16.67
Regresyon analizi	2	6.67
Anova Varyans analizi	4	13.33
T testi	3	10.00
Içerik analizi	6	20.00
Post Hoc Testler	1	3.33
Diğer(Özel analizler)	1	3.33
Toplam	30	100

Çoğunlukla betimsel istatistik ve içerik analizi tercih edilmiştir. İleri düzey istatistiksel yöntemlerin sınırlı olması, alanın henüz gelişim aşamasında olduğunu göstermektedir.

Tablo9: İncelenen çalışmaların sonuçlarına ait frekans ve yüzde dağılımı

	Frekans	**Yüzde (%)**	**Detaylar**
Farkındalık artışı	12	40.00	Yeşil kimya farkındalığının öğrenciler, öğretmenler ve toplumda arttığı gözlemlendi.
Eğitim ve müfredat önerileri	8	26.67	Kimya müfredatına yeşil kimya ilkelerinin dahil edilmesi önerilmiştir.
Çevresel davranış değişikliği	5	16.67	Çevre dostu davranışların ve tutumların geliştiği belirtilmiştir.

Endüstriyel uygulama imkanları	3	10.00	Endüstride yeşil kimya süreçlerinin yaygınlaştırılması gerektiği vurgulanmıştır.
Politika önerileri	2	6.67	Yeşil kimya farkındalığının arttırılması için ulusal ve yerel politikalar önerilmiştir.
Toplam	30	100	

Çalışmaların büyük bölümü farkındalık artışını rapor etmiştir. Bu bulgu, yeşil kimya farkındalığına yönelik eğitim uygulamalarının öğrenciler ve öğretmen adayları üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Müfredat önerileri ve davranış değişiklikleri, farkındalığın kalıcı hale gelmesi için önemli katkılar sunmaktadır. Endüstriyel uygulamalar ve politika önerilerinin sınırlı olması ise bu alanlarda daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu metasentez çalışmasında 2010–2024 yılları arasında yeşil kimya farkındalığı üzerine yapılmış 30 akademik araştırma incelenmiştir. Bulgular, yeşil kimya farkındalığının özellikle eğitim bağlamında ele alındığını ve öğrenci grupları üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Çalışmaların büyük kısmı betimsel nitelikte olup mevcut farkındalık düzeyini ortaya koymaya yönelmiştir. Bu durum, alanın henüz gelişim aşamasında olduğunu ve daha çok keşif odaklı araştırmaların yapıldığını göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, lise ve üniversite öğrencileri ile öğretmen adayları üzerinde yapılan uygulamaların farkındalığı artırmada etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Müfredat geliştirme ve uygulamalı eğitim projeleri, öğrencilerin çevre dostu davranışlar geliştirmesine katkı sağlamıştır. Bununla birlikte, endüstriyel uygulamalar ve politika önerileri sınırlı sayıda çalışmada yer almış, bu da yeşil kimya farkındalığının eğitim dışındaki alanlarda yeterince ele alınmadığını göstermektedir.

Son yıllarda yayın sayısında gözlenen artış, sürdürülebilirlik ve çevre bilinci konularının akademik gündemde daha fazla yer bulduğunu göstermektedir. Ancak doktora düzeyinde araştırmaların eksikliği, ileri düzey akademik katkıların sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, gelecekte yapılacak çalışmalar için önemli bir boşluk olarak değerlendirilebilir.

Genel olarak, yeşil kimya farkındalığına yönelik çalışmaların eğitim alanında önemli katkılar sunduğu, öğrencilerde çevre bilincini artırdığı ve sürdürülebilirlik hedeflerine hizmet ettiği söylenebilir. Ancak endüstri ve politika boyutunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Gelecekte yapılacak çalışmaların farklı örneklem gruplarını kapsaması, uzun vadeli etkileri incelemesi ve uluslararası karşılaştırmalar içermesi, alanın gelişimine önemli katkılar sağlayacaktır.

4.1. Öneriler

Yapılan metasentez sonucunda elde edilen veriler ve literatürdeki eksiklikler doğrultusunda şu somut öneriler sunulabilir:

1. Yeşil kimya farkındalığının sadece eğitim fakülteleriyle sınırlı kalmayıp, mühendislik bölümleri ve doğrudan kimya sanayisindeki çalışanları kapsayacak şekilde genişletilmesi gerekmektedir.
2. Mevcut çalışmaların %60'ının sadece durum belirleme odaklı olduğu göz önüne alındığında, gelecek araştırmaların 'Materyal Geliştirme' ve 'Eylem Araştırması' gibi uygulamalı ve müdahale odaklı yöntemlere yönelmesi alanın gelişimi için kritiktir.
3. Kimya müfredatına yeşil kimya ilkelerinin dahil edilmesi ve bu farkındalığın kalıcı hale gelmesi için ulusal eğitim politikaları düzeyinde stratejik adımlar atılmalıdır.
4. Literatürde tespit edilen doktora tezi eksikliğini gidermek amacıyla, bu alanda daha derinlemesine ve uzun soluklu akademik araştırmalar teşvik edilmelidir.

5. KAYNAKÇA

Aksoy, E. (2018). Yeşil kimya uygulamaları ve çevre dostu davranışlar. Kimya ve Çevre Dergisi, 12(1), 85-100.
Allen, D. (2021). Green chemistry in modern industry: Challenges and advances. Journal of Environmental Chemistry, 25(6), 345-360.
Alrawili, K. S. R., Youssif, A. E., & Saeed, A. M. (2020). The awareness degree of the principles and applications of green chemistry among students of scientific colleges at university of bisha.
Altun, T. (2020). Endüstriyel kimyada çevre bilinci ve yeşil kimya. Fen ve Teknoloji Araştırmaları, 15(5), 100-120.
Aydın, M. (2015). Endüstriyel kimyada yeşil kimya uygulamaları. Kimya ve Çevre Araştırmaları, 5(2), 135-150.
Che Ahmad, C. N., Yahaya, A., Yahaya, R., Taha, H., & Ibrahim, M. M. (2015). Establishment of green chemistry awareness instrument for secondary school students. Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia, 38(1), 72-94.
Chen, T. L., et al. (2021). Implementation of green chemistry principles in circular economy system towards sustainable development goals: Challenges and perspectives.
Çabuk, M., & Uçar Çabuk, F. (2020). Yeşil kimya ile çevreyi koruyorum isimli projenin okul öncesi dönem çocuklarının çevreye yönelik bilgi düzeyi üzerindeki etkisinin incelenmesi.
Çakmak, R., Topal, G., & Çakmak, M. (2020). Kimya öğretiminde yeni bir kavram: yeşil kimya.
Dal, A. (2019). Lojistik firmalarında yeşil farkındalık ve yeşil strateji uygulamaları; Türkiye'deki lojistik firmalarının incelenmesi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi).
De Marco, B. A., Rechelo, B. S., Tótoli, E. G., Kogawa, A. C., & Salgado, H. R. N. (2019). Evolution of green chemistry and its multidimensional impacts: a review.
Demir, T., & Yılmaz, E. (2017). Fen bilgisi öğretmen adaylarında yeşil kimya farkındalığı. Eğitim Bilimleri Dergisi, 21(2), 67-85.
Doğan, M., & Karagölge, Z. (2021). Kimya eğitiminde sürdürülebilir kalkınma ve yeşil kimya üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik analizi.
Ersoy, A. (2020). Çevre eğitimi kapsamında yeşil kimya uygulamaları. Fen ve Teknoloji Eğitimi Dergisi, 14(3), 99-115.
Gerçek, Z. (2019). Kimya'nın yeni rengi: yeşil kimya.
Ghazali, M. Z., & Yahaya, A. (2022). Analysis of green chemistry knowledge, awareness and practice among the university students.

Grieger, K., & Leontyev, A. (2020). Promoting student awareness of green chemistry principles via student-generated presentation videos.
Ivanković, A., Dronjić, A., Bevanda, A. M., & Talić, S. (2017). Review of 12 principles of green chemistry in practice. International Journal of Sustainable and Green Energy, 6(3), 39-48.
Karagölge, Z. (2018). Green samples for chemistry curriculum in secondary education.
Karagölge, Z., Ceyhun, İ., & Arıcı, N. (2019). The effect of context-based education on students' perceptions of green chemistry and sustainability.
Kaya Tekli, G. (2020). Kimya öğretmen adaylarının yeşil kimya konusundaki görüşlerinin incelenmesi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
Kaya, Z. (2021). Üniversite öğrencilerinde yeşil kimya farkındalığının incelenmesi. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
Linthorst, J. A. (2010). An overview: origins and development of green chemistry. Foundations of Chemistry, 12, 55–68.
Monica, A. E. (2019). Green chemistry: senior school student’s awareness and practice in southern nigeria.
Mulvihill, M. J., Beach, E. S., Zimmerman, J. B., & Anastas, P. T. (2011). Green chemistry and green engineering: a framework for sustainable technology development.
Nurbaity, Rahmawati, Y., & Ridwan, A. (2016). Integration green chemistry approach in teacher education program for developing awareness of environmental sustainability. ASEAN Comparative Education Research Network Conference.
Saadon, S. Q., & Abbood, S. A. A. (2021). Awareness of green chemistry concepts among secondary school students.
Sogut, O., & Çelebi, B. (2020). Daha temiz analizler: yeşil kimya.
Taha, H., et al. (2019). Impact of student-initiated green chemistry experiments on their knowledge, awareness and practices of environmental sustainability. Journal of Physics: Conference Series, 1156.
Topaloğlu, S., Genel, Y., & Bakırcı, H. (2021). Development of the green chemistry awareness scale: validity and reliability study.

SPERMANIN REPRODÜKTİF BİYOTEKNOLOJİDE KULLANIMI

Nurten Ezgi DEMİROĞLU
Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, Diyarbakır
ORCID: 0009-0007-4214-7042
Elif Merve ÇINAR
Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Dölerme ve Suni Tohumlama Anabilim Dalı, Diyarbakır
ORCID: 0000-0003-0684-7213

ÖZET
Biyolojik materyallerin teknolojik yöntemler ile geliştirilmesi, iyileştirilmesi ve değiştirilmesi işlemleri biyoteknoloji olarak açıklanmaktadır. Tarım, gıda, enerji ve tıp alanında birçok sektörde yararlanılan bu disiplin, dişi ve erkek gametler üzerinden birçok yöntemin geliştirilmesine vesile olmuş, geliştirilen bu biyoteknolojik yöntemler ise reprodüksiyonda oldukça fazla kullanım alanı bulmuştur. Üstün verim özellikli hayvanların elde edilmesi, genetik materyalin saklanma sı ve daha fazla yavruya aktarımının sağlanması, doğal çiftleştirmeyle yayılabilecek bulaşıcı hastalıkların önüne geçilmesi gibi başlıca sebepler bu uygulamaları günümüzde neredeyse zorunlu kılmıştır. Sperma örneğinin incelendiği ilk araştırma 1600'lü yıllarda kaydedilmiş, parazit olduğu düşünülen sperma hücreleri ile başlayan araştırmalar günümüze kadar hız kesmeden gelmiştir. Gerek beşeri gerekse veteriner reprodüksiyon alanlarında kullanılan birçok biyoteknolojik yöntem geliştirilmiştir. Çalışmamızda sperma kullanılarak geliştirilen; spermanın alınma yöntemleri, kriyoprezervasyonu, transfer yöntemleri, sperma üzerinden uygulanan cinsiyet belirleme işlemleri, spermanın IVF, ICSI ve sperm aracılı gen transferi gibi gelişmiş biyoteknolojik yöntemlerde kullanımı ve son yıllarda üzerinde çalışılan biyohibrit mikro-robotlar olan spermbotlar incelenmiştir. Sonuç olarak, artan nüfus sebebiyle gelişen gıda ihtiyacı eldeki kaynakları daha verimli bir şekilde kullanma gereği getirmektedir. Bu durum verim özellikleri düşük hayvanların ıslah edilmesini, damızlık niteliği olan hayvanların çoğaltılmasını, kaliteli bir genetiğe sahip ancak üreme konusunda başarısız hayvanlardan biyoyararlanımı artırmayı hedef haline getirmektedir. Reprodüktif biyoteknoloji alanında geliştirilen yöntemlerin bilinçli ve eğitimli kişiler tarafından uygulanması daha kaliteli sürüler elde etmemize olanak sağlayacaktır.
Anahtar Kelimeler: Reprodüksiyon, biyoteknoloji, sperma, ıslah

THE USE OF SPERM IN REPRODUCTIVE BIOTECHNOLOGY

ABSTRACT
The processes of developing, improving, and modifying biological materials using technological methods are described as biotechnology. This discipline, which is utilized in many sectors such as agriculture, food, energy, and medicine, has led to the development of numerous methods based on female and male gametes. These biotechnological methods have found extensive application in reproduction. The main reasons that have made these applications almost mandatory today include obtaining animals with superior yield characteristics, storing genetic material and ensuring its transfer to more offspring, and preventing infectious diseases that can spread through natural mating. The first research examining sperm samples was recorded in the 1600s, and research beginning with sperm cells,

which were thought to be parasites, has continued unabated to the present day. Many biotechnological methods have been developed for use in both human and veterinary reproduction. Our study examined sperm-based developments, including sperm collection methods, cryopreservation, transfer methods, sex determination procedures applied to sperm, the use of sperm in advanced biotechnological methods such as IVF, ICSI, and sperm-mediated gene transfer, and spermbots, which are biohybrid micro-robots that have been studied in recent years. As a result, the growing food demand due to population growth necessitates the more efficient use of available resources. This situation aims to improve the breeding of animals with low productivity, increase the number of animals with breeding qualities, and enhance the bio-utilization of animals with high-quality genetics but poor reproductive performance. The application of methods developed in the field of reproductive biotechnology by knowledgeable and trained individuals will enable us to obtain higher-quality herds.
Keywords: Reproduction, biotechnology, sperm, breeding

1. GİRİŞ

Üreme, canlılığın devamı için esansiyel olan ve bireylerin kendilerine benzer canlılar oluşturarak nesillerini devam ettirmeleri olayıdır. Sağlıklı bireyler bu süreci olağan bir şekilde tamamlasalar da dişi ve erkek üreme sistemlerinde gözlenen fizyolojik, anatomik, genetik ya da patolojik sorunlar aksamalara neden olmaktadır. Yetiştiricilikte ise artan besin ihtiyacını karşılamak için verim özellikleri yönünden geliştirilen hayvanlarda, bazı sistemler gerilemeye başlamıştır. Genetik iyileştirmelerle artırılan süt verimi, fertilite üzerine olumsuz etkilerde bulunarak gerek fertilizasyon gerekse doğum oranlarının düşmesine neden olmuştur (Korkmaz ve Küplülü 2014; Varışlı ve Akyol 2018). Bu durum araştırmacıların üreme sistemlerini iyileştirilmesi ve geliştirilmesi amacıyla çalışmalara ve çeşitli yöntemlerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Evcil Hayvanlardan Sperma Alınması

Evcil bir erkek damızlık hayvandan, çeşitli biyoteknolojik çalışmalarda kullanılması için, belirli yöntemler ışığında kaliteli ve maksimum sayıda spermatozoon içeren ejakülat olarak tabir edilen içerisinde spermatozoon ve eklenti bezleri sıvıları içeren süspansiyon alınmaktadır. Bu yöntemlerden günümüzde pratik olarak en çok kullanılanlar şöyledir:

2.1.1. Suni Vajen: Bu yöntem kanatlılar hariç, kedi ve köpek dahil olmak üzere tüm çiftlik hayvanlarında kullanılabilmektedir. Suni vajen; içi boş silindir ve içini astarlayan bir kauçuk ile kaplıdır. Bir adet toplama kadehi ve silindir ile aralarında bağlantıyı sağlayan bir huniden oluşmaktadır. Suni vajen kullanımındaki asıl amaç, gerçek bir vajen hissi yaratabilmektir. Bu sebeple dikkat edilmesi gereken üç özellik vardır; sıcaklık, basınç ve kayganlık. Bu yöntemle sperma alınabilmesi için östrusta bir dişiye ya da fantom adı verilen maket hayvana ihtiyaç vardır.

2.1.2. Elektroejekülatör: Elektro-ejakülasyon yöntemi, ejakülasyon merkezinin posterior mezenterik pleksustaki sempatik gangliyonlardan geçen elektrik akımı tarafından uyarılması ile gerçekleşen sperma alma yöntemidir. Kullanılan probun boyutu hayvanın büyüklüğüne oranla değişmekle beraber tüm hayvanlarda kullanılabilmektedir. Elektro-ejakülatör yöntemiyle elde edilen ejakülatlar, suni vajenle elde edilen ejakülatlara göre genellikle hacim yönünden daha fazla, ancak spermatozoon yoğunluğu açısından ise daha düşük bir özellik gösterir. Ancak, ejakülattaki toplam spermatozoon sayısı, motilite özellikleri ve fertilizasyon kabiliyeti açısından genel bir değerlendirme yapıldığında ise, her iki yöntem için elde edilen toplam

değerlerin birbirine benzediği ifade edilmektedir (Tekin 1996; Narlıçay ve Ataman 2022; Sönmez 2022; Sönmez ve Fırat 2022).

2.1.3. Masaj (Ooni): Bu yöntem özellikle köpeklerde kullanılmaktadır. Ekipman gerektirmediği için oldukça pratik ve kolay bir yöntemdir. Ortamda östrusta bir dişi bulundurulması önerilmektedir. Köpeğin sol tarafından yaklaşılarak baş ve işaret parmaklarıyla prepusyuma yapılan ileri geri friksiyon hareketleriyle bulbus glandis uyarılır. Kısa bir süre sonra uyarım ile ereksiyon sağlanır ve prepusyal kılıf bulbus glandisi ortaya çıkaracak şekilde kaydırılır. Daha sonra bulbus glandis kavranarak penis doğal çiftleşmeye benzer şekilde köpeğin iki bacağı arasından arkaya doğru yönlendirilerek masaja devam edilir (Tekin ve ark. 1987; Günay ve Soylu 2000; Sönmez 2022). Kanatlılarda da masaj yöntemiyle sperma alınmaktadır; fakat kanatlılarda penis, eklenti üreme bezleri ve ürethra bulunmadığı gibi ductus deferens direkt kloakaya açılır. Bu sebeple masaj abdominal olarak yapılır.

2.1.4. Şirurjikal Yöntem: Bu yöntem deneysel çalışmalarda genellikle laboratuvar hayvanlarında kullanılır. Rat gibi laboratuvar hayvanlarından sperma alabilmek için iki yöntem bulunmaktadır. İlk yöntemde; dekapite edilmiş hayvanın testisi alınır ve kauda epididimis testisten ayrılır. Çeşitli sulandırıcılarla (serum fizyolojik, PBS vb) bir petri kabında kıyılır ve elde edilen sıvı sperma örneği olarak kabul edilir. Bir diğer yöntem ise kauda epididimis'in, özel iğneler ile aspirasyonudur. Kauda epididimis iğne ile tekrar tekrar delinir, fosfat tamponlu salin (PBS) içeren mikro santrifüj tüplerine yerleştirilir ve sperm salınımına izin vermek için 37 °C'de 10 dakika su banyosunda inkübe edilir. Epididimal doku ve döküntü, 3 dakika süreyle santrifüj ile çökeltilir (Aksu ve ark. 2016; Dere ve ark. 2018).

2.2. Spermanın Sulandırılması ve Kriyoprezervasyonu

Spermanın oda sıcaklığında uzun süre canlı kalamaması, elde edilen spermanın dağıtımında engelleyici bir faktör olmuştur. Bu sebeple spermanın canlılığını ve fertilitesini uzun süre koruyacak yöntemler araştırılmaya başlanmıştır. Yumurta sarısı ve tampon çözeltilerle başlayan süreç, yumurta sarısı-sodyum sitrat-antibiyotik karışımına evrilmiştir (Salisbury ve ark. 1941). Gliserol kullanımı ile spermanın dondurulabilmesi (Polge ve ark. 1949) yeni bir biyoteknolojik yöntemin doğmasını sağlamıştır; kriyoprezervasyon yöntemleri.

Bildirilen ilk yöntem karbondioksit buzu (kuru buz) banyosunda ampul kullanarak dondurma işlemidir (Sherman 1974). 1960'lı yıllarda spermanın azot buharında, payet adı verilen plastik tüpler içerisinde dondurulabileceği bildirilmiştir. Bu yöntem sonucunda çeşitli dondurma prosedürleri ve payet sistemleri geliştirilmiş, yakın zamanlarda ise payet doldurma ve kapama cihazları piyasaya sürülmüştür (Papuççuoğlu 2018).

2.3. Suni Tohumlama

Suni tohumlama; spermanın fertilizasyon yeteneğini kaybetmeksizin uygun araçlar yardımı ile dişi üreme organına aktarılması işlemi olarak tanımlanabilmektedir (Rashidi 2011). Suni tohumlama; uzun yıllardır arılar ve uçan birçok böcek türünün, ayrıca bitkilerin üremesinde önemli bir role sahiptir. Hayvanlarda kullanımı ise bitkilere kıyasla daha yeni bir uygulamadır. Çiftlik hayvanlarının üremesi ve genetiğinin geliştirmesinde kullanılan ilk büyük biyoteknolojik yöntem olmuş ve birçok türün ıslahında ilk sıralarda yer almıştır (Foote 2010). Bazı tarihçilere göre, ilk suni tohumlama çalışmaları ilk olarak 13. yüzyılda atlarda denenmiştir. Değerli aygırlardan yavru elde edebilmek amacıyla, kısrakların vajinasına sünger yerleştirildiği ve bu süngerlerden sperma elde edildiği iddia edilmiştir (Gökçen 1998). Resmi olarak bildirilen ilk suni tohumlama uygulaması ise 1784 yılında, bir köpekte yapılmış ve İtalyan fizyolog Lazzaro Spallanzani tarafından rapor edilmiştir. Bu tohumlama işlemi, 62 gün sonra üç yavru köpeğin doğumuyla sonuçlanmıştır (Ombelet ve Van Robays 2015; Lonergan 2018).

2.3.1. Vajinal Yöntem: Bu yöntem daha sıklıkla köpek ve kısrak'ta kullanılsa da inek, kedi ve domuzda da kullanılabilmektedir. Kısraklarda östrus döneminde serviks diğer hayvanlara göre oldukça gevşektir. Doğal çiftleşme sırasında sperma doğrudan uterusa bırakılır. Bu nedenle suni tohumlama uygulamasında boğaya göre daha yüksek tohumlama dozu kullanılmalıdır (Boyle 1992). Bu yöntemde kataterle birlikte uygulayıcının eli de vajina içindedir. Vajinada ilerleyerek parmaklar vasıtasıyla, östrus sırasında 2-3 parmak genişliğinde olan serviks orificium eksterna bulunur. Bu sırada diğer el ile katater serviksin girişine yönlendirilerek içeri doğru ittirilir. Serviks kanalı geçilerek uterusa ulaşılır. Öncesinde katatere çekilen sperma aktarma pipeti yardımıyla uterusa nakledilir. Kısraklarda; spekulum ve endoskop yardımıyla uygulanan yöntemlerde bulunmaktadır (Sanchez ve ark. 2009; Sönmez 2022). Köpeklerde bu yöntem dışında kateterle intravaginal, Norveç kateteriyle intrauterin, endoskopik yöntemle intrauterin, cerrahi teknikle intrauterin yöntemleri de kullanılmaktadır. Ancak vajinal yöntem; uygulamanın kolay olması ve özel bir alet-ekipman gerektirmemesi sebebiyle daha çok tercih edilen bir yöntemdir. Köpeklerde uygulanırken, hayvanın arka ayakları yerle 45°'lik açı yapacak şekilde havaya kaldırılır. Katater serviksle karşılaşana kadar ilerletilir. Sperma, portio vaginalise bırakılır. Spermanın geri akışını önlemek için köpek 15-20 dakika aynı pozisyonda tutulur ve klitoris masajı yapılır. Taze spermayla yapılan bu yöntemde %80 oranında başarı sağlanmaktadır (Baran ve ark. 2003; Kalkan ve Uçar 2016).

2.3.2. Spekulum yöntemi: Bu yöntem birçok hayvanla kullanılabilmekle beraber daha çok koyun ve keçilerde tercih edilmektedir. Koyunlarda serviks'in farklı morfolojik yapılara sahip olması nedeni ile spermanın serviks yoluyla uterus içine depolanması çok zordur. Bu sebeple spekulum yardımıyla serviks girişi belirlenir ve katater olabildiğince ilerletilerek spermanın bırakılması sağlanır. Serviks genellikle vajinanın tabanında, dışa doğru çıkıntılı, pembe bir yapıdır. Genellikle bu işlemde taze sperma kullanılmaktadır. Keçilerde ise kataterin uterusa kadar ilerletilmesi mümkün olabilmektedir. Aynı zamanda spekulumla birlikte pens yardımıyla transservikal tohumlama yöntemi de mevcuttur. Serviks'in belirlenmesiyle iki adet pens yardımıyla her iki tarafından kavranıp vulvaya doğru çekilir ve katater serviks boyunca ilerletilerek sperma uterusa depolanır. Bu yöntem tecrübe isteyen zor bir yöntemdir ve ciddi kanamalara sebep olabilmektedir. Bu yüzden fazla tercih edilmez (Halbert ve ark. 1990; Rashidi 2011; Sönmez 2022).

2.3.3. Rekto-vajinal yöntem: İneklerde kullanılan bir yöntem olup saha şartlarında oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Uygulayıcının rektal palpasyonu ile serviks uteri bulunur ve avuç içinde sabitlenir. Diğer elde tutulan tohumlama katateri, 45°'lik açı ile vajina tavanına temas edecek şekilde vulvadan içeri sokulur. Vajina boyunca ilerletilen katater serviks orificium eksternaya gelince hem serviksi tutan el hem de katateri tutan elin koordinasyonlu manipülasyonlarıyla girintili çıkıntılı serviks kanalı geçilir. Serviksin geçilmesi kataterin rahat ilerlemesiyle ve rektumdaki el ile kataterin ucunun hissedilmesiyle rahatlıkla anlaşılır. Serviksin geçilmesiyle birlikte daha fazla ilerletilmeden sperma korpus uteriye bırakılır (Sönmez 2022).

2.3.4. Cerrahi Yöntem: Cerrahi yöntem, laparotomik ve laparoskopik olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. Laparotomik yöntemde, karın boşluğu dışına alınan uterusun korpus bölümüne küçük bir kesit atılır ve sperma bu kesitlerden kornulara doğru gönderilir. Kedi ve köpeklerde kullanılmaktadır. Laparoskopik yöntemde ise memelerin 5-7 cm uzaklığında, orta hattın 3-5 cm solundaki bölgeye trokar kanülüyle girilir. Trokar çıkarılarak endoskopi aleti kanül içerisinden karın boşluğuna sokulur. Uterus bulunur ve aynı işlem sağ taraftan yapılır. Bu kanülden ise tohumlama katateri geçirilir. Kataterin ucundaki küt iğne ile korpus uteriye batırılır ve sperma buraya depolanır (Daşkın 2015; Sönmez 2022). Laparoskopik intrauterin

tohumlama ile koyunlarda %60'a yakın başarı elde edilmiştir. Ancak yöntemin ekonomik olmaması, saha şartlarında uygulamanın zor olması, tecrübe gerektirmesi ve kontaminasyon sonucu enfeksiyonların gelişebilmesi gibi nedenlerle yaygın olarak kullanılamamaktadır.

2.4. İn Vitro Fertilizasyon

İn vitro fertilizasyon (IVF), oosit ve spermatozoonların laboratuvar ortamında elde edilmesi, olgunlaştırılması, fertilizasyonu ve kültüre edilmesi süreçleri sonucunda embriyo elde edilmesini sağlayan bir yöntemdir (Gündoğan 1998). IVF'e dair ilk çalışmalar, Shenk' in kobay ve tavşandan topladığı ovaryum oositlerinin homolog spermatozoa ile döllediği, ilk polar cisimciğin çıkışı ve kültüre bağlı olarak oositin bölündüğünü not ettiği 1878 tarihine dayanmaktadır (Wolf ve Quigley 1984). Bu yöntemde; gametlerin elde edilmesi, in vitro olgunlaştırılması, in vitro fertilizasyon, embriyoların kültürü, alıcılara nakli veya dondurularak saklanması gibi aşamaları içermektedir. Oositler, canlı hayvandan ovum pick up (OPU) yöntemiyle ya da mezbahadan alınan ovaryumlar üzerine kesikler atmak suretiyle elde edilir. Elde edilen oositler stereo mikroskop ile incelenerek en az 3-4 sıra kumulus katmanına sahip oositler seçilerek olgunlaştırma medyumunda inkübe edilir. Birinci polar cisimciğinin görüntülenmesiyle oositler ve spermalar fertilizasyon için hazırlanır. Maturasyonu tamamlanan oositler kumulus ve korona hücrelerinden arındırılır. Taze ya da dondurulup- çözdürülmüş sperma kullanılabilir. Motil spermalar; swim up ya da percoll gradient teknikleriyle ayrıştırılıp kapasitasyonunu destekleyen özel solüsyonlarla (TALP, BO medyumu vb.) fertilizasyona hazırlanır. Glikozaminoglikanlar, kateşolaminler, heparin, taurin ve hipotaurinlerin ısı stabil ve ayrışmayan fraksiyonları sayesinde spermayı in vitro kapasite edilebildiği belirtilmiştir (Yanagimachi 1994). Fertilizasyon amacıyla her 20-30 oosit için, 10 µl spermatozoon kullanılır ve hücreler 38 °C'de 20 saat inkübe edilir. Ooplazma içerisine; spermatozoonun penetrasyonu, spermatozoon başının şişmesi, pronüklear formasyon, normal morfolojik bölünmenin gözlenmesi, blastosit formasyonu, embriyoda Y kromozomlarının gösterilmesi, kortikal granüllerin bırakılması ve spermatozoon kuyruğunun ooplazma içerisinde bulunması gibi kriterler fertilizasyonun gerçekleştiğine dair birer kanıt olmakla birlikte fertilizasyonun normal bir şekilde ilerlediğine dair kesinlik bildirmez (Hafez 1993).

2.5. İntrastoplazmik Sperm Enjeksiyonu

İntrastoplazmik Sperm Enjeksiyonu (ICSI), tek bir spermatozoonun direkt oosit sitoplazmasına mekanik olarak yerleştirildiği bir yöntemdir. İlk olarak hamsterlarda denenen yöntem, daha sonra fare, domuz ve sığır embriyolarının in vitro üretiminde de kullanılmıştır (Uehara ve Yanagimachi 1976; Hafez 1993; Kimura ve Yanagimachi 1995; Hamano ve ark. 1999; Martin 2000). Tekniğin başarısının, enjeksiyon için seçilen spermatozoonun kalitesine bağlı olduğu bildirilmektedir (Park ve ark. 2005). Yöntemin geliştirildiği ilk dönemlerde spermatozoonlar, morfoloji ve motilitesi incelenerek seçilmiştir. Ancak bu seçimin, anormal kromozomlu embriyo gelişimi, düşük gebelik oranı ve yüksek oranlarda aborta neden olduğu görülmüştür (Edirisinghe ve ark. 1997). 2006 yılına gelindiğinde spermanın hiyalüronik asite bağlanma başarısının; olgunluk, canlılık ve akrozomal enzimler açısından uygun bir belirteç olduğu bildirilmiştir (Suzuki ve ark. 2000; Huszar ve ark. 2003). Olgunluğa erişmeyen spermatozoonlarda hiyalüronik asit bağlanma bölgesi bulunmamakla birlikte bu hücreler oositi dölleme yeteneğinden yoksundur (Park ve ark. 2005). Bu spermatozoon seçme yönteminden sonra embriyonik ölümlerde oldukça azalma görülmüştür. ICSI için hiyalüronik asite bağlanarak spermatozoon seçme yöntemi "Fizyolojik ICSI" olarak tanımlanmıştır. Dr. Huszar ve arkadaşları tarafından "PICSI" (preselected intracytoplasmatical sperm injection) adı verilen hiyalüronik asit kaplı petriler ticari olarak geliştirilmiştir. (Parmegiani ve ark. 2010). ICSI çoklu

mikromanipülasyon cihazları mikromanipülatör, mikropipetler ve mikroenjektörler kullanılarak mikroskop altında yapılan bir işlemdir. Elde edilen oositler IVF'te olduğu gibi maturasyona tabi tutulur. Spermatozoonlar ise PICSI petrilerinde mineral yağ altında inkübasyona bırakılır ve 15 dk içinde spermatozoonlar baş kısımlarıyla hiyalüronik asit ile kaplı mikronoktalara bağlanarak hızlı kuyruk hareketleriyle baş bölgesi etrafında dönerler. ICSI için en hareketli olarak bağlanan spermatozoonlar mikropipet kullanılarak toplanır (Jakap ve ark. 2005). Spermatozoonun kuyruğu boyun kısmındaki birleşme noktasından kesilerek hareketsiz hale getirilir. Mikropipetin ucu oositin zarına temas ettirilerek oolemin içinden delinir ve spermatozoon sitoplazmaya bırakılır. İşlem gören oosit, hücre kültürüne kaldırılarak inkübasyona alınır. Hiyalüronik asit içeren ürünlerin enjeksiyon sonrası zigot gelişmesine hiçbir olumsuz etkisi olmadığı ve oosit tarafından metabolize edildiği de bildirilmiştir (Van den bergh ve ark. 2009).

2.6. Cinsiyeti Belirlenmiş Sperma

M.Ö. 384– 322 yılları arasında yaşamış olan Aristo, çevresel koşulların cinsiyet tayini üzerine etkili olduğunu savunmuştur. Sıcak ve kuru rahimde gelişen yavrunun erkek, soğuk ve nemli rahimde gelişen yavrunun ise dişi olacağına inanmıştır. Ancak, 20. yüzyılın başında kromozomların cinsiyet tayini üzerindeki rollerinin keşfedilmiştir (Mittwoch 2005). Memelilerde fertilizasyonu gerçekleştirebilecek olan spermatozoonların yarısı tek bir X kromozomu ve diğer yarısı da bir Y kromozomu içerir. Spermatozoonların aksine ovumlar sadece X kromozomuna sahiptirler (Mcgeady ve ark. 2011). Geçmişte, X ve Y kromozoma sahip spermatozoonları ayırmak için sedimentasyon, filtrasyon, santrifüj, yüzdürme (swim up/down), elektroforez, sperma medyumundaki pH değişiklikleri, immünolojik teknikler ve motilite kriterleri, viskozite, basınç değişiklikleri gibi farklılıklara dayanan çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Günümüzde ise yaygın ve en başarılı olarak önerilen Flow Sitometri yöntemi ile spermatozoonların cinsiyetleri belirlenerek kullanıma sunulmakta ve yüksek düzeyde istenilen fayda sağlanabilmektedir (Bhalakiya ve ark. 2018). Bu yöntem, memelilerin X ve Y kromozomu taşıyan spermatozoonları arasındaki DNA içeriği farkının tam olarak ölçülmesi ile X ve Y kromozomlarını taşıyan canlı gametleri ayırmak için uygulanan %85-90 doğruluk oranına sahiptir (Johnson 2000; Maxwell ve ark. 2004). Yetiştiricilikte işletmenin sütçü (dişi) ya da etçi (erkek) ihtiyacına göre elde edeceği yavrular üretimi olumlu bir yönde etkileyecek, artan et ve süt üretimiyle sektöre ekonomik bir destek sağlayacaktır (Yalçın ve çevik 2020).

2.7. Spermbot

Son yıllarda biyoteknoloji, nanoteknoloji ve robotik alanlarındaki hızlı ilerlemeler, canlı hücrelerin mikro ölçekli robotik sistemlerde taşıyıcı veya yönlendirici olarak kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu kapsamda geliştirilen spermbotlar, sperm hücrelerinin doğal hareket kabiliyetinden faydalanılarak oluşturulan biyohibrit mikrorobotlardır. Bu yapılar, özellikle yardımcı üreme tekniklerinde ve hedefe yönelik ilaç taşıma sistemlerinde umut verici araçlar olarak değerlendirilmektedir. Spermbotlar, genellikle hareketli bir sperm hücresi ve bu hücreye bağlanmış mikro- veya nano-ölçekli sentetik yapıların birleşiminden oluşur. Spermatozoon, doğal flagella hareketi ile itici güç sağlarken, bağlandığı mikro yapı, taşıyıcı veya yönlendirici işlev görür. Manyetik alanlar, optik sistemler veya kimyasal gradyanlar gibi dışsal uyaranlar aracılığıyla yönlendirilmeleri mümkündür. Spermbotlar, özellikle düşük hareket kabiliyetine sahip sperm hücrelerinin taşınarak oosite ulaştırılmasında kullanılabilir. Bu teknoloji, geleneksel ICSI ve IVF yöntemlerine alternatif veya destekleyici bir araç sunmaktadır (Sánchez ve ark. 2015; Magdanz ve ark. 2017).

2.8. Sperm Aracılı Gen Transferi

Gen transferi, nüfus artışına paralel olarak, artan hayvansal ve bitkisel ürün ihtiyacının giderilmesi amacıyla ıslah çalışmalarında avantaj sağlamaktadır. Ancak bu uygulamaların maliyetlerinin yüksek olması, uzun üretim aralıkları ve teknik zorluklar gibi dezavantajlarının olması yeni yöntemlerin geliştirilmesine neden olmuştur. Bu amaçla yapılan çalışmalarda en uygun yöntemlerden birinin sperm aracılı gen transferi olduğunu tespit etmişler (Kaya ve ark., 2019). Spermatozoa hücreleri kullanılarak gen transferi yapılabileceğini bildirilen ilk çalışma 1971 yılında Brackett ve ark. tarafından farelerde uygulanmıştır (Brackett ve ark., 1971). Sonraki yıllarda spermatozoa hücreleri ile gen aktarımı yöntemi sığır, koyun, keçi, domuz gibi birçok çiftlik hayvanında uygulanmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Gandolfi, 2000) Özellikle domuz kullanılarak yapılan çalışmalarda oldukça yüksek bir başarı elde edilse de aynı başarıya sığırlarda ulaşılamamıştır (Behringer ve ark., 1989). Spermatozoon aracılı transgenik hayvan üretimi temelde çok basit prensiplere dayanır. Pratik olarak dondurulmuş veya taze toplanmış spermatozoonların 37-39°C'de ilgilenilen eksojen gen ile uygun bir ortamda inkübasyonu ve bu sürede eksojen genlerin spermatozoon hücrelerine nüfuz etmesi ile elde edilen transfekte edilmiş spermatozoonların in vivo veya in vitro yollarla oositlere aktarılması işlemi olarak açıklanmıştır (Wheeler ve ark., 2003).

3. SONUÇ

Biyoteknolojik çalışmalar birçok sektörde olduğu gibi reprodüksiyonda da kendine yer bulmuştur. Yetiştiricilikte; yavru elde edilmesi, genetik ilerlemenin sağlanması, damızlık sürünün genişletilmesi amaçlarıyla başarıyla kullanılan bu yöntemlere her geçen gün yenisi eklenmektedir. Bu gelişmelerden olabildiğince yararlanabilmek adına, bilim ile sahaları birleştirmek ve yeniliklere açık olmak gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Aksu, E. H., Kandemir, F. M., Altun, S., Küçükler, S., Çomaklı, S., Ömür, A. D. (2016). Ameliorative effect of carvacrol on cisplatin-Induced reproductive damage in male rats. *Journal of biochemical and molecular toxicology*, 30(10), 513-520.

Baran, A., Ak, K., İleri, K. (2003). Dişi köpeklerde taze ve donmuş spermayla intravaginal yolla yapılan suni tohumlama uygulamalarında elde edilen fertilite oranları. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 29(1), 147-156.

Behringer, R. R., Ryan, T. M., Reilly, M. P., Asakura, T., Palmiter, R. D., Brinster, R. L., Townes, T. M. (1989). Synthesis of functional human hemoglobin in transgenic mice. *Science*, 245(4921), 971-973.

Bhalakiya, N., Haque, N., Patel, D., Chaudhari, A., Patel, G., Madhavatar, M., ... Kumar, R. (2018). Sperm sexing and its application in livestock sector. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 2018(Special 7), 259-272.

Boyle, M. S. (1992). Artificial insemination in the horse. *In Annales de zootechnie* (Vol. 41, No. 3-4, pp. 311-318).

Brackett, B. G., Baranska, W., Sawicki, W., Koprowski, H. (1971). Uptake of heterologous genome by mammalian spermatozoa and its transfer to ova through fertilization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *68*(2), 353-357.

Daşkın, A., Y., Tekin, A. G. K., Olğaç, A. G. K. T., Aksel, V. H. A. A. (2015). Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu.

Dere, E., Anderson, L. M., Huse, S. M., Spade, D. J., McDonnell-Clark, E., Madnick, S. J., ... Boekelheide, K. (2018). Effects of continuous bisphenol A exposure from early gestation on 90 day old rat testes function and sperm molecular profiles: a CLARITY-BPA consortium study. *Toxicology and applied pharmacology*, 347, 1-9.

Edirisinghe, W. R., Murch, A., Junk, S., Yovich, J. L. (1997). Cytogenetic abnormalities of unfertilized oocytes generated from in-vitro fertilization and intracytoplasmic sperm injection: a double-blind study. *Human reproduction (Oxford, England)*, 12(12), 2784-2791.

Foote, R. H. (2010). The history of artificial insemination: Selected notes and notables. *J. Anim. Sci*, 80, 1-10.
Gandolfi, F. (2000). Sperm-mediated transgenesis. *Theriogenology*, 53(1), 127-137.
Gökçen H. Dünya'da ve Türkiye'de Sun'i Tohumlamanın Tarihçesi, Performans Dergisi, Eylül 1998, Sayı:5 https://www.hazimgokcen.net/mesleki-tarih/dunyada-ve-turkiyede-suni-tohumlamanin-tarihcesi/ Erişim Tarihi: 19.01.2026).
Günay, Ü., Soylu, M. K. (2000). Dişi ve erkek köpeklerin reprodüktif özellikleri. *J Fac Vet Med*, *19*, 169-176.
Gündoğan, M. (1998). İn Vitro Fertilization İn The Bovine (A Review). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 38(2), 103-115.
Hafez, E. S. E. (1993). Assisted reproductive technology: ovulation manipulation, in vitro fertilization/embryo transfer. *Reproduction in Farm Animals. Lea & Febiger. Philadelphia*.
Halbert, G. W., Dobson, H., Walton, J. S., Buckrell, B. C. (1990). A technique for transcervical intrauterine insemination of ewes. *Theriogenology*, 33(5), 993-1010.
Hamano, K. I., Li, X., Qian, X. Q., Funauchi, K., Furudate, M., Minato, Y. (1999). Gender preselection in cattle with intracytoplasmically injected, flow cytometrically sorted sperm heads. *Biology of Reproduction*, 60(5), 1194-1197.
Huszar, G., Ozenci, C. C., Cayli, S., Zavaczki, Z., Hansch, E., Vigue, L. (2003). Hyaluronic acid binding by human sperm indicates cellular maturity, viability, and unreacted acrosomal status. *Fertility and sterility*, 79, 1616-1624.
Jakab, A., Sakkas, D., Delpiano, E., Cayli, S., Kovanci, E., Ward, D., ... Huszar, G. (2005). Intracytoplasmic sperm injection: a novel selection method for sperm with normal frequency of chromosomal aneuploidies. *Fertility and sterility*, 84(6), 1665-1673.
Johnson, L. A. (2000). Sexing mammalian sperm for production of offspring: the state-of-the-art. *Animal reproduction science*, 60, 93-107.
Kalkan, O., Uçar, Ö. (2016). Köpeklerde Spermanın Alınması, Saklanması ve Suni Tohumlamada Kullanılmasına Kısa Bir Bakış. *Institute of Health Sciences Journal,* 1(2), 25-
Kaya, C., Akar, M., Genç, M. D., & Çevik, M. (2019). Reprodüktif biyoteknolojide kullanılan gen transfer yöntemleri: Spermatozoon aracılı gen transferi. *International Black Sea Coastline Countries Symposium*, Samsun, Türkiye.
Kimura, Y., Yanagimachi, R. (1995). Intracytoplasmic sperm injection in the mouse. *Biology of reproduction*, 52(4), 709-720.
Korkmaz, Ö., Küplülü, Ş. (2014). Yüksek süt verimli ineklerde infertilite nedenleri. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 3(1), 49-54.
Lonergan, P. (2018). Historical and futuristic developments in bovine semen technology. Animal, 12(s1), s4-s18.
Magdanz, V., Medina-Sánchez, M., Schwarz, L., Xu, H., Schmidt, O. G. (2017). Spermatozoa as functional components of robotic microswimmers. *Journal of Nanobiotechnology*, 15(1), 1
Martin, M. J. (2000). Development of in vivo-matured porcine oocytes following intracytoplasmic sperm injection. *Biology of Reproduction*, 63(1), 109-112.
Maxwell, W. M. C., Evans, G., Hollinshead, F. K., Bathgate, R., De Graaf, S. P., Eriksson, B. M., ... O'Brien, J. K. (2004). Integration of sperm sexing technology into the ART toolbox. *Animal Reproduction Science*, 82, 79-95.
McGeady, T. A., Quinn, P. J., FitzPatrick, E. S., Ryan, M. T. (2011). Veteriner Embriyoloji. Baskı, Malatya: Medipres Yayıncılık, 263-266.
Mittwoch, U. (2005). Sex determination in mythology and history. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 49, 7-13.
Narlicay S, Ataman MB (2022) Current Methods Used for Long-Term Storage of Semen, *Turkish Veterinary Journal*, 3(2): 41-50.
Ombelet, W., Van Robays, J. (2015). Artificial insemination history: hurdles and milestones. *Facts, views & vision in ObGyn*, 7(2), 137.

Pabuçcuoğlu S. Reprodüktif Biyoteknolojinin Dünü Bugünü ve Yarını, 9. Ulusal Reprodüksiyon ve Suni Tohumlama Kongresi Bildiri Özetleri, 5-9 Eylül 2018, Hatay, Türkiye, 7-14.
Park, C. Y., Uhm, S. J., Song, S. J., Kim, K. S., Hong, S. B., Chung, K. S., ... Lee, H. T. (2005). Increase of ICSI efficiency with hyaluronic acid binding sperm for low aneuploidy frequency in pig. *Theriogenology*, 64(5), 1158-1169.
Parmegiani, L., Cognigni, G. E., Bernardi, S., Troilo, E., Ciampaglia, W., Filicori, M. (2010). "Physiologic ICSI": hyaluronic acid (HA) favors selection of spermatozoa without DNA fragmentation and with normal nucleus, resulting in improvement of embryo quality. *Fertility and sterility*, 93(2), 598-604.
Polge, C., Smith, A. U., Parkes, A. S. (1949). Revival of spermatozoa after vitrification and dehydration at low temperatures. *Nature*, 164(4172), 666-666.
Rashidi, M. (2011). Koyunlarda dondurulmuş koç sperması ile trans-servikal yapay tohumlama (Master's thesis, Ankara Universitesi (Turkey)).
Salisbury, G. W., Fuller, H. K., Willett, E. L. (1941). Preservation of bovine spermatozoa in yolk-citrate diluent and field results from its use. *Journal of Dairy Science*, 24(11), 905-910.
Sanchez, R., Gomez, I., Samper, J. C. (2009). Artificial insemination with frozen semen. *Equine breeding management and artificial insemination*, 175-183.
Sánchez, S., Solovev, A. A., Schulze, S., Schmidt, O. G. (2015). Controlled manipulation of sperm cells with tubular micro-robots. Applied Physics Letters, 99(5), 053101.
Sherman, J. K. (1973). Synopsis of the use of frozen human semen since 1964: state of the art of human semen banking. *Fertility and Sterility*, 24(5), 397-412.
Sönmez, M. (2022). Veteriner Hekimlikte Suni Tohumlama ve Androloji. Elazığ
Sönmez, M., Fırat, F. (2022). Bilgisayar destekli sperma analiz (CASA) sistemiyle yapılan incelemelerde spermatozoonların motilitesini ve kinematik değerlerini etkileyen faktörler. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi,* 36(2), 153-164.
Suzuki, K., Eriksson, B., Shimizu, H., Nagai, T., & Rodriguez-Martinez, H. (2000). Effect of hyaluronan on monospermic penetration of porcine oocytes fertilized in vitro. *International Journal of Andrology*, 23(1), 13-21.
Tekin, N., İzgür, H., Özyurt, M. (1987). Köpeklerde penis masajı yöntemiyle sperma alma ve başlıca spermatolojik özellikler üzerinde araştırmalar. *Selçuk Üniv Vet Fak Derg*, *1*, 83-95.
Tekin, N. (1996). Ankara keçilerinden değişik yöntemlerle sperma alınması ve değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 43(04).
Uehara, T., Yanagimachi, R. (1976). Microsurgical injection of spermatozoa into hamster eggs with subsequent transformation of sperm nuclei into male pronuclei. Biol Reprod, 15(4), 467-470.
Van den Bergh, M. J., Fahy-Deshe, M., Hohl, M. K. (2009). Pronuclear zygote score following intracytoplasmic injection of hyaluronan-bound spermatozoa: a prospective randomized study. Reproductive biomedicine online, 19(6), 796-801.
Varışlı, Ö., & Akyol, N. (2018). Süt sığırcılığında üreme verimini etkileyen faktörler. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 58(3), 1-6.
Wheeler, M. B., Walters, E. M., & Clark, S. G. (2003). Transgenic animals in biomedicine and agriculture: outlook for the future. *Animal reproduction science*, *79*(3-4), 265-289.
Wolf, D. P., Quigley, M. M. (1984). Historical Background and Essentials for a Program in In Vitro Fertilization and Embryo Transfer. In Human In Vitro Fertilization and Embryo Transfer (pp. 1-9). Boston, MA: Springer, US.
Yalçın, B., Çevik, M. (2020). Memelilerde Cinsiyetin Tayini ve Değerlendirilmesi. Hayvansal Üretim, 61(1), 63-72.
Yanagimachi, R. (1994). Mammalian fertilization. *The physiology of reproduction*, *1*, 273-279.

THERMAL RUNAWAY IN LITHIUM-ION BATTERIES IN AVIATION: A DIGITAL TWIN–FOCUSED REVIEW FROM CIVIL AND MILITARY PERSPECTIVES

Ayşenur TOPCU
Eskişehir Osmangazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Aviation Science and Technology, 26040 Büyükdere, Eskişehir
ORCID ID: 0000-0003-1350-1712
Özge YETİK
Department of Mechanical Engineering, School of Engineering and Architecture, Eskisehir Osmangazi University, 26480 Bati Meselik, Eskisehir, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-4027-3428

ÖZET
Havacılıkta elektrifikasyonun hızlanmasıyla birlikte lityum-iyon bataryalar, uçuş emniyeti ve görev sürekliliği açısından kritik sistemler hâline gelmiştir. Ancak yüksek enerji yoğunluğu, termal kararlılık sınırlamaları nedeniyle özellikle havacılık ortamında ciddi güvenlik riskleri doğurmaktadır. Bu risklerin başında, kontrolsüz ekzotermik reaksiyonlarla karakterize edilen termal kaçak olgusu gelmektedir.
Bu çalışma, lityum-iyon bataryalarda termal kaçağı sivil ve askerî havacılık perspektiflerini bütünleştiren sistem düzeyinde bir yaklaşımla incelemektedir. Literatür taraması kapsamında hücreden sistem seviyesine uzanan termal kaçak mekanizmaları, uluslararası sertifikasyon çerçeveleri ve simülasyon tabanlı analiz yöntemleri değerlendirilmiştir. Özellikle dijital ikiz tabanlı yaklaşımların, batarya yönetim sistemleriyle entegrasyonu sayesinde termal kaçak riskinin öngörüsel ve proaktif biçimde yönetilebildiği gösterilmiştir. Bulgular, havacılık ortamının termal kaçak başlangıç eşiğini düşürdüğünü ve hücreler arası yayılımı hızlandırdığını ortaya koymakta; bu nedenle hücre merkezli yaklaşımların yetersiz kaldığını göstermektedir. Çalışma, termal kaçağı reaktif bir güvenlik problemi olmaktan çıkararak tasarım, sertifikasyon ve operasyon aşamalarında yönetilmesi gereken çok boyutlu bir sistem riski olarak yeniden konumlandırmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Havacılık, lityum-iyon batarya, termal kaçak, dijital ikiz, uçuş emniyeti, sivil havacılık, askerî havacılık

ABSTRACT
With the accelerating electrification of aviation, lithium-ion batteries have become critical systems in terms of flight safety and mission continuity. However, their high energy density also introduces serious safety risks, particularly in the aviation environment, due to inherent limitations in thermal stability. Among these risks, thermal runaway—characterized by uncontrolled exothermic reactions—stands out as one of the most critical phenomena.
This study examines thermal runaway in lithium-ion batteries through a system-level approach that integrates both civil and military aviation perspectives. Within the scope of a comprehensive literature review, thermal runaway mechanisms spanning from the cell to the system level, international certification frameworks, and simulation-based analysis methods are evaluated. In particular, it is demonstrated that digital twin–based approaches, when integrated with battery management systems, enable predictive and proactive management of thermal runaway risk. The findings indicate that the aviation environment lowers the initiation threshold of thermal runaway and accelerates cell-to-cell propagation, thereby revealing the inadequacy

of cell-centric approaches. The study repositions thermal runaway not as a reactive safety issue, but as a multidimensional system-level risk that must be managed across the design, certification, and operational phases.
Keywords: Aviation, lithium-ion battery, thermal runaway, digital twin, flight safety, civil aviation, military aviation

1. INTRODUCTION

Electric and hybrid-electric aircraft, eVTOL (electric Vertical Take-off and Landing) platforms, and long-endurance unmanned aerial vehicles have elevated battery systems from secondary subsystems to a central element of flight safety (Brelje & Martins, 2019). However, when the high specific energy advantage of lithium-ion batteries is considered alongside the risk of thermal runaway, aviation-specific failure scenarios with severe consequences emerge (Feng et al., 2018).

The aim of this study is to address thermal runaway as an integrated system-level risk within the context of both civil and military aviation. In addition, it seeks to demonstrate the role of the digital twin approach in managing this risk. Within the scope of the study, a systematic literature review is conducted, and a conceptual analysis is presented.

2. RESEARCH AND FINDINGS

2.1. Areas of Use of Lithium-Ion Batteries in Aviation

In civil aviation, batteries have traditionally been used in backup power systems; however, with the emergence of electric and hybrid platforms, they have been directly integrated into propulsion systems (Patterson et al., 2018). In particular, the high continuous power demand of eVTOL and UAM platforms significantly increases the risk of thermal runaway (EASA, 2022).

In military aviation, batteries serve as a central energy source for radar, sensor, communication, and mission computer systems. Long-endurance MALE (Medium Altitude, Long Endurance) and HALE (High Altitude, Long Endurance) class UAV missions, when combined with low-pressure environments and limited cooling conditions, place significant stress on thermal stability (NATO, 2020).

2.2. Thermal Runaway Mechanism and Aviation-Specific Effects

Thermal runaway occurs as a result of the uncontrolled acceleration of exothermic reactions within the cell. In the aviation environment, low ambient pressure, limited convective cooling, and high vibration loads reduce the threshold for the onset of thermal runaway (Zhu et al., 2022).

The literature indicates that cell-centered approaches are insufficient to represent these complex interactions and that system-level assessments are essential (Ouyang et al., 2021).

2.3. Certification and Regulatory Perspective

In civil aviation, battery safety is primarily based on fail-safe and fail-contain philosophies. The documents AC 20-184 published by the FAA (Federal Aviation Administration) and RTCA DO-311A emphasize limiting the consequences of thermal runaway scenarios (FAA, 2023; RTCA, 2021).

In contrast, military aviation adopts a mission-survive approach, aiming for battery systems to remain functional for a certain period even under failure conditions (NATO, 2020). This distinction clearly demonstrates that thermal runaway management is a context-sensitive risk.

2.4. Simulation-Based Analysis and the Digital Twin Approach

In thermal runaway analysis, electrochemical, thermal, CFD, and multiphysics models are widely used. However, the majority of these models are limited to static scenarios (Ren et al., 2022).

The digital twin approach enables monitoring and prediction of battery behavior throughout the flight by integrating real-time sensor data with physics-based models (Grieves & Vickers, 2017). Digital twins go beyond conventional Battery Management System (BMS) approaches, particularly in military platforms, by providing mission-profile-dependent risk assessment and dynamic decision-support mechanisms (Kim et al., 2023).

3. CONCLUSION AND DISCUSSION

This study demonstrates that thermal runaway in lithium-ion batteries is not a cell-centered problem in aviation, but rather a multidimensional risk directly associated with system architecture, mission profile, and operational conditions. Digital twin–based approaches offer critical potential for the predictive and proactive management of thermal runaway risk. Future studies should focus on certification-compliant digital twin validation methods and aviation-specific experimental data. In this context, the integration of digital twins into certification processes is expected to become one of the key determinants of battery safety in future aviation systems.

REFERENCES

Brelje, B. J., & Martins, J. R. R. A. (2019). Electric, hybrid, and turboelectric fixed-wing aircraft: A review of concepts, models, and design approaches. *Progress in Aerospace Sciences, 104*, 1–19.

EASA. (2022). *Special Condition VTOL*.

Feng, X., et al. (2018). Thermal runaway mechanism of lithium-ion battery for electric vehicles. *Energy Storage Materials, 10*, 246–267.

FAA. (2023). *Advisory Circular AC 20-184*.

Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems.

Kim, T., et al. (2021). Battery safety considerations for eVTOL aircraft. *Aerospace Science and Technology, 115*, 106–115.

Kim, Y., et al. (2023). Digital twin-based battery health management for aviation applications. *Journal of Power Sources, 560*, 232–245.

NATO. (2020). *Energy resilience in military operations*.

Ouyang, D., et al. (2021). Review of thermal runaway in lithium-ion batteries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 134*, 110–123.

Patterson, M. D., et al. (2018). Hybrid-electric propulsion for aircraft. *Journal of Aircraft, 55*(1), 347–359.

Ren, D., et al. (2022). Modeling of lithium-ion battery thermal runaway. *Energy Storage Materials, 45*, 1–20.

RTCA. (2021). *DO-311A: Minimum Operational Performance Standards*.

Zhu, J., et al. (2022). Effects of low pressure on lithium-ion battery thermal runaway. *Journal of Power Sources, 520*, 230–241.

TURİZM SEKTÖRÜNDE YAPAY ZEKÂ ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR ARAŞTIRMA

Şeyma Nur ÜNAL
Karabük Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Karabük.
ORCID ID: 0000-0002-3475-7226

ÖZET

Yapay zekâ, çevreyi analiz ederek ve belirli hedeflere ulaşmak için harekete geçirerek akıllı davranışlar sergileyen sistemleri ifade etmektedir. Ekonominin ve ekonomideki sektörlerin gelişimi, tahmini ve analizi yapay zekânın getirdiği yeni yöntemlerle elde edilebilmektedir. Makine öğrenimi, derin sinir ağları, büyük veri, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi teknolojilere dayanan yapay zekâ, ekonomiyi ve ekonomideki sektörleri önemli ölçüde değiştirme potansiyeline sahiptir. Son birkaç yılda yapay zekâ ve makine öğrenimi uygulamalarında kayda değer ilerlemeler olup birçok endüstride yayılmıştır. Yapay zekânın karmaşık görevleri yerine getirme, öğrenme ve zaman içinde daha iyi olma konusundaki muazzam yetenekleri ve neredeyse sınırsız potansiyeli, bu teknolojinin turizm sektörü için son derece önemli hale gelmesine katkıda bulunmuştur. Yapılan araştırmayla bu yeni yöntemlerin turizm sektöründeki kullanım örnekleri gösterilmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, turizm endüstrisindeki yapay zekâ uygulamalarına ilişkin mevcut literatürün kapsamlı bir sentezini sağlamaktır. Çalışmada yer alan makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay sinir ağları ve veri madenciliği gibi yapay zekâ yöntemleriyle oluşturulacak olan yeni modeller sayesinde turizm sektöründe yapılacak olan araştırmaların hızlanarak literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Ayrıca turizmde yapay zekânın etkili, sorumlu ve sürdürülebilir kullanımına yönelik gelecekteki araştırmalara rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Turizm, yapay zekâ, bilgisayar programları

A CONCEPTUAL RESEARCH ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE TOURISM SECTOR

ABSTRACT

The development, prediction and analysis of the economy and its sectors can be achieved with new methods brought by artificial intelligence. Artificial intelligence refers to systems that exhibit intelligent behavior by analyzing the environment and activating it to achieve certain goals. Artificial intelligence, based on technologies such as machine learning, deep neural networks, big data, internet of things and cloud computing, has the potential to significantly change the economy and its sectors. There have been significant advances in artificial intelligence and machine learning applications in the last few years and they have spread to many industries. The enormous capabilities and almost unlimited potential of AI to perform complex tasks, learn and get better over time have contributed to this technology becoming extremely important for the tourism industry. The research shows examples of the use of these new methods in the tourism sector. The main aim of this study is to provide a comprehensive synthesis of the existing literature on artificial intelligence applications in the tourism industry. Thanks to the new models to be created with artificial intelligence methods such as machine learning, deep learning, artificial neural networks and data mining, it is predicted that the research to be conducted in the tourism sector will accelerate and contribute to the literature. It also aims to guide future research on the effective, responsible and sustainable use of artificial intelligence in tourism.

Keywords: Tourism, neural networks, computer programs

GİRİŞ

Turizm, "ulaşım, konaklama, yeme-içme işletmeleri, perakende satış mağazaları, eğlence işletmelerine giriş ve evden uzakta seyahat eden bireyler veya gruplar için sağlanan diğer konaklama hizmetlerinden oluşan bir seyahat deneyimi sunan faaliyetler, hizmetler ve endüstriler topluluğu" olarak tanımlanmaktadır (Nayak Panigrahy, 2021: 290). Turizm birçok ülke için en belirgin ekonomik trendlerden biri olarak görülmektedir. Birçok destinasyon için bu trend artmaya devam ederek ekonominin en dinamik ve en hızlı büyüyen sektörü haline gelecektir.

Teknolojik yenilikler her endüstriyel sektörde verimliliğin artmasını desteklemektedir. Yapay zekâ en önemli yenilikçi çözümler arasında yer almaktadır. Yapay zekâ günlük hayatımıza 'paylaşım ekonomisi', 'Nesnelerin İnterneti' veya 'İnsanların İnterneti' gibi birçok yeni fikir getirmiştir. Turizm sektörü yapay zekadan etkilenen birçok sektör arasındadır. Seyahat acentelerinde ve hava taşımacılığı şirketlerinde farklı akıllı sistemler ve sohbet robotları kullanılmaktadır. Yakın geleceğe ilişkin öngörüler, turizm sektöründe onlarca yıldır devam eden teknolojik devrimin daha da yeniden düzenlenmesine yol açacak kişiye özel çözümlerin geliştirilmesini öngörmektedir (Zsarnoczky, 2017).

Yapay zekâ bu nedenle insanca düşünen, insanca hareket eden, rasyonel düşünen veya rasyonel hareket eden bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Makinelerin insan davranışını sergilemesi (insanca davranması) için altı yetenek gereklidir. Doğal dil işleme (iletişim kurmak için), bilgi temsili (bilgiyi depolamak için), otomatik muhakeme (depolananları kullanmak için) sonuç çıkarmak için bilgi), makine öğrenimi (örüntüleri tahmin etmek), bilgisayarlı görme (nesneleri algılamak) ve robotik (nesneleri manipüle etmek ve hareket etmek). Bu altı yetenek yapay zekânın alt disiplinlerini temsil etmektedir (Tussyadiah, 2020:1).

Makine öğrenimi, derin sinir ağları, büyük veri, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi teknolojilere dayanan yapay zekâ, ekonomiyi ve ekonomideki sektörleri önemli ölçüde değiştirme potansiyeline sahiptir. Bu sektörlerin başında ihracat geliri, istihdam yaratma ve kalkınmada kilit bir faktör olan turizm sektörü gelmektedir. Sektörlerdeki veri miktarı arttıkça yapay zekâya ve bunun alt dallarına olan ihtiyaç kaçınılmaz olacaktır. Nitekim turizm verileri bilgisayar bilimlerinde çeşitli alanlarda analiz edilmek üzere kullanılacaktır.

Çalışmada giriş bölümünün ardından turizme genel bakış, yapay zekâ, makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay sinir ağları ve veri madenciliği konularına yer verilmiştir. Ardından literatür taramalarına ilişkin araştırmalar yer almaktadır. Son olarak çalışmanın sonucuna yer verilerek çalışma sonlandırılmıştır.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taramasında kitap ve makale çalışmaları, yüksek lisans ve doktora tezleri farklı format ve detaylarda ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan çalışmanın literatür araştırmasında yapay zekâ üzerine turizm alanında yurtdışı ve yurtiçi olmak üzere birçok çalışma yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Tarama sonucu, araştırma sonuçlarının farklı araştırmada elde edilen bulgularla karşılaştırma yapma fırsatını da doğurmaktadır.

Tablo 1. Literatür

Yıl	Yazarlar	Yöntem	Sonuç
1996	Pattie ve Synder	Zaman serisi ve YSA	ABD Ulusal Park Hizmetinden alınan bir veri setiyle analiz edilerek sinir ağı tekniğinin 12 ay sonrasını tahmin eden en doğru modeller olduğunu gösteriyor. Sonuçlar sinir ağı modelinin turizm biliminde klasik tahmin

			tekniklerine geçerli bir alternatif olduğunu ortaya konulmuştur.
1999	Law ve Norman	Zaman Serisi ve YSA	Hong Kong'a Japon turist varışlarını tahmin etmek için denetimli ileri beslemeli sinir ağı modeliyle 1967-1996 yılları arasındaki hizmet Fiyatı, ortalama otel fiyatı, döviz kuru, nüfus, pazarlama giderleri ve Gayri Safi Yurtiçi Harcama verilerini kullanmışlardır. Sinir ağı çoklu regresyon, hareketli ortalamadan daha iyi bir performans sergilediği sonucuna ulaşılmıştır.
1999	Uysal ve El Roubi	Çoklu regreyon ve YSA	Turizm talep çalışmalarında çoklu regresyonun kullanımına alternatif bir yaklaşım olarak YSA'nın kullanışlılığı gösterilmiştir. ABD'deki Kanada turizm harcamalarını kullanarak YSA'ların turizm talebi çalışmalarında kullanılmasının tahmin yanlılığı ve doğruluğu açısından daha iyi tahminlerle sonuçlanabileceğini ortaya koymuşlardır.
2001	Burger vd.	Zaman serisi, ARIMA ve YSA	ABD'nin Güney Afrika'nın Durban kentine seyahat talebini tahmin etmek amacıyla 1992'den 1998'e kadar olan veriler kullanılıp gerçek ve tahmini ziyaretçi sayısı karşılaştırılmış. Anket, sinir ağı yönteminin en iyi performansı gösterdiğini göstermektedir.
2002	Tsaur vd.	YSA	Uluslararası turistik otellere konuk sadakatini analiz etmek ve yapay sinir ağlarının modele uygun tatmin edici performans gösterdiğini bulmayı hedeflemişler. YSA ve lojistik regresyon modellerinin karşılaştırmalı analizleri, YSA'nın genel model uyumunda regresyon modellerinden daha iyi performans gösterdiği sonucuna varmışlardır.
2003	Cho	ARIMA ve Yapay Sinir Ağları	Ocak 1974'ten Aralık 2000'e kadar altı ülkeden (ABD, İngiltere, Singapur, Japonya, Tayvan ve Kore) Hong Kong'a gelen ziyaretçi sayısını tahmin etmek için uygulamıştır. YSA'nın ARIMA'dan daha iyi performans gösterdiği sonucuna ulaşmıştır.
2003	Baldemir ve Bahar	YSA	1984-1999 yılları arasında Amerika Birleşik Devletleri (ABD), İngiltere, Almanya, Fransa ve Avusturya'dan Türkiye'ye olan turizm talebinin sinir ağları modelini kullanarak analizi yapılmıştır. Özellikle, ABD, Almanya, Fransa ve Avusturya için elde edilen sonuçlar, sinir ağının diğer modellere göre daha doğru ve az hatalı sonuçlar verdiği gösterilmiştir.
2005	Çuhadar Kayacan	YSA	Çalışmalarında konaklama istatistiklerinin "1990-2002" yıllarına ait aylık verilerinden yararlanarak gerçek değerlere çok yakın tahmin değerleri ve çok düşük hata oranları elde edilmiştir.
2008	Fernandes ve Teixera	YSA	Ocak 1987 ile Aralık 2006 arası Kuzey Portekiz'deki "Otellerde Aylık Misafir Gecelerini" temsil eden zaman

			serilerinin işlenmesi, analizi ve modellenmesi üzerinedir. Çalışma sonucunda YSA modelinin çıktı tahmin verilerinin analizi, hedef verilere kıyasla oldukça yakın bir sonuç göstermiştir.
2011	Lin vd.	ARIMA, YSA, MARS	Tayvan'a gelen ziyaretçilerin 2003-2010 yılları arasındaki tahmin modelini oluşturmaya çalışmaktadır. Sonuçlar ARIMA'nın YSA'lardan daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. MARS yaklaşımlarını RMSE, MAD ve MAPE açısından değerlendirmiş ve turizm tahminleri için etkili alternatifler sunmuşlardır.
2012	Chen vd.	ARIMA ve YSA	Ocak 1971'den Ağustos 2009'a kadar Japonya, Hong Kong ve Makao gibi büyük pazarlardan Tayvan'a gelen uluslararası turist sayısı dikkate alınmıştır. Deneysel sonuçlar, önerilen modelin, ampirik mod ayrıştırması ön işlemesi olmayan tek geriye yayılımlı sinir ağı modelinden ve geleneksel otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA) modellerinden daha iyi performans göstermiştir.
2013	Shahrabi vd.	Sinir Ağı ve Nöro-Bulanık sistemler	Japonya'ya Ocak 1996'dan Aralık 2010'a kadar aylık turist gelişleri ABD, İngiltere, Kore ve Fransa pazarından elde edilmektedir. Sonuçlar, Modüler Genetik Bulanık Tahmin Sisteminin tahmin doğruluğunun, MAPE ve RMSE değerlendirmelerine göre Klasik Zaman Serisi modelleri, Nöro-Bulanık sistemler ve sinir ağı gibi literatürdeki diğer yaklaşımlardan nispeten daha iyi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.
2014	Claveria ve Torra	Zaman serisi ve YSA	Çalışmada 2001'den 2009'a kadar Katalonya'ya tüm farklı menşe ülkelerden geceleme ve turist varışlarına ilişkin veriler kullanılmıştır. Otoregresif entegre hareketli ortalama modelleri, kendi kendini uyaran eşik otoregresyonlarından ve YSA modellerinden daha iyi performansa ulaşıldı.
2015	Cankurt ve Subaşı	Makine Öğrenmesi	Türkiye ve ilk 10 turizm müşterisi ile ilişkili 1996 ve 2013 yıllarındaki aylık zaman serilerinden veriler oluşmaktadır. Çok katmanlı algılayıcı regresyonu ve destek vektör regresyon modellerini kullanılmıştır. Göreceli mutlak hata ve kök göreceli kare hatası ölçümleri açısından, önerilen makine öğrenimi modelleri daha iyi tahmin doğruluğu elde edildiği sonucuna ulaşmışlardır.
2016	Moro vd.	YSA	Bu çalışma, 2013 ile Haziran 2016 arasında Google Akademik sıralamasına göre yayınlanan 50 ilgili makaleye dayanarak turizm talep tahminine ilişkin çok yeni bir literatür taraması sunmayı amaçlamaktadır. Yapay zekâ teknikleri ve en önemlisi sinir ağları, turizm

			tahmini için son yıllarda açıkça daha fazla kullanılmaya başladığı sonucuna ulaşmışlardır.
2017	Ulucan ve Kızılırmak	YSA	Çalışmada yazarlar İstanbul'daki beş yıldızlı bir otelin 2013-2016 yılları arasında satılan oda sayıları kullanılarak testler yapmışlar ve yapay sinir ağı modeli ile elde edilen verilerin gerçek değerlere en yakın sonuçları verdiğini tespit etmişlerdir.
2017	Sugiartawan vd.	LSTM ve RNN	Model her ay 1995'ten 2014'e kadar Endonezya'ya yapılan turist ziyaretlerinin sayısından oluşmaktadır. Değerlendirmede dalgacık ve LSTM yönteminin hibrit modelinin orijinal LSTM, Elman ve Jordanrnn'lerden daha iyi eğitim süresi verdiğini göstermektedir. Ayrıca bu yöntem, turist varış sayısını diğer hibrit yöntemlere göre daha doğru tahmin yaptığı sonucuna ulaşmışlardır.
2018	Folgieri vd.	YSA	Çalışmada Ocak 2007- 31 Aralık 2012 arasındaki verilerle Hırvatistan'a turist gelişlerini tahmin etmek için geri yayılımlı bir YSA kullanılmıştır. Sonuç olarak duygu analizinden elde edilen verileri de içeren, turist gelişlerini tahmin etmeye yönelik sinir ağı modelinin daha önce elde edilen sonuçlardan daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.
2019	Deniz	YSA	Turizm sektöründe bir tahmin probleminin çözümü amacıyla YSA kullanılarak veri madenciliği aracı WEKA ile modelleme ve çözümleme yapılmıştır. TÜİK 1969-2017 yılları arası aylık turizm gelirleri verilerinden yararlanılmıştır. Bu veriler YSA ile modellenerek, 2018 verileri tahminlenmiştir.
2019	Alamsyah ve Friscintia	YSA	Endonezya'ya aylık turist gelişini doğru tahmin edebilmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın bağımsız değişkenleri GSYİH, TÜFE, Malezya, Çin, Avustralya, Singapur ve Japonya'nın döviz kurlarıdır. Model doğruluğu %99,84 ve ortalama hata değeri 0.0033 olarak bulunmuştur.
2020	Höpken vd.	ARIMA ve YSA	Çalışma, turizm gelişlerini tahmin etme yöntemleri olarak otoregresif entegre hareketli ortalama (ARIMA) modellerini makine öğrenimi tabanlı teknik yapay sinir ağı (YSA) ile karşılaştırmaktadır. Çalışma sonuçları, gezginlerin çevrimiçi arama davranışını (yani büyük veri bilgi kaynağı) yansıtan Google Trends verilerinin, yalnızca geçmiş varışları kullanan otoregresif yaklaşımlarla karşılaştırıldığında turist varış tahmini performansını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. YSA, ARIMA modellerinden daha iyi performans gösterme kapasitesine sahip olduğu elde edilmiştir.
2022	Nguyen vd.	YSA	2008 ile 2020 arasında Vietnam'ı uluslararası turist veri setleriyle incelemişlerdir. Sonuçlara göre YSA

			mimarilerinin doğru seçimi ve önceki 12 aya ait verilerle en iyi YSA modelleri %7,9 ile %9,2 arasında bir MAPE ile gelecek ay için tahmin etmişlerdir.
2023	Aragon ve Munoz	Makine Öğrenimi	2016-2021 döneminde İspanya Ulusal İstatistik Enstitüsü'nün yerleşik turizm anketinden elde edilen konaklama ve ulaşım hizmetlerinin rezervasyon şeklini analiz edilmiştir. Seçilen tahmine dayalı değerlendirme metrikleri, lojistik regresyon istatistiksel modelinin, Çok Katmanlı Perceptron sinir ağının tahmin kapasitesini geliştirdiğini ve Rastgele Orman algoritması tarafından elde edilen maksimum tahmin kapasitesine çok yakın değerler bulunmuştur.

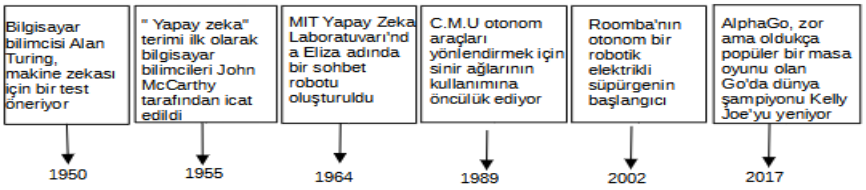
2. KAVRAMSAL MODEL

2.1. Turizme genel bir bakış

Ekonomi dallarından biri olarak görülen turizm, gelişmişlik düzeyleri ve diğer dalların büyümesi açısından birbirileriyle bağlantılıdır. Bu bağlantı ülkeden ülkeye değişmektedir. Turizm her milletin en önemli ekonomik faaliyeti olup dünyanın en hızlı büyüyen endüstrilerinden biridir. Turizm endüstrisi çevresel, doğal ve kültürel kaynaklara dayanmaktadır. Ekonomide turizm; refaha, emniyet ve güvenliğe, siyasi ve ekonomik istikrara, zengin gelenek, kültür ve göreneklere, tarih ve arkeolojiye, anıtlara ve dağlara, ulaşım ve iletişim ağına, etik ve dine, para biriminin değerine ve toplumsal değere bağlıdır (Ramaswamy ve Kumar, 2010: 1). Bu durumlar turizmin ekonomideki yerini ve önemini göstermektedir.
Turizmin ödemeler dengesi etkisi, gelir ve istihdam yaratıcı etkisi, bölgelerarası gelişim etkisi, tarım-sanayi ve hizmet sektörü etkisi gibi etkileri bulunmaktadır. Bu etkiler turizmin olumlu etkileri arasında gösterilmektedir. Ayrıca turizmi, ekonomideki dengesizliklerin hafifletilmesi, kalkınma ve yoksulluğun azaltılması için bir araç olarak da görülmektedir. Büyük turizm sektörlerine sahip ekonomiler, güçlü bir ekonomik dayanıklılık ve güçlü ekonomik faaliyet seviyeleri göstermektedir (UNWTO, 2023).

2.2 Yapay zekâ

Yapay zekânın tanımları iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Bir yandan insan gibi düşünen ve hareket eden sistemlerin varlığıdır. Bunlar zekâ gerektiren karar verme, problem çözme ve öğrenme gibi aktiviteler gerçekleştiren zihinleri olan makinelerdir. Bu tür tanımlar başarıyı insan performansına sadakat açısından ölçmektedir. Öte yandan, bir sistemin bildiği şey göz önüne alındığında mümkün olan en iyi eylemi gerçekleştirmesi durumunda ideal bir zekâ kavramına karşı başarıyı ölçen sistemlerdir. Bu sistemler algılamayı, akıl yürütmeyi ve harekete geçmeyi mümkün kılan hesaplama modellerini kullanmaktadır (Gevel ve Noussair, 2013: 10). Yapay zekâ terimin genişliği, sinir ağları gibi veri yoğun makine öğrenimi tekniklerinden modele dayalı tümdengelim mantığına ve tekniklerin istatistikten kullanımına kadar çok geniş ve farklı bir teknikler kümesinin aynı alanda yaşamasına izin vermiştir. Yapay zekânın temelleri 1955 yılında atılmıştır ve 1970 yılına kadar akıl yürütmenin farklı yollarından doğal dil anlayışına, ilk sinir ağlarına kadar bir dizi alt alan oluşturulmuştur (Ashiri, 2020: 15). Şekil 1'de yapay zekânın tarihi gösterilmektedir.



Şekil. 1. Yapay zekânın tarihi
Kaynak: (GIBS, 2018)

Makineler pek çok iş kolunun yerini almıştır. İlk başlarda fiziksel güç gerektiren işlerde makineler insanların yerini alırken, son zamanlarda zihinsel işlerde de makineler insanların yerini almaya başlamıştır. Eski zamanlardaki insan gücüne dayanan çok sayıda önemli görev makineler tarafından yerine getirilebilseydi, ekonomi üç nedenden ötürü çok daha hızlı büyümeye başlayabileceği düşünülmektedir. Birincisi, yetenekli makineler, yeni insan işçilerin yetiştirilmesi ve eğitilmesinden çok daha kısa sürede yaratılabilir oluşudur. İkincisi, bilgi işlem maliyeti uzun zamandır ekonominin büyümesinden çok daha hızlı düşmektedir. İşgücü büyük ölçüde bilgisayarlardan oluştuğunda, bilgisayar işçisi yaratmanın maliyeti de aynı hızla düşecek ve bu da ekonomik büyüme için gerekli olan her şeyi beraberinde getireceği düşüncesidir. Üçüncü olarak, ekonomi daha hızlı büyümeye başladığında bilgisayar kullanımı ve bilgisayar geliştirmeye ayrılan kaynaklar da daha hızlı büyüyecek oluşudur. Böylece daha fazla insan bir şeyi kullandığında ve üzerinde çalıştığında inovasyon daha hızlı olacağından, bilgisayar performansının geçmişe göre daha da hızlı gelişmesi beklenebilmektedir (Gevel ve Noussair, 2013: 98). Bu gelişim şekil 2'deki yapay zekânın çeşitliliğiyle görülebilmektedir.

Şekil. 2. Yapay Zekâ, Makine öğrenmesi, Derin öğrenme, YSA şeması
Kaynak: (Prahani vd., 2023: 918)

Yapay Zekâ: Tipik olarak insan zekâsı gerektiren görevleri yerine getirmek, makine öğreniminin daha geniş disiplini olarak tanımlanmaktadır.

Makine Öğrenimi: Yapay zekânın bir alt kümesi olan makine öğrenimi, bilgisayarların bunu yapmak için açıkça programlanmak yerine verilerden öğrenmelerini sağlayan algoritmaları içermektedir.

Derin Öğrenme: Makine öğreniminin özel bir alt kümesi olan derin öğrenme, bir veri kümesinin çeşitli faktörlerini analiz edebilen üç veya daha fazla katmana sahip sinir ağlarını içermektedir.

Makine Öğrenimi ve Derin Öğrenmenin Bileşeni Olarak Yapay Sinir Ağları (YSA): Gelişmiş bir yapay zekâ ve derin öğrenmenin alt kümesi olan YSA, yeni ve benzersiz çıktılar oluşturmaya odaklanır. Öğrenilen kalıplara dayalı yeni kreasyonlar oluşturmak için verileri analiz etmenin ötesine geçmektedir (Kulkarni vd., 2023: 3).

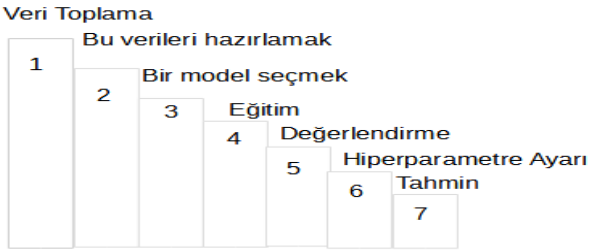
Son birkaç yılda yapay zekâ ve makine öğrenimi uygulamalarında kayda değer ilerlemeler kaydedilerek teknolojik değişim birçok endüstride yayılmıştır. Yapay zekânın kavramsallaştırılması ve modellemesi genellikle standart otomasyon modelleriyle güçlü bir

bağlantı oluşturmaktadır. Küresel ekonomi için yeni bir üretkenlik motoru olarak görülen yapay zekâ, geleneksel üretim girdilerinin verimliliğini artıran ve işgücü ikamesi kanalıyla daha yüksek ekonomik büyümeye yol açan bir faktör olarak görülmektedir (Abrardi vd., 2019: 4). Bu faktörlerin alt kümeleri çalışmada sırayla ele alınarak açıklanmaktadır.

2.3. Makine öğrenimi

Makine öğrenimi, çevredeki ortamdan öğrenerek insan zekâsını taklit etmek için tasarlanmış, gelişen bir hesaplamalı algoritma dalıdır. Büyük veri olarak adlandırılan yeni çağda çalışan atlar olarak kabul edilmektedirler. Makine öğrenimine dayalı teknikler, örüntü tanıma, bilgisayarla görme, uzay aracı mühendisliği, finans, eğlence ve hesaplamalı biyolojiden biyomedikal ve tıbbi uygulamalara kadar çeşitli alanlarda başarıyla uygulanmaktadır (Naqa ve Murpy, 2015: 3).

Arthur Samuel'e göre Makine öğrenimi, bilgisayarlara açıkça programlanmadan öğrenme yeteneği veren çalışma alanı olarak tanımlanmaktadır. Makine öğrenimi, makinelere verilerin nasıl daha verimli işleneceğini öğretmek için kullanılmaktadır. Mevcut veri kümelerinin bolluğu ile makine öğrenimine olan talep artmaktadır. Makine öğreniminin amacı verilerden öğrenmektir. Makinelerin açıkça programlanmadan kendi başlarına öğrenmelerini sağlamak için birçok çalışma yapılmıştır (Mahesh, 2018: 381). Veri temizliği karmaşık problemlerin çözülmesi açısından makine öğrenimi için önem arz etmektedir.



Şekil.3. Makine öğreniminin 7 adımı

Kaynak: (Team, 2023)

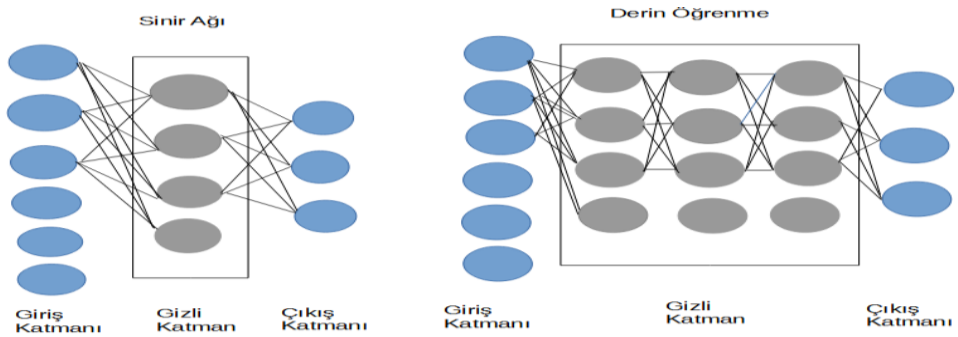
Kullanılan üç tür Makine öğrenimi modeli vardır. Bunlar denetimli, denetimsiz ve pekiştirmeli öğrenmedir.

2.4. Derin öğrenme

Makine öğreniminin bir dalı olan derin öğrenme verilerden öğrenme için son derece güçlü ve genel amaçlı bir çerçeve olarak ortaya çıkmıştır. Derin öğrenme, başlangıçta insan beynindeki öğrenme ve bilgi işleme mekanizmalarından esinlenen sinir ağları adı verilen hesaplama modellerine dayanmaktadır (Bishop ve Bishop, 2024: 2).

Derin öğrenme, yapılandırılmamış veriler üzerinde çok daha iyi performans gösteren bir makine öğrenimi sınıfı olarak görülmektedir. Derin öğrenme teknikleri mevcut makine öğrenme tekniklerinden daha iyi performans göstermektedir. Hesaplamalı modellerin, özellikleri birden çok düzeydeki verilerden aşamalı olarak öğrenmesini sağlamaktadır. Derin öğrenmenin popülaritesi, mevcut veri miktarı arttıkça ve güçlü bilgisayarlar sağlayan donanımın gelişmesiyle daha da artmaktadır (Mathew vd., 2020: 599). Yeni analiz ve tahmin yöntemleri arayışları da derin öğrenmenin popülaritesini arttırmaktadır.

Yapay zekâdaki son gelişmeler, özellikle de derin öğrenme teknikleri, karşılaşılan engellerin aşılmasına ve daha doğru turizm analizleri yapılmasına olanak sağlayan yöntemler geliştirmiştir.



Şekil.4. Sinir ağı ve derin öğrenme
Kaynak: (Ryu vd., 2021: 224)

Derin öğrenme, tahmin performansını optimize etmek için büyük veri kümelerinin kullanılmasına yönelik genel bir çerçeve sunmaktadır. Bu nedenle, derin öğrenme çerçeveleri finanstaki hem pratik hem de teorik birçok soruna çok uygundur (Heaton vd., 2016: 11). Derin öğrenme yöntemlerdeki son gelişmelerle birlikte, yüksek performanslı makine öğrenmesi algoritmalarının uygulanması, farklı veri senaryolarına göre daha otomatik ve sağlam hale gelmiştir. Bu, karmaşık sorunları çözmek için her biri basit bir tahmin görevini hedefleyen birçok makine öğrenmesi algoritmasını bir araya getirerek çalışan bir yapay zekânın hızla yükselmesine yol açmıştır (Taddy, 2019: 61). Belli bir problemi çözmek veya belirli bir amaca ulaşmak için tasarlanan yollar için de yapay zekâ önem kazanmaktadır.

2.5. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağı (YSA) modelleri ilk olarak insanların ve diğer memelilerin beyinlerindeki bilgi işleme çalışmalarından esinlenmiştir. Bir insan beyni toplamda yaklaşık 90 milyar nöron içerir ve bunların her biri diğer nöronlarla ortalama birkaç bin sinapsa sahiptir ve toplamda yaklaşık 100 trilyon sinapsa sahip karmaşık bir ağ oluşturmaktadır. Eğer belirli bir nöron diğer nöronların ateşlemesinden yeterli uyarım alırsa, o zaman o da ateşlemektedir. Bir nöronun diğerinin ateşlenmesine ne ölçüde neden olabileceği sinapsın gücüne bağlı olduğu bilinmektedir. Bu güçteki değişiklikler beynin bilgi depolayabildiği ve deneyimlerden öğrenebildiği temel bir mekanizmayı temsil etmektedir (Bishop ve Bishop, 2024: 16).

Bir sinir ağı modelinin inşasının ilk adımı, ağ yapısının seçilmesi şeklindedir. Girdi ve çıktı nöronlarının sayısı veri analizi görevi tarafından dosyalandığından, çok katmanlı bir algılayıcı için geriye kalan tek seçenek gizli katmanların sayısı ve bu katmanlardaki nöronların sayısıdır. Tek gizli katmanlı ağlar en yaygın olduğu için, seçim genellikle gizli nöronların sayısına bile indirgenebilmektedir (Berthold vd., 2010: 273).

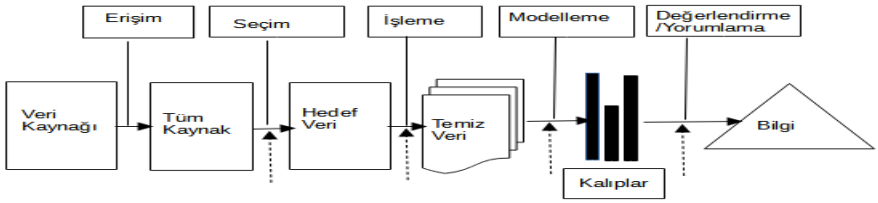
Şekil.5. Örnek yapay sinir ağı mimarisi
Kaynak: (Walczak & Cerpa, 2003)

Yapay sinir ağları, şekil 5'te gösterildiği gibi beyin ve sinir sistemi çalışmalarına dayanan bir teknolojidir. Yapay zekâ sistemlerinin turizmde çeşitli uygulamaları bulunmaktadır. Tüketici

açısından bakıldığında yapay zekâ, kullanıcıların daha iyi ve daha alakalı bilgiler bulmasına yardımcı olur, onlara daha fazla hareket kabiliyeti sağlar, karar verme süreçlerini geliştirir ve sonuçta daha iyi bir turizm deneyimi sağlamaktadır. Turizm endüstrisindeki yapay zekâ sistemleri bağımsız sistemler olabileceği gibi mevcut uygulama ve sistemlere de entegre edilebilir. Bu sistemler arasında öneri sistemleri, kişiselleştirme sistemleri ve teknikleri, konuşma sistemleri (sohbet robotları ve sesli asistanlar), tahmin araçları, otonom aracılar, dil çeviri uygulamaları ve akıllı turizm destinasyonları yer almaktadır (Gidumal, 2020: 16).
Günümüzde sosyal ekonomi hızlı bir gelişme sürecinden geçmekte ve turizmin tüm ekonomik yaşam içindeki payı artmaktadır. Turizm hacmi tahmini konusunda daha derinlemesine araştırmalar yapılmasına acil ihtiyaç vardır. Geçen yüzyılın sonunda, turizm hacmi tahmin modeline yapay sinir ağı kavramı dahil edilerek araştırmaları büyük ölçüde geliştirmiştir (Yu ve Chen, 2022: 2). YSA yöntemi ilk olarak 1990'ların sonlarında turizm talep tahmininde kullanılmaya başlanmıştır (Chen vd. 2012: 282).
Turizm ve konaklama endüstrisinde teknoloji büyük ölçüde gelişmektedir. Geleneksel yöntemleri kullanan müşterilere yönelik genelleştirilmiş analizden daha derin ve daha geniş bilgi işlem teknolojilerinin uygulanmasına doğru ilerlemektedir. Bu, turizm ve konaklama endüstrisinde derin öğrenme ve makine öğrenimi gibi yeni gelişen teknolojilerin entegrasyonuyla kanıtlanmaktadır (Mbunge ve Muchemwa, 2022: 21).

2.6. Veri madenciliği

Veri madenciliği, büyük miktarda veri ve bilgideki kalıpları tanımlamaya yönelik bir teknik olarak tanımlanmaktadır. Veri tabanları, veri merkezleri, internet ve diğer veri depolama formatları veya dinamik olarak ağa aktarılan veriler, veri kaynaklarına örnek olarak gösterilmektedir. Veri tabanı teknolojisi, istatistik, yapay zekâ, makine öğrenimi, yüksek performanslı bilgi işlem, örüntü tanıma, sinir ağları, veri görselleştirme, bilgi alımı, görüntü ve sinyal işleme ve mekânsal veri analizi, veri madenciliğinde kullanılan tekniklerin tamamı olarak karşımıza çıkmaktadır (Ogunleye, 2021: 2).
Veri ve veri tabanlarındaki hızlı büyüme, işlenen verileri akıllı ve otomatik bir şekilde faydalı bilgi ve enformasyona dönüştürebilecek yeni teknik ve araçlara acil bir ihtiyaç doğurmuştur. Bu sebeple veri madenciliği önemi giderek artan bir araştırma alanı haline geldiği görülmektedir (Chen vd.,1996: 866).
Veri madenciliği, büyük miktardaki verilerden gerekli bilgiyi tanımlayan ve daha sonraki analiz süreci için gerekli veri setini sağlayan bir süreç olarak tanımlanabilmektedir. Turizm veri madenciliği, belirli bir yere gelen turist sayısını analiz etmek için kullanılırken aynı zamanda tavsiye sistemi için müşteri profillerini ve turistlerin harcamalarını da analiz etmektedir. Veri madenciliği, sistemin performansını ve etkinliğini artıran bir turizm yönetim sistemi için gerekli hizmetleri sağlamaktadır. Turizm veri madenciliği kullanıcıların seyahat ederken emniyetini ve güvenliğini sağlamak için çeşitli stratejiler ve teknikler ortaya koymaktadır. Veri madenciliği süreci turistler için arama sürecindeki gecikme oranını azaltan iletişim hizmetlerini geliştirmektedir (Nan vd., 2022: 1). Şekil 6'da turizmde veri madenciliği uygulamaları süreci gösterilmektedir. Veri kaynağı, tüm kaynaklar, hedef veri daha sonra temiz veriyle birlikte bilgiye ulaşıldığı görülmektedir.



Şekil. 6. Turizmde veri madenciliği uygulamaları süreci
Kaynak: (Urgessa vd., 2017: 121)

3.YÖNTEM

Bu araştırmanın amacı turizm sektöründe yapay zekâ uygulamalarına ilişkin mevcut literatürün kapsamlı bir sentezini sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada kullanılan veri seti YÖK TEZ Merkezi üzerinden 28.12.2023 tarihinde, turizm alanında "yapay zekâ, makine öğrenimi, derin öğrenme, yapay sinir ağları ve veri madenciliği" kelimesi aratılarak elde edilmiştir. Bu veri seti sonucunda tablo 2'deki 2006'dan 2023 yılına kadar yapılmış olan tezlere ulaşılmıştır.

Tablo 2: YÖK Tez

Yıl	Yazar	Tez Türü	Üniversite	Konu
2006	Çuhadar	Doktora tezi	Süleyman Demirel üniversitesi	Turizm sektöründe talep tahminleri için yapay sinir ağları kullanımı ve diğer yöntemlerle karşılaştırmalı analizi (Antalya ilinin dış turizm talebinde uygulama)
2012	Akgün	Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi	Seyahat acentalarında veri madenciliği: Antalya bölgesinde bir uygulama
2012	Tüzen	Yüksek Lisans	Kafkas Üniversitesi	Türkiye turizm gelirinin öngörüsünde zaman serilerinin bileşenlerine ayrıştırılarak yapay sinir ağları ve box-jenkins yöntemleri ile karşılaştırmalı analizi
2015	Dursun	Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi	Otel işletmelerinde müşteri profili oluşturmada veri madenciliği tekniklerinin kullanılması: RFM modeli örneği
2016	Arslan	Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi	Otelcilik sektöründe bilişim sistemleri kullanımı ve kullanım alanları üzerine bir araştırma: İstanbul ili 5 yıldızlı oteller örneği
2016	Erinci	Doktora	Akdeniz Üniversitesi	Her şey dâhil sisteminde yiyecek içecek miktarlarının yapay sinir ağları ile tahmini, Alanya'da bir uygulama
2018	Küçükbatır	Yüksek Lisans	Kadir Has Üniversitesi	Büyük verinin Türkiye'de turizm sektöründe kullanımı ve Türkiye'de turizm sektörüne etkileri
2019	Akgün	Doktora	Akdeniz Üniversitesi	Veri madenciliği sınıflandırma yöntemlerinin etkinliğinin

				karşılaştırılmalı olarak incelenmesi: Seyahat acentesi örneği
2019	Ağca	Doktora	Atatürk Üniversitesi	Çevrimiçi seyahat acentelerinde oda fiyatlarına etki eden faktörlerin araştırılması
2020	Cengizci	Doktora	Akdeniz Üniversitesi	Otel işletmelerinde kayıp müşteri tahminlemesi
2020	Atabay	Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi	Otel yorumlarının metin madenciliği yöntemleri ile karşılaştırmalı analizi: Mayorka, Antalya, Şarm-el Şeyh örneği
2020	Cantekin	Yüksek Lisans	Bahçeşehir Üniversitesi	Otel rezervasyon verilerine göre satış için müşteri profili belirleme
2020	Simav	Yüksek Lisans	Beykent Üniversitesi	Makine öğrenmesi metotları ile müşteri profilleme ve yapılan profillemenin etkinliğini değerlendirme
2021	Aksu	Doktora	Atatürk Üniversitesi	Turizm için sosyal medya temelli mekânsal karar destek sisteminin geliştirilmesi ve uygulaması: Artvin ili örneği
2021	Güler	Yüksek Lisans	Pamukkale Üniversitesi	Makine öğrenmesi yöntemleriyle Türkiye'de turizm gelirine etki eden parametrelerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi
2021	Türker	Yüksek Lisans	Sabancı Üniversitesi	Bir seyahat acentesi için otel oda satış tahmini
2021	Açıksözlü	Doktora tezi	Balıkesir Üniversitesi	İnsanların ötesinde robotik emek: Potansiyel yerli turistler, turizm akademisyenleri ve turizm sektör temsilcileri üzerine karşılaştırmalı bir araştırma
2022	Küpeli	Doktora tezi	Gazi Üniversitesi	Turizm sektöründe çevrimiçi müşteri değerlendirmelerinin veri madenciliği ve görüşme teknikleriyle incelenmesi
2022	Kurçer	Yüksek Lisans	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	Yapay zekâ tabanlı ürünlerin turizmde kullanımı: Assassin's creed origins oyunu antik Mısır keşif turu örneği
2022	Çiçek	Yüksek Lisans	Ege Üniversitesi	Endüstri 4.0 ve yapay zekâ teknolojisinin ören yerlerinde kullanımına yönelik keşifsel bir araştırma; Efes örneği

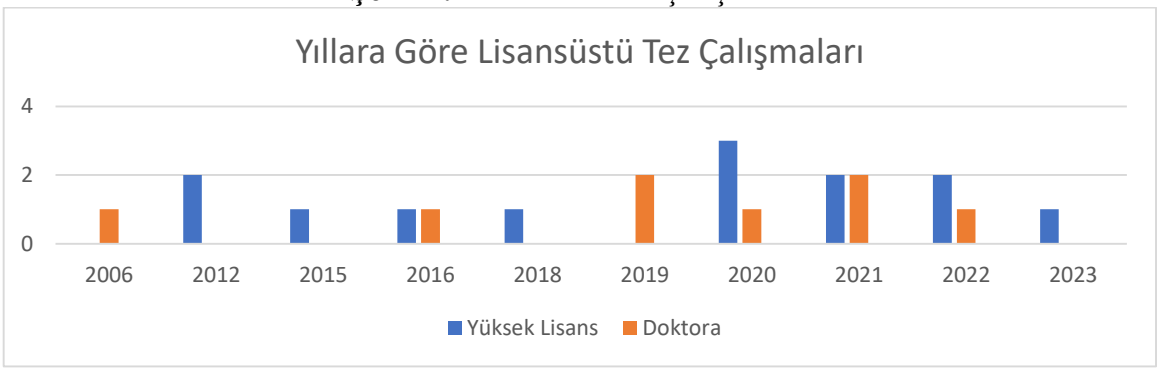
2023	Shirooyehnasab	Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi	Konaklama işletmelerinde yapay zekâ ile misafirlerin tavsiye etme davranışlarının incelenmesi

Kaynak: Yazar Tarafından Oluşturulmuştur

4.BULGULAR

YÖK Tez merkezi üzerinden yapılan taramalar sonucunda şekil 8'de lisansüstü tez çalışmalarının yıllara göre grafiği verilmiştir. 2006'dan 2023 yılına kadar turizm alanında yapay zekâ üzerine yazılmış olan yüksek lisans ve doktora tezlerini göstermektedir. Araştırma sonucunda 13 yüksek lisans ve 8 doktora tezi yazıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapay zekânın yıllar içerisinde turizm çalışmalarında yer aldığı yapılan tez çalışmalarında görülmektedir. Yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemlerin ve analizlerin yapay zekâ adı altında çeşitlendiğini ve uygulama alanlarının geliştiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Şekil 7: Lisansüstü Tez Çalışmaları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapay zekâ hayatımızda ve ekonomimizde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Teknolojinin ilerlemesiyle insan düşüncesini taklit edebilen, konuşmayı anlayabilen, en iyi insan satranç oyuncusunu yenebilen ve daha önce hiç mümkün olmadığı düşünülen sayısız başka başarıyı yaratabilen sistemler yaratılmaya başlanmıştır. Turizmin ekonomideki yerini ve verilerin boyutunu düşündüğümüz de teknoloji çağında yapay zekanın kullanılmasının kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Teknolojik yenilikler her endüstriyel sektörde verimliliğin artmasını desteklemektedir. Yapay zekâ (Artificial Intelligence) en önemli yenilikçi çözümler arasında yer almaktadır. Turizmin istihdam yaratıcı etkisi, döviz girdisi sağlaması, ödemeler dengesine katkısı gibi özelliklerini sürdürebilmek ve arttırabilmek için yapay zekanın olanaklarından faydalanılması kaçınılmaz olarak görülebilir. Yapay zekanın ekonomik etkisinin hem yapay zekâ teknolojisini geliştiren hem de yapay zekâ kullanan mevcut sektörlerle GSYİH artışına neden olabileceği düşünülmektedir. Bu düşünceyle ekonomideki sektörlerle yapay zekânın birbirleriyle bağlantılı olduğu sonucuna ulaşabiliriz. Turizmin ödemeler dengesi etkisi, gelir ve istihdam yaratıcı etkisi, tarım-sanayi ve hizmet sektörü etkisi gibi etkileri, yapay zekâyla ekonomik artışı beraberinde getirebilir. Ekonominin ve ekonomideki sektörlerin gelişimi, tahmini ve analizi yapay zekânın getirdiği yeni yöntemlerle elde edilebilmektedir. Yapılan araştırmayla bu yeni yöntemlerin turizm sektöründeki kullanım örnekleri gösterilmektedir. Genel bir literatür taraması yapıldıktan sonra yapay zekâ, makine öğrenmesi, derin öğrenme, veri madenciliği ve YSA konularıyla ilgili lisansüstü tez çalışmalarına yer verilmiştir. YÖK Tez merkezi üzerinden yapılan taramalar sonucunda

2006'dan 2023 yılına kadar turizm alanında yapay zekâ üzerine yazılmış olan 13 yüksek lisans ve 8 doktora tezi yazıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmanın temel amacı, turizm endüstrisindeki yapay zekâ uygulamalarına ilişkin mevcut literatürün kapsamlı bir sentezini sağlamak. Elde edilen kapsamlı literatür ile bu alanda yapılacak olan çalışmalara ve yeni yöntemlerin bulunmasını katkı sağlaması araştırmanın hedefleri arasındadır. Ayrıca çalışma, turizmde yapay zekânın etkili, sorumlu ve sürdürülebilir kullanımına yönelik gelecekteki araştırmalara rehberlik etmeyi amaçlamaktadır. Turizmdeki bilgisayar biliminin getirdiği yeni tahmin ve analiz yöntemlerini sunmak adına çalışma önem arz etmektedir. Yapılan araştırma sonucunda yapay zekânın; turizm gelirinin öngörüsünde, otel işletmelerinde müşteri profili oluşturmada turizm gelirine etki eden parametrelerin belirlenmesi, otel işletmelerinde müşteri, oda satışı tahminlemesi, yapay zekâ tabanlı ürünlerin turizmde kullanımı, otelcilik sektöründe bilişim sistemleri kullanımı, popüler destinasyonlara turist varışlarını tahmin etmek gibi birçok alanda kullanılabildiği görülmektedir.

Veri miktarının her geçen gün artması ve teknolojik ilerleme devam ettikçe, turizmde yapay zekânın geleceği daha da heyecan verici ve yenilikçi gelişmelerin vaadini taşımaktadır. alışma gelecek yıllarda yapılacak olan literatür taramalarıyla ve daha geniş bir zaman dilimi kullanılarak zenginleştirilebilir ve yaygınlaştırılabilir.

KAYNAKÇA

Abrardi, L., Cambini, C., Rondi, L. (2019). The Economics of Artificial Intelligence: A survey. European University Institute. Robert Schuman Centre for Advanced Studies. 01 06, 2024 tarihinde https://cadmus.eui.eu/handle/1814/63684 adresinden alındı

Alamsyah, A., Friscintia, P. B. (2019). Artificial Neural Network for Indonesian Tourism Demand Forecasting. 7th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). IEEE. https://doı:10.1109/ıcoıct.2019.8835382

Aragón, A. M., Muñoz, T. G. (2023). Consumer Behaviour in e-tourism: Exploring New Applications of Machine. Investigaciones Turísticas(26), 350-374. https:// doı:10.14198/ınturı.24629

Ashiri, R. (2020). The Al-Powered Workplace (1. baskı) Apress.

Baldemir, E., Bahar, O. (2003). Türkiye'ye Yönelik Turizm Talebinin Neural (Sinir) Ağları Modelini Kullanarak Analizi. Gazi Üniversitesi Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi, 6, 152-169. https://acikerisim.mu.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12809/8617

Berthold, M. R., Borgelt, C., Höppner, F., Klawonn, F. (2010). Guide to Intelligent Data Analysis. (D. Gries, & F. B. Schneider, Dü) Springer-Verlag (2. baskı) London Limited.

Bishop, C. M., Bishop, H. (2024). Deep Learning Foundations and Concepts. (1.baskı) Springer.

Burger, M. D., Kathrada, M., Law, R. (2001). A Practitioners Guide to Time-Series Methods For Tourism Demand Forecasting A Case Study of Durban, South Africa. Tourism Management, 3, 403-409. https://doi.org/10.1016/S0261-5177(00)00068-6

Cankurt, S., Subaşı, A. (2015). Developing Tourism Demand Forecasting Models Using Machine Learning Techniques with Trend, Seasonal, And Cyclic Components. Balkan Journal of Electrical and Computer Engineering, 3(1), 42-49.

Chen, C.-F., Lai, M. C., Yeh, C. C. (2012). Forecasting Tourism Demand Based On Emprical Mode Decomposition and Neural Network. Knowledge-Based Systems, 281-287. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2011.09.002

Chen, S. M., Han, J., Yu, S. P. (1996). Data Minig: an Overwiew From a Database Perspective. IEEE Transactıons on Knowledge and Data Engıjeerıng, 8(6), 866-883. https://doı: 10.1109/69.553155
Cho, V. (2003). A Comparison of Three Different Approaches to Tourist Arrival Forecasting. Toursim Management, 24, 232-330. https://doi.org/10.1016/S0261-5177(02)00068-7
Claveria, O., Torra, S. (2014). Forecasting Tourism Demand to Catalonia: Neural Networks vs. time series models. Economic Modelling, 36 (1), 220-228. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.09.024
Çuhadar, M., Kayacan, C. (2005). Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Konaklama İşletmelerinde Doluluk Oranı Tahmini: Türkiye'deki Konaklama İşletmeleri Üzerine Bir Deneme. Anatoia: Turizm Araştırmaları Dergisi, 16(1), 24-30.
Deniz, Sevimli, S. (2019). Veri Madenciliğ Araçları Kullanılarak Türkiye'nin Turizm Gelirlerinin Aylara Göre Yapay Sinir Ağları İle Tahminlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 241- 255.
EPRS. (2020). Artificial Intelligence: How Does It Work, Why Does It Matter and What Can WeDoaboutit?(P.Boucher,Dü.)https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/641547/EPRS_STU(2020)641547_EN.pdf
Fernandes, P., Teixeira, J. (2008). Prediction Tourism Demand Using Artficial Neural Networks. International Conference in European Union's History, Culture and Citizenship. 325-334.
Folgieri, R., Baldigara, T., Mamula, M. (2018). Sentiment Analysis and Artificial Neural Networks-Based Econometric Models for Tourism Demand Forecasting. (s.88-97). Tourism & Hospitality Industry. https://thi.fthm.hr/congress-proceedings/category/5-2018
Gevel, A. J., Noussair, C. N. (2013). The Nexus Between Artificial Intelligence and Economics. (1. baskı) London: Springer Briefs in Economics.
GIBS. (2018, 07 01). https://gibsic.blog/2018/07/01/7-decades-of-artificial-intelligence-history-2morrowknight/ adresinden alındı
Gidumal, J. B. (2020). Impact of Artificial Intelligence in Travel, Tourism, and hospitality. Handbookof-Tourism.1-20.Springer.
https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/106011/2/impact_artificial_intelligence.pf
Heaton, J. B., Polson, N. G., Witte, J. H. (2016). Deep Learning for Finance: Deep Portfolios. Applied Stochastic Models in Business and Industry. 01 2024, 11 tarihinde https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/asmb.2209 adresinden alındı
Höpken, W., Eberle, T., Fuchs, M., Lexhagen, M. (2020). Improving Tourist Arrival Prediction: A Big Data and Artificial Neural Network Approach. Journal of Travel Research, 1-20. https:// doı:10.1177/0047287520921244
Kulkarni, A., Shivananda, A., Kulkarni, A., Gudivada, D. (2023). Applied Generative AI For Beginners Practical Knowledge On Diffusion Models, Chatgpt, and Other LLMs. (1. basım) Apress.
Law, R., Norman, A. (1999). A Neural Network Model to Forecast Japanese Demand For Travel to Hong Kong. Tourism Management, 20(1). https://doi.org/10.1016/S0261-5177(98)00094-6
Lin, C. J., Chen, H. F., Lee, T. S. (2011). Forecasting Tourism Demand Using Time Series, Artificial Neural Networks and Multivariate Adaptive Regression Splines: Evidence From Taiwan. International Journal of Business Administration, 2, 14-24. https:// doı:10.5430/ijba.v2n2p14

Mahesh, B. (2018). Machine learning algorithms - A Review. International Journal of Science and Research, 9(1), 381-386. https://doı:10.21275/art20203995
Mathew, A., Amudha, P., Sivakumari, S. (2020). Deep Learning Techniques: An Overview. International Conference on Advanced Machine Learning Technologies and Applications, 599-608. https://doı:10.1007/978-981-15-3383-9_54
Mbunge, E., Muchemwa, B. (2022). Deep Learning and Machine Learning Techniques For Analyzing Travelers Online Reviews. Optimizing Digital Solutions for Hyper-Personalization in Tourism and Hospitality. 20-39. https://doı:10.4018/978-1-7998-8306-7.ch002
Moro, S., Rita, P., Vala, B. (2016). Predicting Social Media Performance Metrics and Evaluation of the Impact on Brand Building: A Data Mining Approach. Journal of Business Research, 69(9), 3341-3351.
Nan, X., Kanato, K., & Wang, X. (2022). Design and Implementation of A Personalized Tourism Recommendation System Based on The Data Mining And Collaborative Filtering Algorithm.ComputationalIntelligenceandNeuroscience,1-14.
https://doı:10.1155/2022/1424097
Naqa, I. E., Murpy, M. J. (2015). What Is Machine Learning? Machine Learning in Radiation Oncology, 3-11. https://doı:10.1007/978-3-319-18305-3_1
Nayak, K., ve Panigrahy, S. K. (2021). Design of Intelligent Application Using Machine Learning and Deep Learning Techniques (s. 290-306). (1. baskı) CRC Press.
Nguyen, L., Fernandes, P. O., Teixeira, J. P. (2022). Analyzing and Forecasting Tourism Demand in Vietnam with Artificial Neural Networks. Forecasting MDPI, 4, 36-50. https://doi.org/10.3390/forecast4010003
Ogunleye, J. O. (2021). Chapter The Concept of Data Mining. https:// doı: 10.5772/intechopen.99417
Pattie, D. C., Snyder, J. (1996). Using a Neural Network to Forecast Visitor Behavior. Annals of Tourism Research, 23(1), 151-164.
Prahani, B. K., Imah, M. E., Maureen, I. Y., Rakhmawati, L., Saphira, H. V. (2023). Trend and Visualization of Artificial Intelligence Research in the Last 10 Years. TEM Journal, 12(2), 918-927. https:// doı: 10.18421/tem122-38
Ramaswamy, S., & Kumar, G. S. (2010). Tourism and Environment: Pave The Way for sustainable eco-tourism. SSRN, 1-8. https:// doı:10.2139/ssrn.1565366
Ryu, J. Y., Chung, H. Y., Choi, K. Y. (2021). Potential Role of Artificial Intelligence in Craniofacial Surgery. Archives of Craniofacial Surgery, 22(5), 223-231. https://doi: 10.7181/acfs.2021.00507
Shahrabi, J., Hadavandi, E., Asadi, S. (2013). Developing a Hybrid Intelligent Model for Forecasting Problems: Case Study of Tourism Demand Time Series. Knowledge-Based Systems, 43, 112-122. https://doı:10.1016/j.knosys.2013.01.014
Sugiartawan, P., Pulungan, R., Sair, A. K. (2017). Prediction by a Hybrid of Wavelet Transform and Long-Short-Term-Memory Neural Network. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 8(2), 326-332. https:// doı: 10.14569/ıjacsa.2017.080243
Taddy, M. (2019). The Economics of Artificial Intelligence. Chicago and London: The University of Chicago Press. National Bureau of Economic Research Conference Report. https://press.uchicago.edu/ucp/books/book/chicago/E/bo35780726.html
Team, G. L. (2023) What Is Machine Learning? Defination, Types, Applications, And More. https://www.mygreatlearning.com/blog/what-is-machine-learning/

Tsaur, S.-H., Chiu, Y.-C., Huang, C.-H. (2002). Determinants of Guest Loyalty to International Tourist Hotels - A Neural Network Approach. Toursim Management, 23(4), 397-405. https://doi.org/10.1016/S0261-5177(01)00097-8

Tussyadiah, I. (2020). A Review of Research Into Automation in Tourism: Launching the Annals of Tourism Research Curated Collection on Artificial Intelligence and Robotics in Tourism. Annals of Tourism Research 81(5–6) https://doı:10.1016/j.annals.2020.102883

Ulucan, E., Kızılırmak, İ. (2018). Konaklama İşletmelerinde Talep Tahmin Yöntemleri: Yapay Sinir Ağları ile İlgili Bir Araştırma. Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi, 15(1), 89-101. https://doi.org/10.24010/soid.415343

UNWTO. (2023). Tourism's Importance Growth Highlighed In World Economic Outlook Report. https://www.unwto.org/news/tourism-s-importance-for-growth-highlighted-in-world-economic-outlook-report adresinden alındı

Urgessa, T., Maeng, W., Lee, J. S. (2017). Application of Data Mining Techniques for Tourism Knowledge Discovery. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Computer and Information Engineering, 11(1), 119-124. https://doı:10.1063/1.5121092

Uysal, M., El Roubi, S. (1999). Artificial Neural Network Versus Multiple Regression in Tourism Demand Analysis. Journal of Travel Research, 38(2), 111-118. https://doi.org/10.1177/004728759903800203

Walczak, S., Cerpa, N. (2003). Artificial Neural Networks. (3.baskı). Encyclopedia of Physical Science and Technology

Yu, N., & Chen, J. (2022). Design of Machine Learning Algorithm for Tourism Demand Prediction. Hindawi Computational and Mathematical Methods in Medicine, 1-9. https://doı:10.1155/2022/6352381

Zsarnoczky, M. (2017). How does artificial ıntelligence affect the tourisim industry . VADYBA, 85-90.

PSİKOFARMAKOLOJİ DIŞINDA PSİKİYATRİK TEDAVİ YÖNTEMLERİ: NÖROMODÜLASYON VE DİĞER BİYOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Gamze SARIKOÇ
University of Health Sciences Türkiye, Gülhane Faculty of Nursing, Department of Psychiatric Nursing
ORCID: 0000-0003-26652-4308
Edanur BAYRAK BOYNO
University of Health Sciences Türkiye, Gülhane Faculty of Nursing, Department of PsychiatricNursing
ORCID: 0009-0007-2657-6269

ÖZET
Psikiyatrik bozuklukların tedavisinde temel yaklaşım çoğunlukla psikofarmakolojik yöntemler olmakla birlikte, **farmakolojik tedaviye yanıt vermeyen, ilaç kullanımının kontrendike olduğu** ya da **yüksek özkıyım riski yüksek olan** bireylerde psikofarmakoloji dışı tedavi seçeneklerine başvurulmaktadır. Bu bağlamda, **nöromodülasyon ve biyolojik tedavi yöntemleri** beyin stimülasyonu ve biyolojik ritimlerin düzenlenmesi yoluyla nöral aktivitenin modülasyonunu amaçlamaktadır. Biyolojik ve nöromodülasyon temelli tedavi yaklaşımlarının temel etki mekanizmasının, kortikal ve subkortikal nöral devrelerin modülasyonu yoluyla sinaptik plastisiteyi artırmak, nörotransmitter sistemlerini düzenlemek ve anormal nöral ağ aktivitesini normalize etmek olduğu düşünülmektedir. Işık terapisi ve uyku yoksunluğu terapisi ise sirkadiyen ritmin yeniden senkronizasyonu ve biyolojik saat mekanizmalarının düzenlenmesi yoluyla terapötik etki göstermektedir. Nöromodülasyon yöntemleri, **non-invaziv** ve **invaziv** olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmaktadır. Non-invaziv yöntemler arasında **Elektrokonvülsif Terapi (EKT), Transkraniyal Manyetik Stimülasyon (TMS)** ve **Manyetik Nöbet Tedavisi (MNT), Işık terapisi** ve **Uyku yoksunluğu terapisi** yer almaktadır. İnvaziv tedavi yaklaşımları ise **Vagus Sinir Stimülasyonu (VSS), Derin Beyin Stimülasyonu (DBS) ve** sınırlı endikasyonlarla uygulanan psikoşirurjik girişimleri kapsamaktadır. Bu tedavi yaklaşımları, özellikle tedaviye dirençli depresyon obsesif-kompulsif bozukluk, bipolar bozukluk ve mevsimsel duygudurum bozukluğu gibi psikiyatik bozuklukların tedavisinde etkili olabildiği bildirilmektedir. Son yıllarda ise nöromodülasyon yöntemlerine yönelik klinik ve deneysel çalışmaların sayısında belirgin bir artış gözlenmektedir. Bu çalışmanın amacı, psikiyatride kullanılan psikofarmakoloji dışı biyolojik ve nöromodülasyon temelli tedavi yaklaşımlarını gözden geçirmek ve bu yaklaşımların uygulanmasında h**emşirelik bakımının rolü, hasta güvenliği ve tedavi etkinliği açısından değerlendirmektir.**
Anahtar Kelimeler: Psikiyatrik bozukluklar, nöromodülasyon, elektrokonvülsif terapi, biyolojik tedaviler, hemşirelik

PSYCHIATRIC TREATMENT METHODS NON-PSYCHOPHARMACOLOGY: NEUROMODULATION AND OTHER BIOLOGICAL APPROACHES

ABSTRACT
Although the primary approach in the treatment of psychiatric disorders is typically psychopharmacological, **patients who are resistant to pharmacological treatment, those for whom medication is contraindicated, or individuals at high risk of suicide** may require

treatment options non-psychopharmacology. In this context, **neuromodulation and other biological treatment approaches** aim to modulate neural activity through brain stimulation and regulation of biological rhythms. The primary mechanism of action of these biological and neuromodulation-based treatments is thought to involve modulation of **cortical and subcortical neural circuits,** enhancement of **synaptic plasticity,** regulation of **neurotransmitter systems,** and normalization of **abnormal neural network activity.** Light therapy and sleep deprivation therapy exert their therapeutic effects through **resynchronization of circadian rhythms** and regulation of the biological clock. Neuromodulation methods are classified into **non-invasive** and **invasive** approaches. Non-invasive methods include **Electroconvulsive Therapy (ECT), Transcranial Magnetic Stimulation (TMS), Magnetic Seizure Therapy (MST), light therapy,** and **sleep deprivation therapy.** Invasive approaches include **Vagus Nerve Stimulation (VNS), Deep Brain Stimulation (DBS),** and **selected psychosurgical interventions.** These treatment approaches have been reported to be particularly effective in **treatment-resistant depression, obsessive-compulsive disorder, bipolar disorder, and seasonal affective disorder.** In recent years, there has been a marked increase in clinical and experimental studies focusing on neuromodulation methods. The aim of this study is to review **biological and neuromodulation-based treatment approaches non-psychopharmacology in psychiatry and to evaluate the role of nursing care, with respect to patient safety and treatment efficacy.**

Keywords: Psychiatric disorders, neuromodulation, electroconvulsive therapy (ECT), biological treaatments, nursing

1. GİRİŞ

Psikiyatrik bozukluklar, beyin yapısı ve işlevindeki değişikliklerle ilişkili olarak ortaya çıkan duygu durum, düşünce süreçleri ve davranışsal alanlarda gözlenen çeşitli semptomlar ve anormallikler ile karakterizedir (Taşdemir Yiğitoğlu ve ark., 2021). Psikiyatrik bozukluklar ve eşlik eden semptomatoloji gösteren bireylerde, farmakoterapiye direnç, ilaç kontrendikasyonu veya artmış özkıyım riski söz konusu olduğunda, farmakolojik olmayan (non-farmakolojik) tedavi yaklaşımlarına başvurulmaktadır (Aydın, 2024). Nöromodülasyon ve biyolojik yöntemler olarak da bilinen bu yaklaşımlar non-invazif ve invazif yöntemler olarak iki grupta sınıflandırılabilir. Camacho-Conde ve ark., 2023). Bu yöntemlerin temel etki mekanizmasının, kortikal ve subkortikal nöral devrelerin modülasyonu yoluyla sinaptik plastisiteyi artırmak, nörotransmitter sistemlerini düzenlemek ve anormal nöral ağ aktivitesini normalize etmek olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma psikiyatride kullanılan psikofarmakoloji dışı biyolojik ve nöromodülasyon temelli tedavi yaklaşımlarını gözden geçirildiği ve bu yaklaşımların uygulanmasında h**emşirelik bakımının rolü, hasta güvenliği ve tedavi etkinliği açısından değerlendirildiği bir literatür derlemesidir. Çalışma kapsamında; nöromodülasyon yöntemleri olarak Elektrokonvülsif Terapi (EKT), Transkraniyal Manyetik Stimülasyon (TMS), Manyetik Nöbet Tedavisi (MNT), Vagus Sinir Stimülasyonu (VSS), Derin Beyin Stimülasyonu (DBS) ve** sınırlı endikasyonlarla uygulanan psikoşirurjik girişimler; biyolojik yöntemler olarak **ışık terapisi** ve **uyku yoksunluğu terapisi** ele alınmıştır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. ELEKTROKONVÜLSİF TERAPİ (EKT)

Elektrokonvülsif Terapi (EKT), beyin dokusuna kontrollü elektrik akımı verilmesiyle jeneralize nöbet oluşturularak uygulanan bir somatik tedavi yöntemidir (Oktar ve ark., 2024).

İlk kez 1938 yılında kullanılmaya başlanan EKT, günümüzde en yaygın olarak psikotik özellik gösteren melankolik tip majör depresyonun tedavisinde tercih edilmektedir (Koyuncu ve ark., 2021; Mukhtar ve ark, 2023). Psikotik bozukluklar ise EKT için ikinci en sık endikasyon grubunu oluşturmaktadır. İlaca dirençli psikozu olan hastaların yaklaşık %80'inde, EKT ile antipsikotik ilaçların kombinasyonunun klinik iyileşme sağladığı bildirilmektedir. EKT cihazı alternatif akımla çalışmakta olup, genellikle 70–130 voltluk elektrik akımı 0,1–0,5 saniye süreyle uygulanmaktadır (Aydın, 2024). EKT, elektrotların yerleştirilme biçimine göre **tek taraflı (unilateral)** ve **çift taraflı (bilateral)** uygulama olarak sınıflandırılmaktadır. Unilateral uygulamada bilişsel yan etkilerin, özellikle bellek bozukluklarının daha az görüldüğü; bilateral uygulamada ise klinik semptomlarda daha hızlı düzelme sağlandığı bildirilmektedir (Dönmez & Yılmaz, 2011). EKT, geleneksel teknik ve anestezi eşliğinde yapılan modifiye teknik olarak iki farklı şekilde uygulanmaktadır. Geleneksel (yalın) EKT yönteminde anestezi ve kas gevşetici kullanılmadan nöbet oluşturulmakta iken, kırık ve çıkık gibi istenmeyen etkilerin daha sık görülmesi nedeniyle bu yöntem günümüzde büyük ölçüde terk edilmiştir. **Modifiye EKT** uygulamasında ise hasta kısa etkili bir anestezik ajanla uyutulmakta, ardından kas gevşetici verilmekte ve daha sonra elektrik uyaranı uygulanarak kontrollü nöbet oluşturulmaktadır (Özer & Diker, 2022). Nöbetin başlayıp başlamadığı, EEG kaydı ile ya da bir turnike ile yalıtılmış ön koldan izlenir. EKT uygulamasında belirlenmiş standart bir tedavi şeması olmamakla birlikte, seans sayısı ve süresi hastanın tanısı klinik özelliklerine, tedaviye verdiği yanıta bağlı olarak değişmektedir. Literatürde, EKT'nin gün aşırı uygulanabileceği ve genellikle 7-12 seans arasında değişebileceği belirtilmektedir (Dönmez & Yılmaz, 2011; National Institute of Mental Health [NIMH], 2024). EKT'nin ruhsal bozukluklar üzerindeki terapötik etkisi uzun yıllardır bilinmesine rağmen, etki mekanizması tam olarak aydınlatılamamıştır. Bununla birlikte, EKT'nin nörotransmitter sistemlerinin etkinliğini artırdığı, özellikle serotonin ve dopamin döngüsünü düzenlediği, nöral reseptör duyarlılığını değiştirdiği, kortikal ve subkortikal ağlar arasında daha düzenli bir senkronizasyon sağladığı ve sirkadiyen ritmi yeniden düzenlediği ileri sürülmektedir (Özer & Diker, 2022).

2.1. 2. EKT ENDİKASYONLARI

Elektrokonvülsif terapi (EKT), özellikle yüksek özkıyım riski bulunan, birden fazla ilaç tedavisine rağmen yeterli yanıt alınamayan ya da çeşitli tıbbi nedenlerle farmakolojik tedavi uygulanamayan hastalarda önemli bir tedavi seçeneğidir. Kalp-dolaşım bozukluğu, prostat hipertrofisi, glokom ve gebelik gibi durumlarda ilaç kullanımının sınırlı olduğu hastalarda EKT tercih edilebilmektedir. Ayrıca uzun süreli depresyonu olan ve buna bağlı olarak yetersiz beslenme ya da sıvı alımı görülen bireylerde, sanrılı depresyon vakalarında ve parkinson hastalığında da EKT uygulanabilmektedir (Aydın, 2024). Özellikle tedaviye dirençli majör depresyon bozukluk için EKT'nin altın standart olduğu bildirilmektedir (Özer & Dikeç, 2022). Durdurulamayan epileptik nöbetler, katatonik şizofreni, tedaviye dirençli manik eksitasyon, şizoaffektif bozukluk, deliryum ve nöroleptik malign sendrom da EKT'nin diğer önemli endikasyonları arasında yer almaktadır (Singh & Kar, 2017; Aykut ve ark, 2017; Koyuncu ve ark., 2021).

2.1.3. EKT KONTRENDİKASYONLARI

EKT, bazı klinik durumlarda risk oluşturabileceği için dikkatle değerlendirilmesi gereken bir tedavi yöntemidir. Yeni geçirilmiş miyokart enfarktüsü, aort anevrizması, ağır sistemik ya da beyin enfeksiyonları ve akciğer ödemi varlığında EKT uygulanması sakıncalı olabilmektedir. Beyin kanaması, feokromasitoma, kafa içi basıncını artıran durumlar ve beyin tümörleri de EKT

için önemli kontrendikasyonlar arasındadır. EKT'nin kardiyovasküler yan etkileri arasında kalp hızında geçici artış ve geçici hipertansiyon bulunduğundan, hipertansiyonu olan hastalarda işlem öncesinde kan basıncının kontrol altına alınması gerekmektedir. Bunun yanı sıra retina dekolmanı, yakın geçmişte geçirilmiş serebral defekt, ciddi kronik obstrüktif akciğer hastalığı, astım, pnömoni gibi solunum sistemi hastalıkları ve akut dar açılı glokom varlığında EKT uygulaması riskli kabul edilmektedir (Dönmez & Yılmaz, 2011; Özer & Dikeç, 2022).

2.1.4. EKT YAN ETKİLERİ

EKT'ye bağlı kardiyovasküler komplikasyonlar nadir görülmekle birlikte, ciddi problemlerin ve EKT ile ilişkili ölümlerin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. İşlem sırasında ve sonrasında kalp ritminde değişiklikler ve kan basıncında geçici yükselmeler görülebilmektedir. EKT uygulamasını takiben özellikle kısa süreli bellek üzerinde geçici bozulmalar meydana gelebilmekte, bazı hastalarda retrograd amnezi gelişebilmektedir. Bu etkiler çoğunlukla zaman içinde düzelmektedir. Geleneksel (yalın) EKT uygulamalarında şiddetli kas ağrıları, göğüs omurgalarında kompresyon kırıkları, humerus ve femur başı kırıkları ile çene ve omuz çıkıkları gibi komplikasyonlar görülebilmektedir. Bu nedenle günümüzde çoğunlukla modifiye EKT tercih edilmektedir. Bazı olgularda EKT sonrası konvülsiyonun ardından solunumun başlaması gecikebilmekte ve geçici apne gelişebilmektedir. EKT sonrasında hastalarda değişen şiddette baş ağrısı görülebilmektedir; bu durum genellikle analjeziklerle kontrol altına alınabilmektedir (Dönmez & Yılmaz, 2011; Özer & Dikeç, 2022; NIMH, 2024).

2.1.5. EKT VE YASAL BOYUTU

Türkiye'de Elektrokonvülsif Terapinin (EKT) uygulanmasına ilişkin yasal çerçeve, Sağlık Bakanlığı'nın 28.11.2006 tarih ve 9190 sayılı makam onayı ile yürürlüğe giren "Elektrokonvülsif Tedavi Uygulama Yönergesi" ile düzenlenmiştir. Yönerge, EKT'nin uygulama esaslarını, tedavinin yapılacağı ünitelerde bulunması gereken tıbbi cihaz ve malzemeleri, ayrıca bu ünitelerde görev yapacak personelin nitelikleri ve alması gereken eğitime ilişkin standartları kapsamaktadır.

Yasal düzenlemelere göre, anestezisiz ve kas gevşeticisiz EKT ancak tıbbi gerekçesi hasta dosyasında belirtilerek uygulanabilir. EKT sırasında en az bir psikiyatri uzmanı, bir anestezi uzmanı, bir hemşire ve bir anestezi teknisyeni bulunmalıdır. EKT ve anestezi uygulaması için bilgilendirilmiş onam formu, hasta tarafından imzalanmalı; hastanın karar verme kapasitesinin olmadığı durumlarda ise veli, vasi ya da birinci derece yakınlarından biri tarafından onaylanmalıdır. Hastanın herhangi bir yakınına ulaşılamadığı ve tedavinin tıbbi açıdan zorunlu olduğu durumlarda ise EKT, iki psikiyatri uzmanının ortak ve belgeli kararı ile uygulanabilmektedir. Hastanın onam vermesi durumunda dahi, EKT uygulanmadan önce ikinci bir uzmanın değerlendirme ve onayı gerekmektedir. Onamı bulunmayan hastalarda ise EKT uygulaması için mahkeme kararı zorunludur. Tedavi öncesinde hastanın ayrıntılı bedensel muayenesi yapılmalı ve gerekli tetkikler tamamlanmalıdır. Tıbbi bir engel bulunmadığı sürece EKT'nin anestezi altında ve kas gevşetici kullanılarak (modifiye EKT) uygulanması esastır. Son olarak, hastanın onamının olduğu ya da olmadığı tüm EKT uygulamaları, psikiyatri ve anestezi uzmanları tarafından ayrıntılı biçimde kayıt altına alınmalı ve tıbbi dosyada belgelenmelidir (Dönmez & Yılmaz, 2011; Özer & Dikeç, 2022).

2.1.6. HEMŞİRELİK BAKIMI

	Hemşirelik Bakımı
Tedavi öncesi (EKT istemi verildiğinde)	• Hasta ve ailesine görsel/yazılı materyallerle eğitim verilmesi

	• EKT'nin etki mekanizması, yan etkileri ve tedavi planının açıklanması • Hasta ve ailenin kaygı ve korkularının değerlendirilmesi • Hastanın anksiyete düzeyinin değerlendirilmesi ve baş etme yöntemlerinin öğretilmesi • Biyopsikososyal değerlendirmenin yapılması
Tedaviden Bir Gün Önce	• EKT'ye ilişkin gerginlik ve korkuların yeniden değerlendirilmesi • Hastanın banyo yapmasına destek olunması • Tedavi odası malzemelerinin kontrol edilmesi • Hastanın yakın ve uzak hafızasının değerlendirilmesi • Hekim istemine göre gece 24.00'ten sonra aç kalacağının açıklanması
Tedavi Günü (öncesi)	• Makyaj, oje, saç tokası ve takıların çıkarılması • Takma diş, gözlük/kontak lens, işitme cihazının alınması • Tedaviden ~1 saat önce vital bulguların ölçülmesi ve kaydedilmesi • Uygun kıyafet giydirilmesi ve değerli eşyaların güvence altına alınması • Son yeme saati sorgulanması • Hekim istemine göre ilaçların birkaç yudum su ile verilmesi • Hastanın idrarını yapmasının sağlanması • Damar yolu açılması
Tedavi Sırasında	• Hastanın tedavi ekibiyle tanıştırılması • Sedyeye yatırılması ve ayakkabıların çıkarılması • Vital bulguların izlenmesi • Kol ve bacaklara destek sağlanması • Hava yolu açıklığının korunması • Nöbet süresi ve hareket tipinin gözlenip kaydedilmesi
Tedavi Sonrası	• Oryantasyon değerlendirmesi • Solunum ve dolaşım izlemi • Baş ağrısı, bulantı, kas ağrısı gibi yan etkilerin kontrolü • Hafıza ve bilişsel durumun izlenmesi • Düşme riskine karşı güvenlik önlemleri • EKT sonrası ajitasyonun değerlendirilmesi • Nöbet süresi, yaşam bulguları ve yan etkilerin kaydedilmesi • Davranışsal/ilişkisel değişikliklerin ve iyileşme sürecinin izlenmesi

Kaynak: American Psychiatric Nurses Association [APNA], 2024; Buzlu & Şahin Bayındır; 2023; Dönmez & Yılmaz, 2011; Özer & Dikeç, 2022.

2.2. TRANSKRANİYAL MANYETİK STİMÜLASYON (TMS)

Transkraniyal Manyetik Stimülasyon (TMS), serebral korteks, spinal kökler ile kranial ve spinal nöronlar gibi nöral dokuları uyarmayı amaçlayan bir nöromodülasyon yöntemidir. Bu yöntemde değişken manyetik alanlar kullanılmakta ve oluşan nöral yanıtlara ilişkin kayıtlar elektromyografi (EMG) cihazı ile elde edilmektedir. TMS, non-invaziv, ağrısız ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Aydın, 2024; Camacho-Conde ve ark., 2023; NIMH, 2024).

2.2.1. rTMS SİSTEMİ

Tekrarlayıcı TMS (rTMS), nöbet aktivitesine yol açmadan sınırlı nöron gruplarını aktive edebilen bir uygulamadır. Sistem, serebral kortekse hızlı manyetik uyaran ileten elektromanyetik bir cihazdan oluşmaktadır (Aydın, 2024; NIMH, 2024).

2.2.2 ENDİKASYONLARI

TMS en sık tedaviye dirençli depresyonda kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra obsesif-kompulsif bozukluk (OKB), anksiyete bozuklukları, bipolar depresyon, şizofrenide negatif belirtiler, kronik ağrı ve bazı nörolojik durumlar da TMS'nin diğer kullanım alanları arasındadır (Camacho-Conde ve ark., 2023; Di Passa ve ark, 2024).

Uygulama genellikle ayakta tedavi şeklinde gerçekleştirilmekte ve yaklaşık 30 dakika sürmektedir. Tedavi çoğunlukla 4–6 hafta boyunca, haftada beş gün uygulanmaktadır. İşlem sırasında hasta uyanık ve bilinçlidir. Elektromıknatıs hastanın kafa derisine yerleştirilmekte, kısa süreli manyetik dalgalar prefrontal kortekse ulaşmakta ve bu dalgalar elektrik yüklerinin hareketini tetikleyerek nöronların aktive olmasına neden olmaktadır (Aydın, 2024; NIMH, 2024).

2.2.3. KONTRENDİKASYONLARI

Stimülasyon alanında metal bulunması TMS için başlıca kontrendikasyondur. Koklear implantlar, beyin stimülatörleri ve ilaç pompaları bu kapsamda riskli kabul edilmektedir (Aydın, 2024).

2.2.4. YAN ETKİLERİ

TMS sırasında hastalar kafada hafif bir vurma ya da çarpma hissi, kafa derisi kasılması ve çenede sıkışma hissi yaşayabilmektedir. rTMS'nin en sık görülen yan etkileri baş ağrısı ve baş dönmesidir. Nöbet görülme riski oldukça düşüktür ve çoğu yan etki hafif düzeydedir. En yaygın hafif yan etkiler arasında kafa derisinde karıncalanma ve rahatsızlık hissi yer almaktadır (Aydın, 2024; NIMH, 2024).

2.2.5. HEMŞİRELİK BAKIMI

	Hemşirelik Bakımı
Uygulama Öncesi Bakım	• Hastanın medikal ve psikiyatrik öyküsünün gözden geçirilmesi • Metal implant, kalp pili veya epilepsi öyküsü gibi kontrendikasyonların kontrol edilmesi • Hastanın anksiyete düzeyinin değerlendirilmesi • Tedavi hakkında bilgilendirme yapılması • Bilgilendirilmiş onam formunun imzalatılması • Hastaların olası yan etkiler hakkında bilgilendirilmesi
Uygulama Sırasında Bakım	• Hastanın rahat ve güvenli pozisyonda olmasının sağlanması

	• Seans boyunca baş ağrısı, cilt irritasyonu ve istemsiz hareketler açısından gözlem yapılması • Cihazın doğru konumlandırılmasının sağlanması • Acil durumlara yönelik güvenlik önlemlerinin hazır bulundurulması
Uygulama Sonrası Bakım	• Baş ağrısı, baş dönmesi ve cilt hassasiyeti gibi yan etkilerin izlenmesi ve yönetilmesi • Hastanın vital bulgularının takibinin yapılması • Hastanın günlük yaşama güvenle dönmesinin desteklenmesi • Tedaviye uyumu artırmak için rehberlik ve psikolojik destek sağlanması

Kaynak: Amini & Zeighami, 2021; Taşdemir Yiğitoğlu ve ark., 2021.

2.2.6 TMS'NİN AVANTAJLARI

TMS, depresyon ve anksiyete belirtilerinde kısa sürede iyileşme sağlayabilmektedir. Anestezi gerektirmemesi ve bilinç kaybına yol açmaması önemli avantajlarıdır. Ortaya çıkan baş ağrısı ve hafif rahatsızlıklar ise genellikle geçici niteliktedir (Taşdemir Yiğitoğlu ve ark., 2021).

2.3. MANYETİK NÖBET TEDAVİSİ (MNT)

Manyetik Nöbet Tedavisi (MNT), elektrokonvülsif tedaviye (EKT) benzer şekilde beyinde kontrollü nöbet indüklemeyi amaçlayan noninvaziv bir tedavi yöntemidir. MNT, hem EKT hem de rTMS'nin yönlerini birleştirir (NIMH, 2024). MNT'nin temel amacı, EKT'nin terapötik etkinliğini korurken bilişsel yan etkilerini azaltmaktır (Aydın, 2024; Deng ve ark., 2023). Bu yöntem, hipokampal ve derin beyin yapılarının daha az tutulumu ile daha odaklı bir nöbet ekspresyonu sağlamaktadır. MNT uygulaması sırasında hastanın hareketini önlemek amacıyla anestezik ve kas gevşetici ilaçlar uygulanır. Motor nöbet süresini izlemek için sağ ayaktaki motor aktivite görsel olarak değerlendirilir ve beyindeki nöbet aktivitesini takip etmek amacıyla elektroensefalografi (EEG) kullanılır. MNT tedavisi genellikle 2–3 hafta süreyle uygulanmaktadır (Aydın, 2024).

MNT sonrası görülebilen yan etkiler arasında baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, kusma, kas ağrıları ve yorgunluk yer almaktadır. Hemşireler, MNT uygulanan hastalarda güvenliğin sağlanması, olası yan etkilerin izlenmesi ve bakımın planlanmasında kritik bir role sahiptir (Aydın, 2024; NIMH, 2024).

Özellik	EKT	MNT
Uyarım tipi	Elektrik akımı	Manyetik alan
Nöbet indüksiyonu	Genelize	Lokalize / odaklı
Bellek yan etkisi	Yüksek	Daha düşük
Anestezi gereksinimi	Var	Var (hafif sedasyon)
Yan etkiler	Baş ağrısı, geçici bellek kaybı	Baş ağrısı minimal, bilişsel yan etki düşük

2.4. VAGAL SİNİR STİMÜLASYONU (VSS)

Vagal Sinir Stimülasyonu (VSS), boyundaki vagus sinirine cerrahi olarak yerleştirilen bir cihaz aracılığıyla düzenli elektriksel impulslar göndererek beyin aktivitesini modüle eden invaziv bir nöromodülasyon yöntemidir (Aydın, 2024; Austelle ve ark., 2024; NIMH, 2024). Vagus siniri,

beyin ile kalp, akciğerler ve bağırsaklar arasında ve ayrıca ruh hali ile uyku gibi işlevlerle ilişkili beyin bölgeleri arasında iletişim sağlar. VNS ilk olarak epilepsi için geliştirilmiş, daha sonra tedaviye dirençli depresyon için FDA tarafından belirli koşullarla onaylanmıştır. Buna rağmen birinci basamak tedavi değildir ve etkinlik bulguları karışıktır. VSS, hem nörolojik hem de psikiyatrik hastalıkların tedavisinde beyin devrelerini etkileyerek semptomların azaltılmasına katkı sağlar. Cerrahi VNS'de göğse bir nabız üreticisi yerleştirilir ve genellikle her 5 dakikada bir 30 saniyelik uyarı gönderir. Pil yaklaşık 10 yıl dayanır ve etkiler aylar sonra görülebilir. Gerekirse cihaz mıknatısla geçici olarak kapatılabilir. Yan etkiler arasında ses kısıklığı, öksürük, boyun ağrısı, yutma güçlüğü ve nadiren solunum sorunları bulunur (Aydın, 2024; NIMH, 2024).

2.4.1. VSS'NİN ÇALIŞMA PRENSİBİ

VSS cihazı, vagus sinirine düzenli elektriksel uyarılar gönderir. Bu uyarılar, beyinde serotonin ve norepinefrin gibi nörotransmitterlerin salınımını artırarak nörobiyolojik dengeyi destekler. Böylece depresyon, anksiyete ve epileptik ataklarda semptomların kontrol altına alınmasına yardımcı olur (Austelle ve ark, 2024; Chen ve Liu, 2025).

2.4.2. HEMŞİRELİK BAKIMI

	Hemşirelik Bakımı
Uygulama Öncesi Bakım	• Hastanın tıbbi ve psikiyatrik öyküsünü değerlendirilmesi • Boyun bölgesi ve kardiyak açıdan gerekli kontrollerin yapılması • Hastayı cerrahi işlem, cihazın işleyişi ve olası yan etkiler konusunda bilgilendirilmesi
Uygulama Sırasında ve Sonrası Bakım	• Cerrahi sonrası yara bakımını yapılması ve enfeksiyon kontrolünün sağlanması • Cihaz programlamasının ve ayar değişikliklerinin hekimle koordineli olarak yapılması • Olası yan etkilerin (ses kısıklığı, boğaz ağrısı, öksürük, baş ağrısı) izlenmesi • Hastaya cihaz kullanımı ve günlük yaşamda dikkat edilmesi gerekenler konusunda eğitim verilmesi
Uzun Dönem Bakım	• Cihazın periyodik kontrolünün ve pil değişim süreçlerinin kontol edilmesi • Hastanın tedaviye verdiği yanıtın ve semptom değişikliklerinin izlenmesi • Tedaviye uyumu artırmaya yönelik eğitim ve psikososyal destek sağlanması

2.5. DERİN BEYİN STİMÜLASYONU (DBS)

Derin Beyin Stimülasyonu (DBS), beynin belirli bölgelerine cerrahi olarak yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla sürekli elektriksel uyarı verilmesi esasına dayanan invaziv bir nöromodülasyon yöntemidir. DBS, beyindeki elektriksel devreleri modüle ederek semptomların azaltılmasını hedefler. DBS'de beyne cerrahi olarak elektrotlar yerleştirilir; bu elektrotlar genellikle subthalamik çekirdek veya globus pallidus gibi hedef bölgelere konumlandırılır ve göğüs bölgesine implante edilen küçük bir pulse generator'e (nabız üreteci) bağlanır. Bu cihaz, beyindeki hedef alanlara sürekli ya da programlanabilir şekilde elektriksel

uyarılar gönderir ve uyarının düzeyi her hasta için bireysel olarak ayarlanır. Verilen elektriksel uyarılar, motor, duyusal ve bilişsel devrelerin aktivitesini düzenleyerek klinik belirtilerin hafiflemesine katkı sağlar (Aydın, 2024; NIMH, 2024; Yang ve ark., 2024).
DBS'nin başlıca kullanım alanları arasında Parkinson hastalığı, Tourette sendromu, tedaviye dirençli depresyon ve Obsesif-Kompulsif Bozukluk (OKB) yer almaktadır (Aydın, 2024; NIMH, 2024).

2.5.1. HEMŞİRELİK BAKIMI

	Hemşirelik Bakımı
Cerrahi Öncesi Bakım	• Tıbbi ve psikiyatrik geçmişin değerlendirilmesi • Hastanın cerrahi sürece hazırlığı ve bilinçlendirilmesi • Anestezi ve cerrahi prosedür hakkında bilgilendirme
Cerrahi Sırası ve Postoperatif Bakım	• Vital bulguların izlenmesi • Cerrahi alanın enfeksiyon açısından kontrolü • Elektrot ve cihaz yerleşimi ile ilgili hemşire gözlemi • Yan etkilerin izlenmesi (baş ağrısı, baş dönmesi, geçici motor veya duyusal değişiklikler)
Uzun Dönem Bakım	• Cihaz programlaması ve pil ömrü takibi (doktor ile koordinasyon) • Yan etkilerin yönetimi (kas spazmları, duygudurum değişiklikleri) • Hasta eğitimi: cihaz kullanımı ve günlük yaşamda dikkat edilmesi gerekenler • Psikososyal destek ve tedaviye uyumun izlenmesi

2.6. PSİKOŞİRURJİ

Psikoşirurji, zihinsel ve davranışsal bozuklukların tedavisinde beynin belirli bölgelerine cerrahi müdahale yapılmasını içeren bir nörocerrahi uygulamadır. Bu yaklaşımın başlıca amacı, özellikle tedaviye dirençli psikiyatrik hastalıklarda semptomları azaltmak veya kontrol altına almaktır. Psikoşirurji, özellikle tedaviye dirençli depresyon, obsesif-kompulsif bozukluk (OKB) ile ağır anksiyete ve bazı şiddetli davranış bozukluklarında başvurulan bir yöntemdir. Psikoşirurji uygulamaları tarihsel süreç içinde değişim göstermiştir. Lobotomi, geçmişte kullanılan klasik bir yöntem olmakla birlikte günümüzde etik ve klinik nedenlerle neredeyse tamamen terk edilmiştir. Bunun yerine, frontal lob veya kapsül bölgesine odaklanan daha modern teknikler olan löbetomi ve kapsülotomi tercih edilmektedir. Bu yöntemler, özellikle tedaviye dirençli vakalarda semptomlarda belirgin azalma sağlayabilmektedir. Bununla birlikte psikoşirurji önemli sınırlılıklar ve riskler taşımaktadır. Cerrahi girişime bağlı enfeksiyon ve kanama gibi komplikasyonlar görülebilir. Ayrıca bazı hastalarda kalıcı bilişsel ya da davranışsal değişiklikler ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle psikoşirurji, beraberinde önemli etik ve psikososyal tartışmaları da getiren bir tedavi yaklaşımıdır (Aydın, 2024; Torres Diaz ve ark, 2025).

2.7. IŞIK TERAPİSİ

Işık terapisi, yapay ışık kaynakları kullanılarak biyolojik saat (sirkadiyen ritim) ve melatonin üretiminin düzenlenmesini amaçlayan nonfarmakolojik bir tedavi yöntemidir. Bu yöntem en yaygın olarak mevsimsel duygudurum bozukluğu (SAD), bazı major depresyon tipleri ile uyku bozuklukları ve sirkadiyen ritim problemlerinin tedavisinde kullanılmaktadır. Işık terapisinin tipik uygulaması, 10.000 lüks (lux) yoğunluğunda beyaz ışığın günde 20–30 dakika boyunca,

genellikle sabah saatlerinde (06:00–09:00) uygulanmasını içermektedir. Işık terapisinin etki mekanizması, retinadan gelen ışık sinyalinin beyne iletilmesine dayanmaktadır. Bu uyarı, suprachiasmatic nucleus'u (SCN) aktive ederek melatonin salgısını düzenlemekte ve sirkadiyen ritmin dengelenmesini sağlamaktadır. Sonuç olarak, depresyon belirtilerinde ve uyku bozukluklarında iyileşme gözlenebilmektedir. Işık terapisi uygulanan hastalarda güvenliğin sağlanması, tedavinin etkinliğinin izlenmesi ve hasta uyumunun artırılması klinik açıdan büyük önem taşımaktadır (Aydın, 2024; Pjrek ve ark., 2020).

2.7.1. HEMŞİRELİK BAKIMI

	Hemşirelik Bakımı
Uygulama Öncesi Bakım	• Hastanın psikiyatrik ve medikal geçmişinin gözden geçirilmesi • Retina sorunları, katarakt ve cilt hassasiyeti gibi kontrendikasyonların kontrol edilmesi • Hastanın ışık terapisi hakkında bilgilendirilmesi ve tedavi hedeflerini açıklanması
Uygulama Sırasında Bakım	• Işık kaynağını doğru mesafede ve açıda konumlandırılması (göz hizasında, 40–60 cm) • Hastanın gözleri kapalı tutmadan, doğrudan bakmadan ışığa maruz kalmasının sağlanması • Yan etkilerin izlenmesi (baş ağrısı, gözlerde sulanma, uykusuzluk)
Uygulama Sonrası Bakım	• Hastanın günlük rutinine geri dönmesinin sağlanması • Yan etkileri kaydedilmesi ve gerekirse doz/sürenin ayarlanması • Tedaviye uyumu artırmak için motivasyon ve eğitim desteğinin sağlanması

2.8. UYKU YOKSUNLUĞU TERAPİSİ

Uyku **yoksunluğu terapisi**, hastayı gece boyunca uyanık tutarak depresyon ve bazı psikiyatrik bozukluklarda kısa süreli semptom iyileşmesini hedefleyen nonfarmakolojik bir tedavi yöntemidir. En sık majör depresyon ve tedaviye dirençli depresyon olgularında kullanılmaktadır. Uygulamada genellikle kısmî uyku yoksunluğu (gece boyunca uyanık kalma) ya da tam uyku yoksunluğu (tüm gece uyanık kalma) tercih edilmektedir. Uyku yoksunluğu, beyindeki serotonin, norepinefrin ve dopamin gibi monoamin sistemlerini geçici olarak artırmakta ve sirkadiyen ritimde kısa süreli değişikliklere yol açmaktadır. Bu nörobiyolojik etkiler, depresyon belirtilerinde hızlı ancak geçici bir iyileşme sağlamaktadır. Klinik etki çoğunlukla 24 saat içinde görülmekle birlikte, uzun süreli etkisi sınırlıdır; bu nedenle tedavi sıklıkla ışık terapisi veya farmakoterapi ile kombine edilmektedir (Aydın, 2024; Ioannou ve ark., 2021).

3.8.1 HEMŞİRELİK BAKIMI

	Hemşirelik Bakımı
Uygulama Öncesi Bakım	• Hastanın tıbbi ve psikiyatrik öyküsünü değerlendirilmesi • Uyku yoksunluğunun kontrendikasyonlarının (kalp hastalığı, epilepsi, şiddetli anksiyete) kontrol edilmesi • Hastaya tedavi süreci, riskler ve olası yan etkiler hakkında bilgi verilmesi

Uygulama Sırasında Bakım	• Hastayı gece boyunca uyanık tutmak için uygun aktiviteler planlanması • Vital bulguların izlenmesi (kan basıncı, kalp atım hızı, ruh hali) • Anksiyete, irritabilite veya halüsinasyon gibi yan etkilerin gözlemlenmesi
Uygulama Sonrası Bakım	• Hastayı dinlenmesinin ve normal uyku düzenine dönmesinin sağlanması • Yan etkilerin kaydedilmesi ve tedaviye verilen yanıtın değerlendirilmesi • Tedavi sonrası psikososyal destek ve danışmanlık sağlanması

3. SONUÇ

Psikiyatrik bozuklukların karmaşık nörobiyolojik temelleri göz önünde bulundurulduğunda özellikle tedaviye direnç gösteren, ilaç kullanamayan bireylerde veya yüksek özkıyım riski bulunan hastalarda nöromodülasyon ve biyolojik tedavi yöntemleri önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu yöntemler nöral devrelerin işlevini düzenleyerek semptomların azaltılmasına katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Ancak bu yöntemlerin etkinlik, güvenlik ve uzun vadeli etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için geniş ölçekli, kontrollü ve kanıta dayalı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu bağlamda, nöromodülasyon tekniklerinin klinik uygulamalardaki yerinin güçlendirilmesi, psikiyatrik tedavide bütüncül ve bireyselleştirilmiş yaklaşımların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. American Psychiatric Nurses Association. (2024, March). Electroconvulsive Therapy (ECT) Treatment Considerations. APNA. https://www.apna.org/electroconvulsive-therapy-ect-treatment-considerations/
2. Amini, M., & Zeighami, R. (2021). Repeated transcranial magnetic stimulation and nursing care: A review. Journal of Inflammatory Diseases, 24(6), e156255.
3. Austelle, C. W., Cox, S. S., Wills, K. E., & Badran, B. W. (2024). Vagus nerve stimulation (VNS): recent advances and future directions. Clinical autonomic research : official journal of the Clinical Autonomic Research Society, 34(6), 529–547. https://doi.org/10.1007/s10286-024-01065-w
4. Aydın, M. (2024). Psikofarmakoloji Dışı Tedaviler. N. Gürhan.(Ed.) Ruh Sağlığı ve Psikiyatri Hemşireliği (ss.343-353) WOPPHO Yayınevi.
5. Buzlu, S., Şahin Bayındır, G., (2023). Elektrokonvülsif terapi (ekt) tedavisi alan bireye yaklaşım. Kutlu, F.Y. (Ed.), Ruh sağlığı ve psikiyatri hemşireliği uygulama rehberi içinde (s. 68-69). İstanbul: İÜC Yayınevi.
6. Camacho-Conde, J. A., Del Rosario Gonzalez-Bermudez, M., Carretero-Rey, M., & Khan, Z. U. (2023). Therapeutic Potential of Brain Stimulation Techniques in the Treatment of Mental, Psychiatric, and Cognitive Disorders. CNS Neuroscience & Therapeutics, 29(1), 8–23. https://doi.org/10.1111/cns.13971
7. Chen, Z., & Liu, K. (2025). Mechanism and Applications of Vagus Nerve Stimulation. Current Issues in Molecular Biology, 47(2), 122. https://doi.org/10.3390/cimb47020122

8. Conroy, S. K., & Holtzheimer, P. E. (2021). Neuromodulation Strategies for the Treatment of Depression. The American journal of psychiatry, 178(12), 1082–1088. https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2021.21101034
9. De Jesus, O., Fogwe, D. T., Mesfin, F. B., & Das, J. M. (2023, August 28). Neuromodulation Surgery for Psychiatric Disorders. In Statpearls. Statpearls Publishing. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/nbk482366/
10. Deng, Z. D., Luber, B., McClintock, S. M., Weiner, R. D., Husain, M. M., & Lisanby, S. H. (2024). Clinical Outcomes of Magnetic Seizure Therapy vs Electroconvulsive Therapy for Major Depressive Episode: A Randomized Clinical Trial. *JAMA psychiatry*, *81*(3), 240–249. https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2023.4599
11. Di Passa, A.-M., Dabir, M., Fein, A., Khoshroo, S., McIntyre-Wood, C., Marsden, E., MacKillop, E., De Jesus, J., MacKillop, J., & Duarte, D. (2024). Clinical efficacy of deep transcranial magnetic stimulation (dTMS) in psychiatric and cognitive disorders: A systematic review. Journal of Psychiatric Research, 175, 287–315. https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2024.05.011
12. Dikec, G., & Özer, D. (2022). Çocuk ve ergen psikiyatrisinde elektrokonvulsif tedavi. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 14(1), 21–28.
13. Dönmez, Ç. F., & Yılmaz, M. (2011). Elektrokonvülsif tedavi ve hemşirelik bakımı. Psikiyatri Hemşireliği Dergisi, 2(2), 80–89
14. Ioannou, M., Wartenberg, C., Greenbrook, J. T. V., Larson, T., Magnusson, K., Schmitz, L., Sjögren, P., Stadig, I., Szabó, Z., & Steingrimsson, S. (2021). Sleep deprivation as treatment for depression: Systematic review and meta-analysis. *Acta psychiatrica Scandinavica*, *143*(1), 22–35. https://doi.org/10.1111/acps.13253
15. Koyuncu, O., Hakimoğlu, S., Patarroyo, F. R., Urfalı, S., Kokaçya, M. H., & Turan, A. (2021). Comparison of preoperative acetaminophen, deksketoprofen trometamol on headache treatment after electroconvulsive therapy. Kocaeli Tıp Dergisi, 10(1), 188–193. https://doi.org/10.5505/ktd.2021.34966
16. Kritzer, M. D., Peterchev, A. V., & Camprodon, J. A. (2023). Electroconvulsive Therapy: Mechanisms of Action, Clinical Considerations, and Future Directions. Harvard review of psychiatry, 31(3), 101–113. https://doi.org/10.1097/HRP.0000000000000365
17. Mukhtar, F., Regenold, W., & Lisanby, S. H. (2023). Recent Advances in Electroconvulsive Therapy in Clinical Practice and Research. Faculty Reviews, 12, 13. https://doi.org/10.12703/r/12-13
18. National Institute of Mental Health. (2024). Brain stimulation therapies. U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health. 12 Ocak 2026 tarihinde https://www.nimh.nih.gov/health/topics/brain-stimulation-therapies/brain-stimulation-therapies adresinden ulaşıldı.
19. Oktar, S., Yılmaz-Karaman, İ. G., Baştürk Karımmoajenı, E., Yenilmez, Ç., & Yastıbaş, C. (2024). Elektrokonvülzif terapi alan hastaların öznel deneyimlerinin araştırılması. Kocatepe Tıp Dergisi, 25(3), 361–369. https://doi.org/10.18229/kocatepetip.1364858
20. Pjrek, E., Friedrich, M. E., Cambioli, L., Dold, M., Jäger, F., Komorowski, A., Lanzenberger, R., Kasper, S., & Winkler, D. (2020). The Efficacy of Light Therapy in the Treatment of Seasonal Affective Disorder: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Psychotherapy and psychosomatics*, *89*(1), 17–24. https://doi.org/10.1159/000502891
21. Selçuk, E. A General View of Electroconvulsive Therapy Practices in a Psychiatry Clinic of an University Hospital. Journal of Clinical Psychiatry. https://doi.org/10.5505/KPD.2017.04796

22. Singh, A., & Kar, S. K. (2017). How Electroconvulsive Therapy Works?: Understanding the Neurobiological Mechanisms. Clinical psychopharmacology and neuroscience : the official scientific journal of the Korean College of Neuropsychopharmacology, 15(3), 210–221. https://doi.org/10.9758/cpn.2017.15.3.210
23. Taşdemir Yiğitoğlu, G., Çunkuş, N., Öztürk, F. Ö., & Sarıçay, K. (2021). Identification of the sociodemographic and clinical characteristics of patients who have undergone transcranial magnetic stimulation in a psychiatry clinic. Perspectives in Psychiatric Care. https://doi.org/10.1111/ppc.12836
24. Torres Díaz, C. V., Navas García, M., Pulido Rivas, P., Lara Almunia, M., & Fernández Alén, J. A. (2025). Shaping the Future of Psychiatric Neurosurgery: From Connectomic Precision to Technological Integration. Brain Sciences, 15(6), 647. https://doi.org/10.3390/brainsci15060647
25. Yang, Y., Cao, T. Q., He, S. H., et al. (2024). Revolutionizing treatment for disorders of consciousness: A multidisciplinary review of advancements in deep brain stimulation. *Military Medical Research*, *11*(81). https://doi.org/10.1186/s40779-024-00585-w

İNSANSIZ HAVA ARACI SİSTEMLERİNİN KUVVET ÇARPANI OLARAK ROLÜ VE OPERASYONEL KISITLARI

Utku ÇELİK
Siirt University, Institute of Science, The Degree of Master of Science in Electrical and Electronics Engineering, Siirt
ORCID: 0009-0007-0932-6073
Öğr.Gör.Dr. Mehmet BOLAT
Ankara University, Gama Vocational School, Electronics and Automation Department, Ankara
ORCID: 0000-0003-0988-0262
Dr.Öğr.Üyesi Rıdvan Fırat ÇINAR
Batman University, Faculty of Engineering and Architecture, Computer Engineering, Batman
ORCID: 0000-0002-0904-2165

ÖZET
İnsan veya pilot bulunmaksızın uzaktan kumanda yoluyla veya belirli bir otonomi düzeyinde görev icra edebilen İnsansız Hava Araçları (İHA), son yirmi yılda keşif ve gözetleme odaklı kullanımın ötesine geçerek silahlı taarruz, elektronik harp, hedef işaretleme ve ağ merkezli karar destek süreçlerinde doktriner dönüşümün ana sürükleyicilerinden biri hâline gelmiştir. Bu çalışma; İHA sistem mimarisi, görev profilleri ve muharebe sahasındaki etkileri bütüncül bir mühendislik perspektifiyle ele alır. Literatür taraması; Birinci Körfez Harekâtı'ndan itibaren hedef tespit ve imha döngüsünün İHA'lar ile önemli ölçüde kısaldığını, örneğin klasik süreçlerin günler mertebesinden dakikalar mertebesine indirilebildiğini göstermektedir. Bu dönüşüm Afganistan, Irak gibi asimetrik operasyon ortamlarında sürekli gözetleme ve hassas vuruş kabiliyetiyle belirginleşmiş; Dağlık Karabağ örneğinde hava savunma bastırma ve etkisizleştirme, muhabere altyapısının hedeflenmesi ve ikmal hatlarının kesilmesi gibi etkiler üzerinden operasyonel seviyede sonuç üretmiştir. Rusya–Ukrayna savaş deneyimi ise düşük irtifa katmanında küçük ve maliyet etkin İHA'ların yoğun kullanımı, elektronik karıştırma altında görev icrası ve First Person Vision (FPV)/kamikaze konseptlerinin muhaberenin seyrini değiştirmesi gibi yeni dinamikleri ortaya koymaktadır. Ayrıca sürü İHA'lar, otonomi ve yapay zekâ destekli görev planlama yaklaşımlarının; karıştırma ortamında dayanıklılık, insan ve sürü etkileşimi ve siber güvenlik gereksinimleriyle birlikte değerlendirildiği güncel çalışmalar özetlenmiştir. Sonuç olarak İHA'lar, yalnızca platform performansı ile değil; sensör, haberleşme, algoritma, doktrin bütünleşmesiyle kuvvet çarpanı etkisi üreten hibrit bir sistem olarak konumlanmakta; gelecekte ise EH dayanıklılığı, otonom karar verme sınırları ve ölçeklenebilir sürü mimarileri doktriner rekabetin belirleyici parametreleri olmaya aday görünmektedir.
Anahtar Kelimeler: İnsansız Hava Araçları, Harp Doktrini, Kuvvet Çarpanı, Komuta-Kontrol, Elektronik Harp, Sürü İHA, Otonomi

THE ROLE OF UNMANNED AERIAL VEHICLE SYSTEMS AS FORCE MULTIPLIERS AND THEIR OPERATIONAL CONSTRAINTS

ABSTRACT

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), capable of executing missions via remote control or at varying levels of autonomy without an onboard pilot, have evolved over the past two decades beyond reconnaissance and surveillance roles to become key enablers of doctrinal transformation in armed attack, electronic warfare, target designation, and network, centric decision and support processes. This study examines UAV system architectures, mission profiles, and their effects on battlefield from a holistic engineering perspective. A review of the literature indicates that, since the First Gulf War, UAV integration has shortened the find, fix, track, target, engage and assess (F2T2EA) cycle, reducing engagement timelines from days to minutes. This evolution became particularly evident in asymmetric operational environments such as Afghanistan and Iraq operations, where persistent intelligence, surveillance, and reconnaissance (ISR) combined with precision strike capabilities reshaped operational practices. In the Nagorno-Karabakh conflict, UAV employment produced operational level effects through suppression and neutralization of air defense systems, disruption of communications infrastructure, and interdiction of logistics lines. The Russia–Ukraine war experience further reveals emerging dynamics, including the intensive use of low-altitude, small, and cost-effective UAVs, mission execution under heavy electronic jamming, and the decisive impact of FPV/ loitering munition concepts on the conduct of combat operations. In addition, recent studies addressing swarm UAVs, autonomy, and artificial intelligence assisted mission planning are reviewed, with particular emphasis on resilience in contested electromagnetic environments, human and swarm interaction, and cybersecurity requirements.

In conclusion, UAVs are positioned not merely as high-performance platforms but as hybrid systems that generate force-multiplying effects through the integration of sensors, communications, algorithms, and doctrine. Looking ahead, electronic warfare resilience, the boundaries of autonomous decision-making, and scalable swarm architectures are expected to emerge as critical parameters shaping future doctrinal competition.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicles, Military Doctrine, Force Multiplier, Command and Control, Electronic Warfare, Swarm UAVs, Autonomy

1. GİRİŞ

İnsansız Hava Araçları (İHA), başlangıçta keşif–gözetleme, hedef analizi ve gerçek zamanlı görüntü aktarımı gibi istihbarat odaklı görevler için kullanılan platformlar iken, günümüzde silahlandırma, ağ merkezli komuta-kontrol (C2) entegrasyonu ve sensör-füzyon kabiliyetleriyle birlikte orduların doğrudan ateş gücü unsurlarından biri hâline gelmiştir. Bu dönüşüm, yalnızca yeni bir platform sınıfının ortaya çıkması değil; karar verme döngüsünü, hedefleme süreçlerini, hava savunma/karşı tedbir yaklaşımlarını ve hatta teşkilatlanmaları etkileyen kritik bir nokta olarak öne çıkmaktadır. Nitekim bu çalışmada da çalışmanın odağı, İHA'ların harp doktrinleri içindeki yerini ve neden "kuvvet çarpanı" hâline geldiğini açıklamaktadır. Literatürde İHA'ların "kuvvet çarpanı" olarak ele alınmasının en önemli gerekçelerinin başında; klasik hava gücü kullanımında süre, maliyet ve risk bakımından yüksek eşiğe sahip görevlerin, daha düşük maliyetli ve ölçeklenebilir insansız sistemlerle daha sık ve daha geniş bir alanda icra edilebilir hâle gelmesidir. Bu yaklaşım; yalnızca platform performansı (havada kalış, faydalı yük, menzil) üzerinden değil, güvenli haberleşme, C2 mimarileri ve görev odaklı sensör

paketlerinin birlikte tasarımı üzerinden değerlendirilmektedir. Nitekim güncel akademik çalışmalar da İHA'ların, insanlı havacılığı tamamlayan ve yeni görev kümelerini mümkün kılan bir kuvvet çarpanı olduğunu; ancak bunun sürdürülebilirliği için sağlam C2 yapıları ve elektronik harp (EH) tehditlerine dayanıklı haberleşme gerektirdiğini vurgular. Muharebe sahası örnekleri, doktrinel etkilerin en görünür hâle geldiği alanı oluşturmaktadır. Özellikle "hedef tespiti ve imha" döngüsünde yaşanan gelişmeler, İHA'ların operasyonel alandaki etkinliğini açıklayan kritik bir göstergedir.

Yakın muharebe tarihine bakılacak olursa, Birinci Körfez Harekâtı'nda keşif ve imha sürecinin günler mertebesinde (yaklaşık üç gün) sürebildiği; silahlı İHA'larla birlikte Irak, Afganistan ve Pakistan'da cereyan eden operasyon örneklerindeki gibi bunun dakikalar mertebesine indirilebildiği belirtilmektedir. Bu durum, klasik hedefleme süreçlerinin (istihbarat toplama, doğrulama, angajman ve hasar kıymetlendirme) daha "akışkan" ve daha sık tekrarlanabilir bir yapıya evrilmesine yol açmıştır. Benzer şekilde 2020 Dağlık Karabağ Savaşı, İHA'ların yalnızca taktik başarı üretmediğini; hava savunma sistemlerini bastırma-etkisizleştirme, muhabere altyapısının hedeflenmesi ve ikmal hatlarının kesilmesi gibi etkiler üzerinden operasyonel seviye sonuç üretebildiğini gösteren çarpıcı bir vaka olarak literatürde geniş yer bulmuştur.(Watts, 1984) TB-2 ile Ermenistan savunma hattının zayıflatılması, anten sahalarının imhası, sevkiyat konvoylarının intikal güzergâhında vurulması ve kamikaze dronların hava savunma imhasında kullanımı gibi mekanizmalar açık biçimde aktarılmaktadır (Kreps & Kaag, 2012), (Gertler, 2012).

Bu bulgular, İHA'ların "tekil platform" olmaktan ziyade; keşif, hedefleme ve taarruz fonksiyonlarını birleştiren, ağ destekli bir etki sistemi olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (Doğan, 2019).

Rusya–Ukrayna Savaşı ise, İHA kullanımının ölçek ve çeşitlilik bakımından yeni bir aşamaya geçtiğini göstermektedir. Ukrayna'nın Bayraktar TB-2'yi "havadan gören göz" olarak kullanarak kısıtlı mühimmatını daha istikrarlı ve etkin kullanmayı hedeflediği; Rusya tarafında ise Orlan-10 gibi sistemlerle hedef belirleme ve saldırı süresinin dakikalar mertebesine indiği ifade edilmektedir. Bu tabloda dikkat çeken husus, EH ortamının sertleşmesiyle birlikte hedef tespit ve taarruz süreçlerinin yalnız platform kabiliyetine değil; veri bağı, otonomi seviyesi ve karşı tedbir dayanıklılığına bağlı hâle gelmesidir. Nitekim güncel saha raporları ve çalışmalar, EH baskısı arttıkça dronlarda bilgisayarlı takip ve yarı otonom hedefleme gibi yaklaşımların önem kazandığını; ayrıca First Person Vision (FPV) ve yeni kontrol yöntemlerinin (ör. karıştırmaya dirençli çözümler) hızla yayıldığını göstermektedir (Şen, 2022). Bu çerçevede bu çalışmada;

(i) İHA sistem mimarisi ve sınıflandırmasını,
(ii) Askerî görev profillerini,
(iii) Seçilmiş muharebe vakaları üzerinden doktrinel etkileri ve
(iv) Geleceğe dönük eğilimleri (otonomi, sürü sistemleri, EH ve siber dayanıklılık) mühendislik perspektifinden bütüncül olarak tartışmayı amaçlamaktadır. (Horowitz et al., 2022), (AJP-3.3: NATO Doctrine for Air and Space Operations, 2021).

Çalışmanın katkısı, İHA'ları yalnızca "platform" olarak değil; sensör, haberleşme, C2, algoritma bütünleşmesiyle kuvvet çarpanı etkisi üreten bir hibrit sistem olarak ele alması ve muharebe örnekleriyle operasyonel uygulamalarda yaşanan kısıtlar ve bu kısıtlara çözüm önerisi sunarak bu dönüşümün mekanizmalarını görünür kılmasıdır.

2. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ SINIFLANDIRILMASI VE SİSTEM MİMARİSİ

İnsansız Hava Araçları (İHA), içerisinde pilot bulunmaksızın uzaktan kumanda yoluyla veya belirli bir otonomi düzeyinde görev icra edebilen hava araçları olarak tanımlanmaktadır. Ancak güncel akademik ve askerî yaklaşımlarda İHA'lar, yalnızca uçan bir platform olarak değil; hava aracı, yer kontrol istasyonu, haberleşme altyapısı, faydalı yükler ve insan unsurunu kapsayan bütünleşik bir sistem olarak ele alınmaktadır. Bu nedenle literatürde "İnsansız Hava Aracı Sistemi (İHAS)" kavramı yaygın biçimde kullanılmaktadır (Austin, 2010), (Singer, 2010).

İHA kavramı, ilk ortaya çıktığı dönemlerde daha çok "uzaktan kumandalı hava aracı" şeklinde tanımlanmıştır. Bu sistemler, sınırlı menzil ve kontrol kabiliyetleri nedeniyle operasyonel açıdan kısıtlı bir kullanım alanına sahipti. Ancak haberleşme teknolojilerindeki gelişmeler, uydu tabanlı veri iletimi ve sensör sistemlerinin gelişmesiyle birlikte İHA'lar daha karmaşık görevleri yerine getirebilir hâle gelmiştir.

İnsansız Hava Araçlarının askerî ve sivil uygulamalardaki etkinliği, yalnızca platform performansına değil; görev gereksinimlerine uygun **sınıflandırma** ve **sistem mimarisi** tasarımına bağlıdır. Bu nedenle literatürde İHA'lar; kalkış ağırlığı, görev irtifası, havada kalış süresi, menzil ve görev türü gibi ölçütler dikkate alınarak farklı sınıflara ayrılmaktadır. Sınıflandırma, yalnızca teknik bir ayrım değil; aynı zamanda sertifikasyon, hava sahası entegrasyonu, personel eğitimi ve doktrinel kullanım açısından yönlendirici bir çerçeve sunmaktadır (Austin, 2010), (Singer,10).

2.1. İnsansız Hava Aracı Sistemlerinin Sınıflandırılması

Özellikle tahsisli olmayan hava sahasında icra edilen görevlerde İHA sınıflandırması; operasyonel sınırların belirlenmesi ve görev standartlarının oluşturulması açısından kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda sınıflandırma, İHA'ların harp doktrinleri içindeki rolünün tanımlanmasında temel bir adım olarak değerlendirilmektedir.

Akademik ve askerî literatürde yaygın olarak kabul edilen sınıflandırmaya göre İHA'lar genel olarak ;

i) Mini/mikro, taktik,
ii) MALE (Medium Altitude Long Endurance)
iii) HALE (High Altitude Long Endurance)

sınıfları altında incelenmektedir (Austin, 2010), (Kreps & Kaag, 2012).

Mini ve mikro İHA'lar, düşük kalkış ağırlıkları ve kısa menzilleri nedeniyle genellikle birlik seviyesinde keşif ve gözetleme görevlerinde kullanılmaktadır. Bu sistemler, düşük maliyetli ve hızlı konuşlandırılabilir olmaları sayesinde taktik seviyede önemli bir durumsal farkındalık sağlamaktadır. Ancak sınırlı faydalı yük kapasitesi ve kısa havada kalış süreleri, bu sınıfın operasyonel etkisini kısıtlamaktadır.

Taktik İHA'lar, mini sistemlere kıyasla daha uzun menzil ve daha gelişmiş sensör paketlerine sahiptir. Bu sınıf, özellikle tugay ve tümen seviyesinde keşif, gözetleme ve hedef tespiti görevlerinde tercih edilmektedir. Taktik İHA'lar, harp sahasında anlık veri üretme kabiliyetiyle komuta-kontrol süreçlerini destekleyen önemli unsurlar arasında yer almaktadır (Gertler, 2012).

MALE sınıfı İHA'lar, orta irtifada uzun süreli görev icra edebilme yetenekleri sayesinde modern harp ortamlarında en yaygın kullanılan sistemler arasında bulunmaktadır. Silahlı MALE İHA'lar, keşif–gözetleme ve taarruz görevlerini aynı platform üzerinden icra edebilmekte; bu özellikleriyle hedef tespit ve imha döngüsünü önemli ölçüde kısaltmaktadır. HALE sınıfı İHA'lar ise çok yüksek irtifalarda, stratejik seviyede uzun süreli gözetleme ve istihbarat görevleri için kullanılmaktadır (Austin, 2010), (Watts, 1984).

2.2. İnsansız Hava Aracı Sisteminin Temel Bileşenleri ve Mimarisi

İHA'ların operasyonel başarısı, sistem bileşenlerinin bütünleşik çalışmasına bağlıdır. Literatürde bir İHA sistemi;

i) Hava aracı platformu,
ii) Yer kontrol istasyonu,
iii) Haberleşme altyapısı,
iv) Faydalı yükler

olmak üzere dört ana bileşen altında ele alınmaktadır (Doğan, 2019), (Singer, 2010).

Hava aracı platformu; aerodinamik yapı, tahrik sistemi, enerji yönetimi ve uçuş kontrol alt sistemlerini kapsamaktadır. Platform tasarımı, görev irtifası, havada kalış süresi ve faydalı yük kapasitesi üzerinde doğrudan belirleyicidir. Yer kontrol istasyonu ise görev planlama, uçuş denetimi, veri izleme ve operatör–sistem etkileşiminin sağlandığı merkezî bir bileşen olarak tanımlanmaktadır.

Faydalı yükler, İHA'ların görev türünü doğrudan belirleyen bileşenlerdir. Elektro-optik/kızılötesi sensörler, sentetik açıklıklı radarlar, sinyal istihbaratı sistemleri ve hassas güdümlü mühimmatlar, askerî İHA'larda yaygın olarak kullanılan faydalı yükler arasında yer almaktadır.

İHA sistem mimarisi, yalnızca donanım bileşenlerinin bir araya gelmesinden ibaret değildir; aynı zamanda yazılım, veri işleme ve karar destek mekanizmalarını da kapsamaktadır. Otonomi düzeyi, modern İHA sistemlerini klasik uzaktan kumandalı platformlardan ayıran en önemli unsurlardan biridir (Şen, 2022), (Watts, 1984).

Düşük otonomi düzeyine sahip sistemlerde, uçuş ve görev icrası büyük ölçüde operatör kontrolü altındadır. Buna karşılık yarı otonom sistemler, önceden tanımlanmış görev planlarını icra edebilmekte ve sınırlı çevresel algılama yetenekleriyle uçuş parametrelerini uyarlayabilmektedir. Literatürde, yapay zekâ destekli karar verme mekanizmalarının geliştirilmesiyle birlikte, daha yüksek otonomi düzeyine sahip İHA sistemlerinin ön plana çıkacağı öngörülmektedir (AJP-3.3: NATO Doctrine for Air and Space Operations, 2021).

Bu gelişmeler, harp doktrinleri açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. Otonomi seviyesinin artması, insan ve makine etkileşiminin yeniden tanımlanmasını ve komuta-kontrol yapılarının uyarlanmasını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle İHA sistem mimarisi, yalnızca mühendislik problemi değil; aynı zamanda doktrinel ve etik boyutları olan çok katmanlı bir tasarım alanı olarak değerlendirilmektedir.

3. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ HARP DOKTRİNİN EVRİMİ, ASKERÎ KULLANIM ALANLARI VE OPERASYONEL GÖREV PROFİLLERİ

İHA her ne kadar fiziksel olarak insansız olsa da sistemin etkin kullanımı büyük ölçüde insan faktörüne bağlıdır. Görev öncesi planlama, görev icrası sırasında denetim ve görev sonrası değerlendirme süreçleri hâlen insan kontrolü altında yürütülmektedir. Bu durum, İHA'ların **insan ve makine etkileşimi** açısından değerlendirilmesi gereken karmaşık mühendislik sistemleri olduğunu göstermektedir.

İHA'ların etkinliği, platform performansının ötesinde sistem bileşenlerinin bütünleşik çalışmasına bağlıdır. Bir İHA sistemi bileşenleri arasındaki entegrasyon seviyesi, sistemin görev başarısını doğrudan etkilemektedir (Doğan, 2019).

Haberleşme altyapısı, özellikle İHA sistemleri için kritik bir unsurdur. Veri bağlantısının güvenliği ve sürekliliği hem görev icrası hem de EH tehdidi altında hayati öneme sahiptir. Güncel literatür, EH ve siber saldırılara karşı dayanıklı haberleşme mimarilerinin, İHA sistemlerinin sürdürülebilirliği açısından belirleyici olduğunu vurgulamaktadır (Şen, 2022).

Tüm bu bilgiler ışığında bu prosesin İHA'ların harp doktrinleri içindeki işleyişe katkısı, büyük ölçüde sağladıkları **zaman avantajı, bilgi üstünlüğü** ve **risklerin minimize edilmesiyle** ilişkilidir. Klasik hava harekâtlarında hedef tespit ve imha döngüsü (kill chain) uzun sürebilirken, İHA'lar sayesinde bu süreç önemli ölçüde kısalmıştır.

2000'li yıllardan itibaren İHA'ların silahlandırılması, bu platformların harp sahasındaki rolünü köklü biçimde değiştirmiştir. Silahlı İHA'lar, yalnızca istihbarat toplayan pasif sistemler olmaktan çıkarak doğrudan **taarruz icra edebilen aktif unsurlar** hâline gelmiştir. Bu dönüşüm, literatürde hava gücünün kullanımına ilişkin doktrinlerinle yeniden değerlendirilmesine yol açmıştır (Watts, 1984).

Dağlık Karabağ ve Rusya–Ukrayna Savaşı örnekleri üzerinden aktarılan bulgular, İHA'ların yalnızca taktik seviyede değil; operasyonel ve stratejik seviyelerde de sonuç üretebildiğini göstermektedir.

3.1. Keşif, Gözetleme ve İstihbarat (ISR) Görevleri

Keşif, gözetleme ve istihbarat (ISR) görevleri, İHA'ların askerî alandaki en temel ve en yaygın kullanım alanını oluşturmaktadır. Gelişmiş elektro-optik ve kızılötesi sensörler sayesinde İHA'lar, gece ve gündüz koşullarında yüksek çözünürlüklü görüntü ve veri toplayabilmektedir. Bu verilerin gerçek zamanlı olarak komuta merkezlerine aktarılması, sahadaki durumsal farkındalığı önemli ölçüde artırmaktadır (Kreps & Kaag, 2012), (Austin, 2010).

ISR görevleri, özellikle asimetrik harp ortamlarında kritik bir rol oynamaktadır. İnsanlı hava araçlarının yüksek risk taşıdığı bölgelerde İHA'lar, uzun süreli ve düşük maliyetli gözetleme imkânı sunarak operasyonel esnekliği artırmaktadır. Literatürde bu yetenek, İHA'ların "sürekli göz" fonksiyonu olarak tanımlanmakta ve modern harp anlayışının temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Gertler, 2012).

3.2. Silahlı İHA Sistemleri ve Taarruz Görevleri

İHA'ların silahlandırılması, bu sistemlerin harp sahasındaki rolünü köklü biçimde değiştirmiştir. Silahlı İHA'lar, keşif ve hedef tespit görevlerinin yanı sıra doğrudan taarruz icra edebilmekte; böylece hedef tespit ve imha döngüsünü tek bir platform üzerinden gerçekleştirebilmektedir. Bu durum, klasik hava harekâtlarında görülen zaman gecikmelerini büyük ölçüde ortadan kaldırmıştır (Watts, 1984).

Birinci Körfez Harekâtı'nda günler sürebilen hedefleme süreçleri, silahlı İHA'ların kullanıldığı Irak ve Afganistan operasyonlarında dakikalar mertebesine indirilebilmiştir. Bu hızlanma, operasyonel etkinliği artırmış ve İHA'ları modern harp doktrinlerinde önemli bir taarruz unsuru hâline getirmiştir (Doğan, 2019).

3.3. Elektronik Harp ve Destek Görevleri

Elektronik harp (EH) ortamının giderek karmaşık hâle gelmesi, İHA'ların bu alandaki rolünü de artırmıştır. İHA'lar, düşman radar ve haberleşme sistemlerinin tespiti, baskılanması veya yanıltılması gibi görevlerde etkin biçimde kullanılabilmektedir. Özellikle elektronik destek (ED) görevleri, düşman elektromanyetik faaliyetlerinin analiz edilmesine ve operasyonel planlamanın daha isabetli yapılmasına olanak sağlamaktadır (Şen, 2022).

Güncel literatür, EH görevlerinin İHA'lar için hem bir fırsat hem de bir zorluk alanı olduğunu vurgulamaktadır. Bir yandan İHA'lar EH görevlerini icra ederken, diğer yandan kendileri de karıştırma ve siber saldırı tehditlerine maruz kalmaktadır. Bu durum, dayanıklı haberleşme ve yedekli sistem mimarilerinin önemini artırmaktadır (Kreps & Kaag, 2012), (AJP-3.3: NATO Doctrine for Air and Space Operations, 2021).

3.4. Kamikaze ve Sürü İHA Konseptleri

Son yıllarda öne çıkan kamikaze (loitering munition) ve sürü İHA konseptleri, harp sahasında yeni bir paradigma oluşturmuştur. Kamikaze İHA'lar, uzun süre hedef bölgesinde dolaşabilme ve uygun anda hedefi imha edebilme kabiliyetleri sayesinde, özellikle hava savunma sistemlerine karşı etkili bir çözüm olarak değerlendirilmektedir. Dağlık Karabağ Savaşı'nda bu tür sistemlerin etkin kullanımı, literatürde sıkça tartışılan örnekler arasında yer almaktadır [8]. Sürü İHA konsepti ise çok sayıda düşük maliyetli İHA'nın koordineli şekilde görev icra etmesini öngörmektedir. Bu yaklaşım, klasik savunma sistemlerinin kabiliyetlerini ve karar verme süreçlerini zorlayarak operasyonel üstünlük sağlama potansiyeline sahiptir. Ancak sürü sistemlerinin etkin kullanımı, gelişmiş algoritmalar, güvenli haberleşme ve yüksek otonomi düzeyi gerektirmektedir (Şen, 2022).

4. YAKIN MUHAREBE TARİHİNDE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARININ KULLANIMI

İnsansız Hava Araçlarının muharebe sahalarındaki kullanımı, teknolojik gelişmelerin doktrinel sonuçlar doğurduğu alanların başında gelmektedir. İHA'ların farklı muharebe ortamlarında üstlendiği roller, bu sistemlerin yalnızca teknik kabiliyetlerini değil; aynı zamanda **komuta-kontrol (C2) entegrasyonu, elektronik harp (EH) dayanıklılığı** ve **operasyonel uyarlanabilirlik** düzeylerini de görünür kılmaktadır. Bu bölümde, literatürde sıkça referans verilen muharebe örnekleri üzerinden İHA kullanımının evrimi ve doktrinel etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmektedir.

4.1. Birinci Körfez Harekâtı

1991 Birinci Körfez Harekâtı, İHA'ların modern harp ortamında sistematik biçimde kullanıldığı ilk büyük ölçekli çatışma olarak kabul edilmektedir. Bu harekâtta kullanılan İHA'lar, ağırlıklı olarak keşif ve gözetleme görevlerinde değerlendirilmiş; hedef tespiti ve hasar kıymetlendirme süreçlerine destek sağlamıştır. Her ne kadar bu dönemde İHA'lar silahsız ve sınırlı kabiliyetlere sahip olsa da, gerçek zamanlı istihbarat üretme yetenekleri hava harekâtının etkinliğini artırmıştır (Austin, 2010).

Literatürde, Körfez Harekâtı'nın İHA'ların potansiyelini ortaya koyan bir "başlangıç noktası" olduğu vurgulanmaktadır. Bu dönemde hedef tespit ve imha sürecinin uzunluğu ve İHA'ların daha çok destekleyici rolde kalması, sonraki yıllarda geliştirilecek silahlı ve otonomi seviyesi daha yüksek sistemler için önemini ortaya koymuştur (Singer,10).

4.2. Afganistan ve Irak Operasyonları

2000'li yılların başında Afganistan ve Irak'ta yürütülen operasyonlar, İHA'ların harp sahasındaki rolünün köklü biçimde değiştiği bir dönemi temsil etmektedir. Bu süreçte İHA'lar silahlandırılmış ve keşif ve taarruz görevleri tek bir platform üzerinden icra edilebilir hâle gelmiştir. Literatürde, bu dönüşümün hedef tespit ve imha döngüsünü önemli ölçüde kısalttığı ve operasyonel etkinliği artırdığı belirtilmektedir (Watts, 1984).

Körfez Harekâtı'nda günler sürebilen hedefleme süreçleri, silahlı İHA'ların kullanıldığı Afganistan ve Irak'ta yürütülen operasyon örneklerinde dakikalar mertebesine indirilebilmiştir. Bu hızlanma, asimetrik harp ortamlarında sürekli gözetleme ve anlık müdahale kabiliyetinin önemini ortaya koymuştur (Doğan, 2019).

4.3. Dağlık Karabağ Savaşı

2020 yılında gerçekleşen Dağlık Karabağ Savaşı, İHA'ların operasyonel seviye sonuç üretebildiğini gösteren en çarpıcı örneklerden biri olarak literatürde geniş yer bulmuştur [8].

Muharebe geçmişi incelendiğinde, Bayraktar TB-2 gibi MALE sınıfı İHA'ların Ermenistan savunma hatlarını zayıflattığını; kamikaze dronların ise hava savunma unsurlarının imhasında önemli rol oynadığını göstermektedir. Bu örnek, İHA'ların kara ve hava unsurlarıyla bütünleşik şekilde kullanıldığında **kuvvet çarpanı** etkisi yaratabildiğini ortaya koymaktadır.

4.4. Rusya–Ukrayna Savaşı

Rusya–Ukrayna Savaşı, İHA kullanımının ölçek ve çeşitlilik açısından yeni bir aşamaya geçtiğini göstermektedir. Bu çatışmada hem yüksek kabiliyetli MALE sınıfı İHA'lar hem de düşük maliyetli, kısa menzilli sistemler yoğun biçimde kullanılmıştır. Literatürde bu durum, "yüksek-düşük karışımı" (high–low mix) olarak tanımlanmakta ve modern harp sahasının karakteristiği olarak değerlendirilmektedir.

Ukrayna tarafı İHA'ları "havadan gören göz" olarak kullanarak kısıtlı mühimmatını daha etkin biçimde değerlendirmeyi amaçlamış; Rusya tarafı ise Orlan-10 gibi sistemlerle hedef tespit ve saldırı süresini dakikalar mertebesine indirmiştir. Bu çatışma, elektronik harp baskısı altında İHA'ların dayanıklılığı, veri bağı güvenliği ve otonomi düzeyinin önemini açık biçimde ortaya koymuştur (Şen, 2022).

5. İHA SİSTEMLERİNİN KUVVET ÇARPANI ETKİSİ

Harp prensipleri, hedefin açık biçimde belirlenmesi, emir–komuta birliğinin sağlanması, taarruzla inisiyatifin ele geçirilmesi, sıklet merkezine yönelme, kuvvet tasarrufu, manevra, baskın, emniyet, sadelik, moralin korunması ve hukuka uygunluk gibi ilkeler, farklı dönemlerde farklı araçlarla icra edilse de harp ortamında ortak bir mantıksal çerçeve sunmaktadır. Bu bağlamda harp prensipleri, belirli bir silah sistemini veya platformu tanımlamaz; aksine askerî gücün nasıl ve hangi önceliklerle kullanılacağını ortaya koyar.

Kuvvet çarpanı kavramı ise bir askerî sistemin veya unsurun, mevcut kuvvetin nicel büyüklüğünü artırmadan, harekâtın sonucunu orantısız biçimde etkilemesini ifade eder. Başka bir ifadeyle bir sistem, sahip olunan kuvvetin etkisini olduğundan daha büyük gösteriyor, karar alma süreçlerini hızlandırıyor veya düşmanın hareket kabiliyetini beklenenden fazla sınırlandırıyorsa kuvvet çarpanı niteliği kazanır. Bu noktada her ileri teknoloji ürünü sistemin otomatik olarak kuvvet çarpanı olduğu söylenemez. Bir sistemin kuvvet çarpanı hâline gelebilmesi, harp prensiplerinin sahada daha etkin, daha hızlı ve daha düşük maliyet–risk dengesiyle uygulanmasına katkı sağlamasına bağlıdır.

İnsansız hava araçlarının modern harp ortamında kuvvet çarpanı hâline gelmesinin temel nedeni, klasik harp prensiplerini doğrudan uygulayan bağımsız unsurlar olmalarından değil; bu prensiplerin icrasını hızlandıran, derinleştiren ve maliyet etkin hale getiren bütünleşik bir sistem mimarisi sunmalarından kaynaklanmaktadır.

Bu bilgiler ışığında İHA'lar, harp prensiplerini değiştiren veya onların yerine geçen sistemler değildir. Bu araçlar, söz konusu prensiplerin modern harp ortamında uygulanabilirliğini köklü biçimde artıran bir sistem mimarisi sunarak kuvvet çarpanı hâline gelmiştir. Sensör, haberleşme, komuta-kontrol ve etki unsurlarının bütünleşik çalışması sayesinde hedefleme süreci hızlanmış, taarruzun temposu artmış, sıklet merkezine yönelik doğrudan ve dolaylı baskı kurulabilmiş ve tüm bunlar görece düşük maliyet ve riskle mümkün kılınmıştır.

6. MEVCUT ÇALIŞMALARIN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

İHA'lar üzerine yapılan akademik ve askerî çalışmalar incelendiğinde, bu sistemlerin teknik kabiliyetlerinden ziyade operasyonel etki, doktrinel dönüşüm ve komuta-kontrol entegrasyonu ekseninde değerlendirildiği görülmektedir. Literatürde yer alan çalışmalar; İHA'ları kimi zaman platform performansı temelinde, kimi zaman ise harp sahasında üretilen sonuçlar üzerinden ele almakta ve farklı bakış açıları sunmaktadır. Bu bölümde, önceki bölümlerde değinilen muharebe örnekleri ve kavramsal çerçeve dikkate alınarak, seçilmiş çalışmalar karşılaştırmalı biçimde analiz edilmektedir.

Austin (Austin, 2010) tarafından sunulan kapsamlı çalışma, İHA'ları sistem mühendisliği perspektifinden ele almakta ve platform, haberleşme ve yer kontrol istasyonu bileşenlerinin entegrasyonuna odaklanmaktadır. Bu yaklaşım, İHA'ların teknik altyapısını anlamak açısından

güçlü bir çerçeve sunsa da, muharebe sahasındaki doktrinel etkileri sınırlı ölçüde ele almaktadır. Buna karşılık Singer (Singer, 2010), İHA'ların teknik özelliklerinden çok, harp doktrinleri ve kuvvet kullanımı üzerindeki etkilerini ön plana çıkarmakta; bu sistemleri modern savaşın karakterini dönüştüren bir unsur olarak tanımlamaktadır.

Gertler (Gertler, 2012) tarafından hazırlanan rapor, ABD merkezli İHA kullanımını operasyonel ve kurumsal bir çerçevede değerlendirmekte; özellikle hedefleme süreçleri, komuta-kontrol yapıları ve karar alma mekanizmaları üzerindeki etkileri vurgulamaktadır. Bu çalışma, İHA'ların kuvvet çarpanı etkisini somut örnekler üzerinden ortaya koyması açısından literatürde önemli bir yere sahiptir. Benzer şekilde Doğan (Doğan, 2019), yüksek lisans tezinde İHA'ların muharebe sahasındaki kullanımını ayrıntılı biçimde inceleyerek, hedef tespit ve imha sürecindeki zaman kazanımını ve operasyonel avantajları nicel ve nitel verilerle desteklemiştir.

NATO dokümanları (AJP-3.3: NATO Doctrine for Air and Space Operations, 2021), İHA'ları çok alanlı operasyonlar (multi-domain operations) bağlamında ele almakta ve bu sistemlerin hava, kara ve deniz unsurlarıyla entegrasyonuna vurgu yapmaktadır. Bu yaklaşım, İHA'ların yalnızca bağımsız platformlar değil; müşterek harekâtın ayrılmaz bir parçası olduğunu göstermektedir. Horowitz ve arkadaşları (Horowitz et al., 2022) ise yapay zekâ ve otonomi bağlamında İHA'ların gelecekteki rolünü tartışmakta; bu sistemlerin artan otonomi seviyelerinin komuta-kontrol yapıları ve insan ve makine etkileşimi üzerinde yeni zorluklar doğuracağını öngörmektedir.

Dağlık Karabağ Savaşı üzerine yapılan çalışmalar (AJP-3.3: NATO Doctrine for Air and Space Operations, 2021), İHA'ların operasyonel seviye sonuç üretebildiğini gösteren güncel ve somut örnekler sunmaktadır. Rusya–Ukrayna Savaşı bağlamında yapılan değerlendirmeler ise, elektronik harp baskısı altında İHA kullanımının sınırlarını ve dayanıklı sistem mimarisinin önemini vurgulamaktadır.

Tablo 6.1'de, literatürde öne çıkan bazı çalışmaların karşılaştırmalı bir özeti sunulmuştur:

Tablo 6.1. İHA Çalışmalarının Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi

Çalışma	Odak Noktası	Görev Türü	Doktrinel Katkı
Austin (2010)	Sistem mühendisliği	ISR, platform tasarımı	Teknik altyapının tanımlanması
Singer (2009)	Harp doktrinleri	Çoklu görev	Kuvvet çarpanı kavramı
Gertler (2012)	Operasyonel kullanım	ISR, taarruz	C2 ve karar döngüsü
Doğan (2019)	Muharebe sahası	ISR, taarruz	Zaman avantajı analizi
Şen (2022)	Karabağ Savaşı	ISR, kamikaze İHA	Operasyonel seviye etki
Horowitz et al. (2020)	Otonomi & AI	Gelecek sistemler	Doktrinel dönüşüm

Bu karşılaştırmalı analiz, literatürdeki çalışmaların İHA'ları farklı açılardan ele aldığını; ancak ortak bir paydada, bu sistemlerin modern harp doktrinlerinde önemli bir kuvvet çarpanı rolü üstlendiği konusunda birleştiğini göstermektedir. Teknik kabiliyetler, doktrinel dönüşüm ve operasyonel uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde, İHA'ların gelecekteki askerî planlamalarda vazgeçilmez bir unsur olacağı açıkça görülmektedir.

7. GELECEK EĞİLİMLER VE MÜHENDİSLİK ZORLUKLARI

İHA'lar, alanındaki hızlı teknolojik ilerleme, bu sistemlerin harp doktrinleri içindeki rolünü sürekli olarak yeniden tanımlamaktadır. Gelecek dönemde İHA'ların yalnızca mevcut görevleri daha etkin biçimde icra etmesi değil; aynı zamanda **otonomi, sürü davranışı, elektronik harp**

(EH) dayanıklılığı ve **siber güvenlik** gibi alanlarda yeni kabiliyetler kazanması beklenmektedir. Ancak bu gelişmeler, beraberinde önemli mühendislik ve doktrinel zorlukları da getirmektedir.

Otonomi düzeyinin artması, İHA sistemlerinin evriminde belirleyici bir eğilim olarak öne çıkmaktadır. Günümüzde birçok İHA, yarı otonom görev icra edebilmekte; uçuş planı takibi, rota optimizasyonu ve sınırlı çevresel algılama gibi işlevleri insan müdahalesi olmaksızın gerçekleştirebilmektedir. Literatürde, yapay zekâ (YZ) destekli algoritmaların gelişmesiyle birlikte, daha karmaşık görevlerin de otonom olarak yürütülebileceği öngörülmektedir.

Bununla birlikte artan otonomi, mühendislik açısından güvenilirlik, doğrulanabilirlik ve hata toleransı gibi kritik sorunları gündeme getirmektedir. Harp ortamında yanlış hedef tespiti veya karar verme hatalarının yaratabileceği sonuçlar, otonom sistemlerin sınırlarının dikkatle tanımlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle literatürde, "insan döngüde" (human in the loop) veya "insan döngü üzerinde" (human on the loop) yaklaşımlarının uzun vadede önemini koruyacağı vurgulanmaktadır (Zhu et al., 2025).

Ayrıca, sürü İHA konsepti, çok sayıda düşük maliyetli hava aracının koordineli ve eşgüdümlü şekilde görev icra etmesini öngörmektedir. Bu yaklaşım, klasik savunma sistemlerinin etkinliğini ve karar verme süreçlerini zorlaştırma potansiyeline sahiptir. Literatürde sürü sistemleri, özellikle hava savunma sistemlerini bastırma, alan gözetleme ve karmaşık hedef setlerine karşı taarruz görevleri açısından umut vadeden bir çözüm olarak değerlendirilmektedir.

Ancak sürü İHA'ların etkin kullanımı, gelişmiş algoritmalar, güvenli ve gecikmeye dayanıklı haberleşme altyapıları ile yüksek hesaplama kapasitesi gerektirmektedir. Sürü içi koordinasyonun elektronik harp baskısı altında sürdürülebilmesi, mühendislik açısından çözülmesi gereken temel sorunlardan biridir. Bu bağlamda literatürde, merkezi olmayan (distributed) kontrol mimarileri ve sürü zekâsı algoritmalarının önemi vurgulanmaktadır (Austin, 2010).

Elektronik harp ve siber tehditler, geleceğin İHA sistemleri için en kritik risk alanlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Rusya–Ukrayna Savaşı örneğinde de görüldüğü üzere, veri bağlantısının karıştırılması veya ele geçirilmesi, İHA'ların operasyonel etkinliğini ciddi biçimde sınırlandırabilmektedir. Bu durum, dayanıklı haberleşme protokolleri, yedekli veri bağlantıları ve otonom görev devamlılığı (graceful degradation) gibi mühendislik çözümlerini zorunlu kılmaktadır.

Siber güvenlik açısından bakıldığında, İHA sistemleri; yazılım, donanım ve ağ bileşenlerinden oluşan geniş bir saldırı yüzeyine sahiptir. Literatürde, güvenli yazılım geliştirme, kriptografik koruma ve sürekli tehdit izleme mekanizmalarının İHA sistem tasarımının ayrılmaz bir parçası olması gerektiği vurgulanmaktadır.

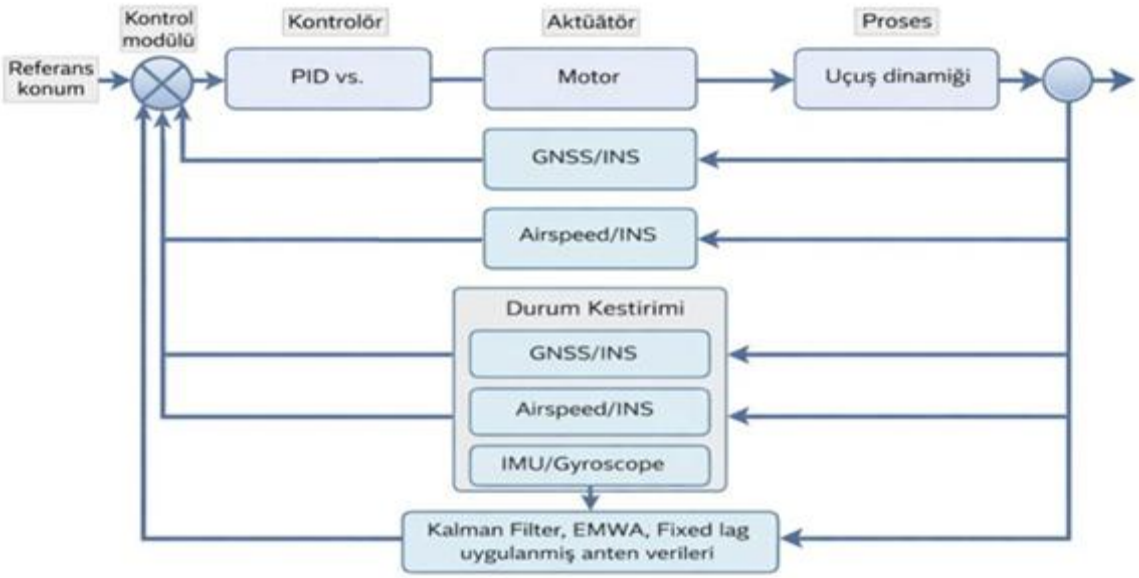
Güncel literatür, elektronik harp ve siber tehditlerin artmasıyla birlikte, karıştırmaya dayanıklı ve yedekli haberleşme mimarilerinin İHA sistemleri için vazgeçilmez hâle geldiğini vurgulamaktadır. Çünkü otonom olarak İHA'ların kontrol istasyonu ile İHA'lara ait konum, hız gibi aerodinamik verilerinin bilinebilmesi ve haberleşebilmesi komuta kontrol açısından ne kadar kritik bir faktör olduğunu göstermektedir.

Her ne kadar İHA'lar önemli bir kuvvet çarpanı etkisi sunsa da bu etkinin mutlak ve sınırsız olmadığı literatürde açıkça ifade edilmektedir. Elektronik harp baskısı, veri bağlantısının kesilmesi, siber saldırılar ve karşı İHA sistemlerinin gelişimi, İHA'ların etkinliğini sınırlandıran temel faktörler arasında yer almaktadır (Şen, 2022).

Bu bağlamda İHA'ların kuvvet çarpanı etkisinin sürdürülebilirliği, mühendislik açısından **dayanıklı haberleşme, yedekli sistem mimarisi** ve **artan otonomi düzeyi** gibi unsurlara

bağlıdır. Doktrinel açıdan ise insan ve makine etkileşiminin yeniden tanımlanması ve komuta-kontrol yapılarının bu yeni sistemlere uyarlanması gerekmektedir. Bu nedenle İHA'lar, yalnızca teknik bir yenilik değil; harp doktrinlerinde bütüncül bir dönüşümü zorunlu kılan sistemler olarak değerlendirilmektedir (Zhu et al., 2025).

Bu çerçevede Şekil 7.1.deki diyagramda görüldüğü gibi otonom düzeyde komuta-kontrol mimarisinin veri alışverişi noktasında sensörlere ek olarak geri beslemelerin yeni modellemelerle sayısı artırılarak daha dayanıklı, kesintisiz ve sürdürülebilir bir operasyonel süreç güvenilirliği sağlanabilir.



Şekil 7.1. Farklı sensör verileri ile İHA'lara ait kontrol algoritması eldesinin blok diyagramı

Teknolojik gelişmelerin yanı sıra, İHA'ların gelecekteki kullanımına ilişkin doktrinel ve etik tartışmalar da önem kazanmaktadır. Otonom silah sistemlerinin karar verme süreçlerindeki rolü, sorumluluk ve hesap verebilirlik gibi konuları gündeme getirmektedir. NATO ve benzeri uluslararası kuruluşların doktrin belgelerinde, bu konuların giderek daha fazla yer bulduğu görülmektedir (AJP-3.3: NATO Doctrine for Air and Space Operations, 2021).

8. SONUÇ

Bu çalışmada, İHA'ların modern harp doktrinleri üzerindeki etkileri; teknik gelişmeler, operasyonel uygulamalar, bu uygulamalardaki kısıtlar ve muharebe sahası örnekleri ışığında bütüncül bir çerçevede ele alınmış olup özellikle kontrol algoritmasına yönelik ileriki çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Çalışma kapsamında değerlendirilen Körfez Harekâtı, Afganistan ve Irak operasyonları, Dağlık Karabağ Savaşı ve Rusya–Ukrayna Savaşı örnekleri; İHA'ların zaman içinde keşif ve gözetleme görevlerinden çıkarak doğrudan taarruz, elektronik harp ve operasyonel seviye sonuç üreten rollere evrildiğini göstermiştir. Özellikle daha önce de defaatle değinilen hedef tespit ve imha süresinin kısalması noktası, İHA'ların harp sahasında sağladığı en belirgin kuvvet çarpanı etkilerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, operasyonel tempo ve bilgi üstünlüğü kavramlarının yeniden tanımlanmasına yol açmıştır.

Gelecekteki çalışmalara yönelik değerlendirmeler, otonom ve yapay zekâ destekli İHA'lar ile sürü sistemlerinin harp doktrinlerinde daha merkezi bir rol üstleneceğini göstermektedir. Bununla birlikte bu gelişmeler; mühendislik açısından güvenilirlik, doğrulanabilirlik ve dayanıklılık; doktrinel açıdan ise insan ve makine etkileşimi, sorumluluk ve etik sınırlar gibi

yeni tartışma alanlarını da beraberinde getirmektedir. Bu tartışma alanları içerisinde büyük önem arz eden komuta-kontrol kısıtları noktasında çözüm olarak yeni geri beslemeli sistem modellemeleri önerilerek sistemin dayanıklılık ve güvenilirliğinin nasıl artırılabileceği ile ilgili alternatif yöntem ve görüşlere değinilmiştir. Bu nedenle İHA'ların gelecekteki kullanımı, yalnızca teknik kabiliyetlerin artırılmasıyla değil; bu kabiliyetlerin doktrinel, hukuki ve etik çerçevelerle uyumlu biçimde yapılandırılmasıyla mümkün olacaktır.

Bu çalışma, İHA'ların modern harp ortamlarında **kuvvet çarpanı** etkisinin sürdürülebilirliği için sistem mühendisliği, doktrin geliştirme ve karşı tedbirlerin birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. İHA'ların gelecekteki rolünü anlamaya yönelik yapılacak çalışmaların, disiplinler arası bir yaklaşım benimseyerek teknik, operasyonel ve stratejik boyutları eş zamanlı olarak incelemesi büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

AJP-3.3: NATO Doctrine for Air and Space Operations. (2021).

Austin, R. (2010). Unmanned Aircraft Systems. In *Unmanned Aircraft Systems: UAVS Design, Development and Deployment*. Wiley. https://doi.org/10.1002/9780470664797

Doğan, İ. (2019). *İnsansız Hava Araçlarının Muharebe Sahasında Kullanımı*. Kara Harp Okulu.

Gertler, J. (2012). *U.S. Unmanned Aerial Systems*. https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc84013/

Horowitz, M. C., Allen, G. C., Kania, E. B., & Scharre, P. (2022). *Strategic competition in an era of artificial intelligence*. https://s3.us-east-1.amazonaws.com/files.cnas.org/hero/documents/CNAS-Strategic-Competition-in-an-Era-of-AI-July-2018_v2.pdf

Kreps, S. E., & Kaag, J. (2012). The Use of Unmanned Aerial Vehicles in Contemporary Conflict: A Legal and Ethical Analysis. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.2023202

Şen, S. (2022). Dağlık Karabağ Savaşı ve İHA'ların rolü. *Uluslararası İlişkiler Dergisi*, *19*(74), 85–104.

Singer, P. W. . (2010). *Wired for war : the robotics revolution and conflict in the twenty-first century*. Penguin Books.

Watts, B. D. (1984). *The Foundations of U.S. Air Doctrine, The Problem of Friction in War*. https://doi.org/10.21236/ADA156061

Zhu, Z. H., Wei, X., & Li, R. (2025). *Trends in Advanced Unmanned Aerial Systems* (Z. H. Zhu, X. Wei, & R. Li, Eds.). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-96-3240-4

JACKFRUIT LUNCHEON: DEVELOPING PLANT-BASED MEAT ALTERNATIVES FROM UNRIPE JACKFRUIT (Artocarpus heterophyllus)

Luz Claire Q. **SAN JUAN**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-7725-668X
Johanna Mikaela G. **VENTURA**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-3484-5630
Niña Nina M. **REYES**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-8641-8560
Jhannet D. **MOTAS**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-3915-0337
Klenton R. **TORREVILLAS**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6588-7861

ABSTRACT
The increasing health risks associated with the consumption of processed meat have driven the demand for healthier and sustainable plant-based alternatives. This study aimed to develop and evaluate a plant-based luncheon meat using unripe jackfruit (Artocarpus heterophyllus) as a meat substitute. An experimental research design was employed to formulate and assess two product variants: Formulation 1 containing 70% unripe jackfruit and 30% meat, and Formulation 2 composed of 100% unripe jackfruit. Product development followed the framework of Aramouni and Deschenes, emphasizing systematic formulation, testing, and evaluation. Sensory evaluation was conducted at Cavite State University–Carmona Campus with 50 respondents using an affective and preference test to assess appearance, aroma, flavor, aftertaste, mouthfeel, texture, and overall acceptability. Statistical analysis revealed no significant difference in appearance between the two formulations; however, significant differences were observed in aroma, flavor, aftertaste, mouthfeel, and texture. Formulation 2 demonstrated higher overall acceptability, with 52% of respondents expressing preference for the 100% jackfruit-based product. Physicochemical analysis showed that the developed product is a low-acid food with high moisture content, indicating the need for appropriate preservation methods. The findings suggest that unripe jackfruit is a viable, sustainable, and acceptable alternative ingredient for developing plant-based luncheon meat without compromising sensory quality, offering potential applications in healthier food product innovation.
Keywords: *Consumer acceptability; Plant-based meat alternative; Product development; Sensory evaluation; Unripe jackfruit*

1. INTRODUCTION
The global consumption of processed meat products remains high due to their affordability, convenience, and sensory appeal; however, growing scientific evidence has linked frequent intake of processed meats to adverse health outcomes, including cardiovascular diseases and certain cancers. International health organizations have emphasized the need to reduce

processed meat consumption and promote healthier dietary patterns. These concerns have accelerated consumer interest in plant-based alternatives that can deliver comparable sensory qualities while offering improved nutritional and health benefits. Consequently, the development of innovative plant-based meat analogues has become a significant area of research within food science and product development.

Among potential plant-based ingredients, unripe jackfruit (Artocarpus heterophyllus) has gained increasing attention due to its fibrous, meat-like texture, neutral flavor profile, and wide availability in tropical regions such as the Philippines. When unripe, jackfruit possesses structural characteristics that allow it to mimic the texture of shredded or emulsified meat products, making it suitable for use in processed food applications. In addition, jackfruit is rich in dietary fiber, potassium, vitamins, and antioxidants, while being naturally low in fat and cholesterol. These attributes position jackfruit as a promising functional ingredient for the formulation of healthier meat alternatives.

Despite the growing popularity of jackfruit-based dishes in home cooking and food service settings, limited empirical research has examined its application in processed meat analogues, particularly luncheon meat products. Most existing luncheon meats are highly processed and contain elevated levels of saturated fat, sodium, and preservatives. There is a clear research gap in evaluating whether a jackfruit-based luncheon meat can achieve acceptable sensory quality while meeting consumer expectations traditionally associated with conventional luncheon products. Moreover, comparative studies assessing partial versus full meat substitution using jackfruit remain scarce.

2. **MATERIAL AND METHODS**

This study employed an experimental research design to develop and evaluate a plant-based luncheon meat formulated using unripe jackfruit (Artocarpus heterophyllus) as a meat alternative. The design focused on product formulation, processing, and consumer-based sensory evaluation to determine acceptability and preference. Two formulations were prepared and compared to assess the feasibility of partially and fully substituting meat with unripe jackfruit in luncheon meat production.

Two luncheon meat formulations were developed for this study. Formulation 1 consisted of 70% unripe jackfruit and 30% pork meat, while Formulation 2 was prepared using 100% unripe jackfruit. Common ingredients for both formulations included spring onion, ginger, water, salt, soy sauce, oyster sauce, white pepper, sugar, red yeast rice powder, tapioca starch, cornstarch, and egg as a binding agent.

Unripe jackfruit was thoroughly washed and boiled for 20 minutes to reduce latex content and soften the fibrous structure. The boiled jackfruit was then processed into a smooth paste using a food processor. Seasonings and binders were incorporated into the mixture and stirred continuously until a firm consistency was achieved. The mixture was transferred into a lined mold, covered to prevent moisture condensation, and steamed for approximately 40–45 minutes until fully set. After steaming, the product was cooled at room temperature prior to sensory evaluation.

Methods of Evaluation

This study was designed to systematically assess the sensory quality and consumer acceptability of the developed jackfruit-based luncheon meat. Sensory-based testing was employed to capture respondents' perceptions of key product attributes, ensuring that differences between formulations could be objectively identified and compared. Through a combination of affective, preference, and discrimination tests, the evaluation methods provided reliable data on consumer liking, perceived differences, and overall acceptance of the product, supporting informed conclusions on its suitability as a plant-based meat alternative.

Preference Test. The preference test will aim to identify which formulation is more favored by the panelists. Samples will be presented in randomized order, and participants will rate overall liking based on taste, texture, aroma, and appearance. The collected data will be analyzed to determine the formulation preferred by the majority of panelists.

Affective Test. The researchers conducted a survey using a 9-point scale among the respondents of the study. The respondents rated the researcher's product based on how much they liked it. All data collected from the respondents were used by the researchers to determine the level of acceptability of the banana-kaong ketchup formulation.

Difference Test. The researchers conducted a paired comparison test among the faculty members and respondents to identify the differences between the two formulations of banana-kaong ketchup. Through the paired comparison test, the researchers determined whether there was a significant difference in the taste, aroma, texture, and appearance between formulation 1 and formulation 2.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Product Development and Feasibility

The product development phase evaluated the feasibility of using unripe jackfruit as a partial and full substitute for meat in luncheon meat production. Two formulations were developed and assessed to determine differences in sensory performance and overall product viability. The results demonstrate that both formulations were technically feasible; however, variations in sensory attributes influenced consumer preference and acceptability.

Formulation 1, containing a combination of unripe jackfruit and meat, achieved acceptable sensory scores across all attributes, indicating that partial substitution can maintain familiar luncheon meat characteristics. However, Formulation 2, which utilized 100% unripe jackfruit, consistently obtained higher mean scores in aroma, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability. This suggests that complete substitution did not negatively affect sensory quality and, in fact, enhanced several attributes perceived by consumers. The fibrous texture of unripe jackfruit, combined with appropriate binding agents and steaming, contributed to a cohesive and sliceable product comparable to traditional luncheon meat.

From a feasibility perspective, the results indicate that Formulation 2 offers greater potential for commercialization. Aside from higher consumer preference, the absence of meat reduces dependency on animal-based raw materials, lowers production costs, and supports sustainability goals. These findings confirm that unripe jackfruit is a viable raw material for plant-based luncheon meat, meeting both sensory expectations and feasibility requirements.

Table 1. Comparison of Jackfruit Luncheon Meat Formulations

Parameter	Formulation 1 (70% Jackfruit : 30% Meat)	Formulation 2 (100% Jackfruit)
Base Ingredient	Jackfruit and meat	Unripe jackfruit only
Appearance	Acceptable	Comparable to conventional luncheon meat
Aroma	Moderately liked	More preferred
Flavor	Moderately liked	More balanced and preferred
Texture	Firm and cohesive	Softer, moist, and more acceptable
Aftertaste	Mild savory	Slightly spiced, preferred
Overall Acceptability	Acceptable	Higher consumer preference
Consumer Preference (%)	48%	52%
Feasibility Assessment	Technically feasible	Highly feasible and recommended

3.2 Product Acceptability

Product acceptability was evaluated through sensory analysis to determine consumer perception of the jackfruit luncheon meat formulations. The assessment focused on appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability using mean hedonic scores.

Table 2. Sensory Evaluation Mean Scores of Jackfruit Luncheon Meat Formulations

Sensory Attribute	Formulation 1 (70% Jackfruit: 30% Meat)	Formulation 2 (100% Jackfruit)
Appearance	7.04	7.76
Flavor	7.05	7.07
Texture	7.46	7.76
Aftertaste	7.01	7.48
Overall Acceptability	7.76	8.12

Results showed that both formulations were generally well accepted, with mean scores falling within the range of 'like moderately' to 'like very much.' Formulation 1 demonstrated acceptable sensory qualities, indicating that partial meat substitution can preserve familiar luncheon meat characteristics. However, Formulation 2 consistently obtained higher mean scores across all sensory attributes, reflecting stronger consumer preference.

Higher ratings for texture and overall acceptability in Formulation 2 suggest that unripe jackfruit, combined with appropriate binders and steaming, produced a cohesive and moist product. Improved flavor and aftertaste scores further indicate effective seasoning absorption. Overall, the results confirm that a fully plant-based jackfruit luncheon meat can achieve high consumer acceptability and serves as a viable alternative to conventional luncheon meat.

3.3 Significant Differences Between Formulations

The significant differences between the two jackfruit luncheon meat formulations were analyzed to determine whether variations in sensory attributes were statistically meaningful. Mean scores for appearance, flavor, texture, aftertaste, and overall acceptability were compared using inferential statistical analysis.

Table 3. Significant Differences Between Jackfruit Luncheon Meat Formulations

Sensory Attribute	Formulation 1 Mean	Formulation 2 Mean	p-value	Interpretation
Appearance	7.04	7.76	0.11	Not significant
Flavor	7.05	7.07	0.38	Not significant
Texture	7.46	7.76	0.16	Not significant
Aftertaste	7.01	7.48	0.34	Not significant
Overall Acceptability	7.76	8.12	0.12	Not significant

Results indicate that although Formulation 2 generally achieved higher mean scores across most sensory attributes, the differences between the two formulations were not statistically significant. All p-values exceeded the level of significance, suggesting that the observed variations were attributable to random differences rather than formulation effects.

The absence of significant differences in appearance, flavor, texture, and aftertaste implies that the complete substitution of meat with unripe jackfruit did not negatively affect sensory perception. Despite the lack of statistical significance, the higher mean scores of Formulation 2 suggest a tendency toward greater consumer preference for the fully plant-based product.

3.4 Intrinsic Food Components

The intrinsic components of the developed jackfruit luncheon meat were evaluated to determine its physicochemical properties and their implications for product safety, quality, and shelf stability. Key intrinsic factors analyzed included pH level, water activity, moisture content, and nutritional characteristics.

Table 4. Intrinsic Components of Jackfruit Luncheon Meat

Intrinsic Component	Result / Observation	Implication
pH Level	Average pH ≈ 5.57	Low-acid food; requires proper preservation
Water Activity	High (≈ 0.95–0.99)	Supports microbial growth; refrigeration/vacuum sealing needed
Moisture Content	High	Enhances softness but limits shelf life
Cholesterol	0 mg	Heart-friendly product
Dietary Fiber	High	Supports digestive health
Protein Content	Low	Not protein-equivalent to meat
Sodium Content	Relatively high	Moderation recommended

The pH analysis showed that the product had an average pH value above 4.6, classifying it as a low-acid food. This characteristic suggests potential susceptibility to microbial growth if improperly stored, highlighting the need for adequate heat treatment and appropriate preservation methods. In addition, the product exhibited high water activity due to the naturally high moisture content of unripe jackfruit, further emphasizing the importance of refrigeration or vacuum packaging to extend shelf life.

Nutritional

From a nutritional standpoint, the jackfruit luncheon meat demonstrated favorable intrinsic qualities, including zero cholesterol and high dietary fiber content. However, the protein content remained relatively low, indicating that the product functions primarily as a meat alternative in texture rather than as a protein-equivalent substitute. Overall, the intrinsic component analysis provides essential insights for improving product formulation, preservation, and commercialization potential.

3.5 Packaging and Commercial Viability

Packaging plays a critical role in maintaining the safety, quality, and marketability of the developed jackfruit luncheon meat. Due to the product's high moisture content, high water activity, and low-acid nature, appropriate packaging and preservation strategies are required to control microbial growth and extend shelf life.

Vacuum-based packaging systems were identified as the most suitable option for the product. Vacuum-sealed pouches help reduce oxygen availability, slow oxidation, and inhibit the growth of aerobic microorganisms. This method preserves texture, flavor, and appearance during refrigerated storage. For products intended for longer storage or ambient distribution, retort pouches combined with thermal processing provide enhanced microbial safety and shelf stability.

In terms of commercial viability, the jackfruit luncheon meat shows strong potential for market introduction. The use of unripe jackfruit lowers dependence on animal-based ingredients, reduces production costs, and aligns with current consumer demand for plant-based and sustainable foods. Combined with acceptable sensory quality and nutritional benefits, the product is suitable for small- to medium-scale commercialization.

Table 5. Packaging and Commercial Assessment of Jackfruit Luncheon Meat

Assessment Aspect	Description	Implication
Product Characteristics	High moisture, high water activity, low-acid	Requires controlled packaging and storage
Recommended Packaging	Vacuum-sealed pouches (PA/PE)	Reduces oxygen and slows microbial growth
Alternative Packaging	Retort pouches	Suitable for shelf-stable products
Preservation Method	Refrigeration or thermal processing	Extends shelf life and ensures safety
Production Cost	Relatively low	Favorable for commercialization
Market Potential	Plant-based, health-oriented product	Appeals to sustainability-conscious consumers
Commercial Viability	High	Suitable for small- to medium-scale production

CONCLUSIONS

This study successfully demonstrated the feasibility of developing a plant-based luncheon meat using unripe jackfruit (Artocarpus heterophyllus) as an alternative to conventional processed meat. Through systematic product development and evaluation, two formulations were produced and assessed, confirming that unripe jackfruit possesses functional properties suitable for use in processed meat analogues. The application of standard food processing techniques resulted in a stable, cohesive, and sliceable product comparable to traditional luncheon meat.

Sensory evaluation results showed that both formulations were generally acceptable to consumers; however, the formulation composed entirely of unripe jackfruit exhibited higher mean scores across most sensory attributes, including texture, aftertaste, and overall acceptability. Although statistical analysis revealed no significant differences between formulations, the consistent preference for the 100% jackfruit formulation indicates strong consumer potential for a fully plant-based product. These findings suggest that complete meat substitution can be achieved without compromising sensory quality.

Analysis of intrinsic components revealed that the product is a low-acid, high-moisture food with high water activity, emphasizing the importance of appropriate preservation and packaging strategies. Nutritionally, the jackfruit luncheon meat offers advantages such as zero cholesterol and high dietary fiber, though its relatively low protein content highlights the need for potential formulation enhancement in future studies. Packaging assessment further demonstrated that vacuum sealing and thermal processing are suitable methods to ensure product safety and extend shelf life.

Overall, the study confirms that unripe jackfruit is a viable, sustainable, and acceptable raw material for the development of plant-based luncheon meat. The product shows strong potential for commercialization, particularly within the growing market for health-oriented and environmentally sustainable food alternatives. Future research is recommended to focus on shelf-life determination, protein enrichment, and large-scale production evaluation to further enhance product applicability and market readiness.

REFERENCES

Aleem, M. (2024). *Martadella (luncheon meat)*. GCC Standardization Organization. Scribd.
Arias-Rico, J., et al. (2020). Effects of boiling on nutrient retention in vegetables. *Journal of Food Science*, 85(6), 1740–1748.
Azad, A. K., et al. (2007). Jackfruit as an important fruit crop in the tropics. *Food Reviews International*, 23(3), 263–292.
Bhavya. (2023). Boiling cooking method. *HMHub*.
Cleveland Clinic. (2023). Jackfruit: Nutrition, benefits, and uses.
Cookpad. (2019). Steamed jackfruit with spices. Cookpad.
Culbertson, G. (2023). Jackfruit: What it is and why it's healthy. *Cleveland Clinic Health Essentials*.
FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. (2015). *Standard for luncheon meat (CXS 89-1981)*.
Featherstone, S. (2015). Low-acid foods. *ScienceDirect Topics*.
Gavin, J. (2024). Boiling cooking method (moist-heat). *JessicaGavin.com*.
Gonzales, M. (2015). Traditional Filipino desserts using jackfruit. *Philippine Journal of Culinary Studies*, 4(1), 22–30.
Gupta, R. (2021). Nutritional value of jackfruit chips. *Journal of Food Processing*, 45(2), 110–118.
Hamid, N., et al. (2020). Development of jackfruit-based meat substitutes. *Food Research International*, 132, 109089.
Healthline. (2019). Jackfruit nutrition and benefits.
Industry Research. (2024). Luncheon meat market report. *Industry Research Reports*.
Jacob, S. (2021). Antioxidant and anticancer properties of jackfruit. *Journal of Functional Foods*, 78, 104375.
Johansson, K. (2021). Food production process planning. *Gembah Consulting*.
Khan, M., et al. (2023). Utilization of unripe jackfruit in ready-to-eat foods. *Foods*, 12(7), 1456.
Kings Quality Foods. (2025). Luncheon meat product description.
Kumar, R., et al. (2020). Development of fruit leather products. *Journal of Food Engineering*, 276, 109878.
McNamee, G. L. (2025). Spam. *Encyclopedia Britannica*.
Miłoszewski, F. (2024). Luncheon meat: Nutrients and health effects. *Listonic*.
Molla, M., et al. (2008). Jackfruit processing and value addition. *Asian Journal of Food Science*, 3(4), 245–252.
Ranasinghe, R., Maduwanthi, S., & Marapana, R. (2019). Nutritional and health properties of jackfruit. *International Journal of Food Science*, 2019, 4327183.
Samutsri, W., & Thimthuad, T. (2025). Heat treatment effects on young jackfruit texture. *Journal of Food Texture Studies*, 18(1), 33–42.
Stacey, M. (2023). Jackfruit recipes as meat substitutes. *Vegan Culinary Review*.
Stukin, S. (2016). Jackfruit as a sustainable meat alternative. *National Geographic*.
Sudheer, K. P. (2021). Value addition in jackfruit. *PMFME Newsletter*.
Wei, C. (2022). What is steaming? *Food Network*.
World Health Organization. (2015). Q&A on carcinogenicity of red and processed meat.

THE EFFECT OF PILATES TRAINING ON CORE MUSCLE ENDURANCE

Hatice KAYNAK PT.
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Institute of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Burdur, Türkiye,

Assoc. Prof. Murat TOMRUK,PT, PhD
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Burdur, Türkiye

Introduction
Core endurance refers to the ability of the trunk musculature to sustain spinal stability and postural control over prolonged periods while resisting fatigue. Insufficient core endurance is associated with spinal instability, low back pain, postural deficits, impaired balance, decreased functional performance, and an increased risk of injury in athletes .
Scope of the Study
Pilates exercises are widely used to enhance core stabilization and endurance. This study focuses on reviewing the effects of Pilates training on core muscle endurance and related functional outcomes across clinical populations.
Materials and Methods
A literature search was performed in PubMed, Google Scholar, and ScienceDirect, yielding 71 articles, of which 14 met the inclusion criteria.
Results
Studies in healthy individuals demonstrated that both mat and reformer Pilates improved core endurance and muscle activation. In athletes, Pilates training enhanced functional performance and limb stabilization through increased core endurance. In young female volleyball players, Pilates-based programs improved functional outcomes and knee dynamic stability, with these improvements associated with greater core endurance.
Studies have demonstrated positive effects of Clinical Pilates training on core endurance in individuals with multiple sclerosis. In studies conducted on individuals with chronic low back pain, Pilates exercises produced greater improvements in core stability than proprioceptive neuromuscular facilitation and were effective in reducing symptom severity and enhancing functional recovery in chronic non-specific low back pain. Studies conducted with elderly individuals showed that Pilates-based rehabilitation programs increased endurance. Telerehabilitation-based studies indicate that online Pilates improves core endurance, functional capacity, and postural control across healthy, elderly, and clinical populations.

Discussion and Conclusion
Studies have demonstrated that Pilates exercises improve core muscle endurance, with findings across diverse populations supporting Pilates as an effective approach for rehabilitation and performance enhancement.
Contribution
This study contributes to the literature on the effectiveness of Pilates training on core muscle endurance.
Key Words: Pilates; Stabilization Exercise; Core; Endurance.

References:

McGill, S. M. (2001). Low back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. Exercise and Sport Sciences Reviews, 29(1), 26–31. https://doi.org/10.1097/00003677-200101000-00006

McGill, S. M., Childs, A., & Liebenson, C. (1999). Endurance times for low back stabilization exercises: Clinical targets for testing and training from a normal database. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 80(8), 941–944. https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90087-4

Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. Spine, 21(22), 2640–2650. https://doi.org/10.1097/00007632-199611150-00014

Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. Sports Medicine, 36(3), 189–198. https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001

Tsartsapakis, I., Gerou, M., Zafeiroudi, A., & Kellis, E. (2023). Transversus abdominis ultrasound thickness during popular core-Pilates exercises in young and middle-aged women. Journal of Functional Morphology and Kinesiology, 8(3), Article 110. https://doi.org/10.3390/jfmk8030110

Abasıyanık, Z., Ertekin, Ö., Kahraman, T., Yiğit, P., & Özakbaş, S. (2020). Effects of clinical Pilates training on walking, balance, fall risk, respiratory, and cognitive functions in people with multiple sclerosis: A randomized controlled study. Explore, 16(1), 12–20. https://doi.org/10.1016/j.explore.2019.07.010

Acar, Y., İlçin, N., Gürpınar, B., & Can, G. (2023). The effects of clinical Pilates training on disease-specific indices, core stability, and balance in patients with ankylosing spondylitis. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 33, 69–75. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2022.09.010

Stivala A, Hartley G. The effects of a Pilates-based exercise rehabilitation program on functional outcome and fall risk reduction in an aging adult following hip fracture due to a fall. Journal of Geriatric Physical Therapy. 2014;37(3):136–145. doi:10.1519/JPT.0b013e3182abe7a9. PMID:24406713.

THE IMPACT OF BIOMARKERS TO ASSESS THE RISK AND SEVERITY OF ENDOMETRIOSIS IN THE POSTOPERATIVE PHASE - ML ANALYSIS

Marina Adriana Mercioni
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
Politehnica University Timisoara, Romania
Izabella Petre
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
Elena Busuioc
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
Ramona Dragomir
National Institute for Mother and Child Health "Alessandrescu-Rusescu", Bucharest, Romania
Ion Petre
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania

Introduction: Ovarian endometriomas affect many patients with negative repercussions on quality of life, fertility and risk of malignancy. Endometriomas range from small cysts (1-3 cm) to large cysts (20 cm or more) with variable degrees of fibrosis. There are a number of mechanisms that come to demonstrate the phenotypic variability observed among endometriomas. Laparoscopic surgery is the gold standard for the surgical treatment of endometriomas.
Material and methods: This study utilizes a retrospective analytical design, focusing on clinical and biomarker data from women diagnosed with endometriosis. The objective is to create and assess ML models that can predict ovarian cyst volume as a continuous outcome and classify risk categories, such as distinguishing between low and high risk for cyst progression or severe stages. The data analysis employs a supervised ML solution that integrates both regression and classification algorithms. The statistical analysis was performed by the Jasp software (version 0.17.1).
Results and discussion: We included 100 patients for analysis. Cyst volume showed a right-skewed distribution, suggesting a subset of patients with large endometriomas. Therefore, the wide range of cyst sizes found in our cohort (12–118.7) reflects the inclusion of different phases of disease in the study, with larger volumes indicating advanced, deeply infiltrating pathology rather than isolated disease.
Conclusions: Elevated levels of CA125, IL6, IL8, and TNF-α were consistently observed in the advanced-stage patient, data that confirm the statement that increased levels of inflammatory cytokines are directly proportional to the severity of endometriosis.
Key words: Ovarian endometriomas, inflammatory cytokines, CA125, IL6, IL8, TNF-α

THE USEFULNESS OF ASSESSING ARTERIAL FUNCTION IN PREGNANT WOMEN AT CARDIOVASCULAR RISK – IN THE SECOND TRIMESTER

Professor Associate Dr. Petre Izabella
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara (ROMANIA)
"Pius Brînzeu" County Clinical Hospital, Timisoara (ROMANIA)
Iurciuc Stela
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara (ROMANIA)
Iurciuc Mircea
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara (ROMANIA)
Furau Cristian
Western University "Vasile Goldis" of Arad (ROMANIA)
Buleu Florina
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara (ROMANIA)
Petre Ion
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara (ROMANIA)

Introduction: Hypertension associated with pregnancy is a major cause of both maternal and perinatal mortality and morbidity. The ability to predict these complications using simple tests could help managing these cases and improve indicators in new-borns of pregnant women with cardiovascular risk (pregnancy-induced hypertension / preeclampsia). The anticipation of developing these complications could contribute to early interventions such as increased vigilance and often check-ups, symptomatic treatment, transfer to a larger care unit, and preterm delivery when needed, which could reduce morbidity and mortality in cases of hypertensive pathology associated with pregnancy.
Material and method: The study was case-control follow-up and included 300 patients within the Bega Obstetrics and Gynaecology Departments of the Pius Brînzeu County Clinical Hospital in Timişoara. The database included 300 patients divided in three equal groups: 100 – pregnant patients who developed hypertension or preeclampsia during pregnancy, 100 – healthy pregnant patients and 100 – healthy patients non-pregnant (as control group). For each group specific statistics were performed, and where it was possible, the entire group was assessed.
Results and discussion: Pulse wave velocity (PWV), the most widely used measure of arterial stiffness, has emerged as a useful tool for the diagnosis and risk stratification of cardiovascular disease (CVD). The measurement of PWV is simple, non-invasive, and reproducible. We calculated the central tendency and dispersion parameters for the augmentation index of branchial artery corrected to 75% [%] (Aix brachial) (in the second trimester (TrimII), pulse wave velocity [m/s] (PWVao) (in the second trimester (TrimII) of pregnancy, systolic blood pressure [mmHg](Sys), diastolic blood pressure [mmHg](Dia), pulse pressure [mmHg] (PP), central systolic blood pressure [mmHg] (SBPao), heart rate [1\min] (HR) values. Our data show a second trimester brachial Aix value around 0.80 and a PWV of 9.90 m/sec (in most cases).
Conclusions: Arterial stiffness is recognized increasingly as an important component in the determination of cardiovascular risk. Future studies should investigate combinations of tests in multivariate models (rather than unique predictors) to identify pregnant women with hypertensive cardiovascular risk.
Key words: Arterial stiffness, Pregnancy, Hypertension

RARE DE NOVO VARIANT OF NEUROENDOCRINE PROSTATE CANCER - CASE REPORT

Furău Alexandru-Marius
"Vasile Goldiș" Western University of Arad, Romania
Emergency Clinical County Hospital of Arad, Romania - Medical Oncology Department
Bobora Răzvan-Daniel
"Victor Babes" University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania
Iurciuc Stela
"Victor Babes" University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania
Buleu Florina
"Victor Babes" University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania
Petre Ion
"Victor Babes" University of Medicine and Pharmacy Timisoara, Romania

Introduction: We have investigated one adult male patient, which was diagnosed and confirmed with a de novo rare variant of neuroendocrine prostate cancer (NEPC)- aggresive variant prostate cancer (AVPC). Elevated CEA and LDH, in the presence of neuroendocrine prostate cancer, determined us to further evaluate the case.
Case report: This case report follows the medical oncological history of a 68-year-old man, ECOG (Eastern Cooperative Group Performance Status) of 0 at presentation, diagnosed with neuroendocrine prostate cancer. EP (Etoposide + Carboplatin) + Zoledronic Acid regimen was initiated after initial workup that showed it was possible to administer. Additional tests during treatment, at the 2nd cycle of EP prompted a suspicion of a rare de novo variant of NEPC, especially following the traits described in the literature as AVPC, with a special emphasis on tumoral markers (LDH- 513 U/L, CEA- 1773,96 ng/ml). Continuing treatment, further investigations were performed through Next Generation Sequencing, (NGS), with attempts to correlate findings with existing literature, but sadly, the patient died shortly after first line therapy with EP + Zoledronic Acid finished, under Best Supportive Care (BSC).
Results and discussion: From a diagnostic standpoint, the prostate biopsy and immunohistochemistry are the cornerstone of the definitive diagnosis. After the lab tests of LDH and CEA confirmed in 29.07.2024 the clinical suspicion, an NGS was ordered, to see if 2 out of 3 genes including TP53, RB1 and PTEN are mutated in order to confirm the diagnoses of AVPC (Aggressive Variant Prostate Cancer), from a genetic standpoint, following a short review of the literature, in which we found interesting information at that point, which may have been relevant predictively for the patient. After cycle 5 of therapy, the patient did not present to the 6^{th} cycle of EP + Zoledronic Acid due to worsening of ECOG and altered lab tests, and it was decided by the medical oncology MD treating the patient, together with his family, to stop any active chemotherapy, and to initiate Best Supportive Care, the patient living after that for approximately two and a half months, succumbing to his disease on 17^{th} of December 2024.
Conclusions: From a general management standpoint of the case above, the patient received explanations that his particular disease is rare, and should be addressed to a specialized center. Sadly, Romania does not currently possess such a specialized center. Moreover, the patient expressed that he did not possess at the moment of diagnosis the resources to go abroad on his own expense to seek guidance and treatment for his disease.
Key words: neuroendocrine prostate cancer, NGS, chemotherapy

INTEGRATING THE GREEN AND BLUE ECONOMY IN DOBROGEA: A HORIZON 2030 APPROACH

Ionel BOSTAN
Doctoral School of Economy, Stefan cel Mare University, No. 13 Universitatii, 720229, Suceava, Romania
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7653-7192
Cristina LAZAR
Doctoral School of Economy, Ovidius University, No. 124 Blvd. Mamaia, 900527, Constanța, Romania
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5081-5633
Nicoleta ASALOS
Doctoral School of Economy, Ovidius University, No. 124 Blvd. Mamaia, 900527, Constanța, Romania
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-9148-8529

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The Dobrogea region occupies a strategic position at the interface between the green economy and the blue economy, benefiting from a unique combination of terrestrial and marine resources, favorable climatic conditions, and a key geopolitical location within the European Union. In the context of the EU Green Deal and Blue Economy Strategy, the purpose of this study is to assess the development potential of Dobrogea towards the 2030 horizon, focusing on the synergies between green and blue economic models as drivers of sustainable regional growth.

Materials and Methods: The research is based on a qualitative methodological approach, combining the analysis of European and national strategic documents with the examination of relevant statistical indicators related to energy production, maritime activities, environmental protection, and regional development. The study also employs a comparative perspective, highlighting best practices and emerging trends in renewable energy deployment, sustainable use of marine resources, circular economy initiatives, and integrated coastal zone management.

Results: The results indicate that Dobrogea has substantial potential to become a regional hub for green and blue economic activities, particularly in onshore and offshore wind energy, sustainable maritime transport, eco-tourism, and responsible aquaculture. The analysis reveals that the effective integration of these sectors could generate positive economic, environmental, and social outcomes, including increased investment attractiveness, job creation, and enhanced regional resilience to climate change.

Discussion and Conclusion: The findings suggest that the successful transition of Dobrogea towards a green–blue economic model by 2030 depends on coherent public policies, integrated governance frameworks, and sustained investments in green and blue infrastructure. Strengthening cooperation between public authorities, private actors, and local communities emerges as a critical factor for maximizing synergies and minimizing potential conflicts between economic development and environmental protection. In conclusion, aligning regional development strategies with European sustainability objectives can position Dobrogea as a model region for integrated green and blue economic transformation in the Black Sea area.

Key Words: Dobrogea; green economy; blue economy; sustainable development; energy transition; marine resources; European policies; Horizon 2030

FOCUSING EXTERNAL PUBLIC AUDIT ON THE CONSOLIDATION OF PUBLIC FINANCES

Ionel BOSTAN
Doctoral School of Economy, Stefan cel Mare University, No. 13 Universitatii, 720229, Suceava, Romania
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7653-7192
Bogdan Narcis FİRTESCU
Faculty of Economics and Business Administration, Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2292-8120
Adriana Alina SPATARİU
National School of Political and Administrative Studies, Bucharest, Romania
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-2973-2522

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The consolidation of public finances has become a central objective of fiscal governance, particularly in the context of increasing budgetary pressures, economic uncertainty, and post-crisis recovery. External public audit plays a crucial role in supporting this objective by ensuring transparency, accountability, and the efficient use of public resources. The purpose of this paper is to examine the extent to which external public audit can be strategically focused on issues related to public finance consolidation, highlighting its contribution to fiscal discipline and sustainable budgetary management.

Materials and Methods: The study is based on a qualitative research methodology, combining the analysis of international auditing standards, European and national regulatory frameworks, and relevant reports issued by supreme audit institutions. Additionally, a comparative approach is employed to identify common audit practices and priority areas that support fiscal consolidation, including budget execution, public debt management, expenditure efficiency, and compliance with fiscal rules.

Results: The results indicate that external public audit can significantly contribute to the consolidation of public finances by identifying structural weaknesses in budgetary processes, inefficiencies in public spending, and risks related to fiscal sustainability. The analysis shows that a targeted audit focus on high-impact areas—such as deficit control, debt dynamics, and performance-oriented expenditure—enhances the effectiveness of audit findings and strengthens the role of audit institutions in supporting sound public financial management.

Discussion and Conclusion: The findings suggest that aligning external public audit priorities with the objectives of public finance consolidation requires a strategic, risk-based audit approach and close coordination with fiscal policy frameworks. Strengthening the analytical capacity of audit institutions and enhancing the follow-up of audit recommendations emerge as key factors in maximizing audit impact. In conclusion, a more focused and results-oriented external public audit can play a decisive role in promoting fiscal discipline, improving public financial governance, and supporting the long-term sustainability of public finances.

Key Words: external public audit; public finance consolidation; fiscal discipline; public financial management; supreme audit institutions; fiscal sustainability

RAPID DEGRADATION OF A PHARMACEUTICAL CONTAMINANT IN WATER USING A ZN/FE BIMETALLIC MOF UNDER SIMULATED AND NATURAL SUNLIGHT

Lynda FERFECHE
Frères Mentouri Constantine 1 University, Faculty of Exact Sciences, Department of Chemistry, Constantine, ALGERIA
ORCID: 0009-0006-0314-9451
Nadra DEBBACHE
Frères Mentouri Constantine 1 University, Faculty of Exact Sciences, Department of Chemistry, Constantine, ALGERIA

ABSTRACT
Water pollution by organic contaminants is a serious environmental problem that poses significant threats to ecosystems and human health. Advanced oxidation processes (AOPs) have been recognized as effective methods for the removal of organic pollutants from water, among them, heterogenous photocatalysis has emerged as a particularly promising approach due to its high efficiency and environmental friendliness. In this study, a Zn/Fe-based bimetallic metal–organic framework (BMOF) was successfully synthesized via a simple method using succinic acid as the organic ligand, incorporating zinc (Zn) and iron (Fe) metal centers. Structural and physicochemical characterizations confirmed the successful formation of the bimetallic MOF. The as-synthesized material exhibited remarkable photocatalytic performance, achieving a 74.5% removal of ibuprofen (IBP) within 150 min under simulated solar irradiation, and an enhanced removal efficiency of 81.8% under natural sunlight. These results demonstrate that the Zn/Fe BMOF catalyst shows superior photocatalytic activity under both simulated and real solar conditions, with natural sunlight leading to faster degradation kinetics. This enhanced performance can be attributed to the extended light absorption range and the reduced band gap energy of the catalyst (2.4 eV). Overall, this work provides valuable insights into the design of efficient MOF-based photocatalysts for water purification applications.
Keywords : AOPs, Heterogenous photocatalysis, Zn/Fe MOF, Water purification.

ENVIRONMENTAL NANOTECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE REMEDIATION: PRINCIPLES, APPLICATIONS, AND CASE STUDIES

Suresh Kumar
Department of Physics, MMEC, Maharishi Markandeshwar (Deemed To Be University), Mullana, Ambala, Haryana, 133207, India

Abstract
Environmental pollution poses severe risks to human health, ecosystems, and global biodiversity, creating an urgent demand for sustainable and efficient remediation technologies. Environmental nanotechnology has emerged as a powerful approach to address these challenges by exploiting the unique physicochemical properties of nanomaterials. This review summarizes the principles, applications, benefits, and future prospects of nanotechnology in environmental remediation, supported by representative case studies. Nanomaterials exhibit high surface area, enhanced reactivity, and tunable surface functionality. Key nanomaterials such as titanium dioxide nanoparticles, carbon nanotubes, and nanoscale zero-valent iron demonstrate superior performance in water, air, and soil remediation. Integrated nanocomposite systems further enhance remediation efficiency through synergistic mechanisms.
Keywords: Environmental nanotechnology; Nanomaterials, Sustainability; Pollution; Remediation solutions

STUDY OF BEHAVIOUR OF SYMMETRIC LAMINATED COMPOSITES

Adel DELIOU
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Takiyeddine Boukelia
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Samir DJIMLI
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Mohamed Kemiha
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Abdelkader FIDJAH
University of Djelfa, Mechanics and Materials Development Laboratory
Khmissi BELKAID
Scientific and Technical Research Center on Arid Regions CRSTRA, 07000 Biskra, Algeria
Meriem DEHBI
Physic-chemistry of Materials and Environment Laboratory, University of Djelfa, Algeria

ABSTRACT
This work consists of the study of the mechanical behavior of unidirectional Kevlar / epoxy composite laminates according to different failure criteria.
The change in the value of the strength parameters makes it possible to compare the ultimate mechanical characteristics obtained by the criteria of Tsai-Hill, Norris, Fisher, Ashkenazi and Tsai-Wu.
The epoxy matrix of the material in question is reinforced to 60% of its volume by aramid fibers. The stack of the four layers composing the arbitrarily oriented and alternating $[+\theta/-\theta]_S$ materials constitutes balanced symmetrical laminates.
The laminate is subjected to uniaxial tensile membrane forces, of which the prediction of their ultimate values, the plotting of the rupture envelopes and the determination of the various modes of damage of the material by the theory of the maximum stress, constitutes the axis principal of this study.
The different components of the deformation vector of the composite are represented by different orientations of fibers.
Keywords: Unidirectional Kevlar / epoxy composite, Failure criterion, Membrane stress, Deformations

AN UPDATED REVIEW OF ABORTION LAW, POLICY, AND SERVICE DELIVERY IN INDIA: RECENT TRENDS AND FUTURE PERSPECTIVES

K.R.Padma
Assistant Professor, Department of Biotechnology, Sri Padmavati Mahila Visvavidyalayam (Women's University), Tirupati, AP (Corresponding Author)
Orcid No:0000-0002-6783-3248.

Abstract
Although decades of proactive abortion laws have been enacted in India, there is still no balance in providing safe abortion services to the country through legal, systemic, and socio-cultural mechanisms. India has made tremendous reforms since the Medical Termination of Pregnancy (MTP) Act, 1971 was passed to ensure that abortion care is responsive to the need of the population to seek abortion care and to secure their reproductive rights. The recent achievements are the MTP Amendment Act, 2021, which increased gestational restrictions under certain conditions, allowed the rights of unmarried women to abortion, and boosted the level of protection of confidentiality. At the same time, newer developments include medical abortion pills, abortion care using telemedicine, task-sharing between the mid-level provider, and incorporating an abortion into primary care, which have changed the models of service delivery. Nevertheless, the obstacles remain in the form of over-regulation, reluctance by the providers because of the legal uncertainty, the deficiency of access to healthcare services in the rural areas, stigma, and the lack of awareness of both providers and women. There is a growing body of evidence and international consensus that a rights-based, person-centered approach, which views abortion as a part of comprehensive reproductive healthcare, and not a medical exception that is strictly regulated. This review critically looks at how the law, policy and provision of abortion services in India has evolved and the more recent reforms in the context of the global best practices. It claims that the best way to ensure safety in abortion is by providing liberal access on a choice of a woman with the help of affordable services, decentralization, digital health innovations, and decriminalization of abortion-related care. The perspectives of the future support the necessity to simplify regulations, increase provider cadres, reinforce tele-abortion systems, and continue the work on the reduction of stigma to provide the universal, safe, and dignified access to abortion care in India.
Keywords: Safe abortion, Pregnancy Act 1971, Digital health, Medical Termination of Pregnancy.

ROLE MANAGEMENT CHURCH IN BUILD FAMILY WHICH HARMONIOUS

Afri Yunita Henuk
Mutiara Juwita.
University Christian Indonesia, Jl. Diponegoro No,84-86 Jakarta Pusat 10430

Abstract
This study aims to analyze the role of church management in building harmonious families. The family, as the smallest social unit, has a significant impact on the stability and well-being of society. Using a qualitative approach and case study method, data were collected through in-depth interviews. with leader church and congregation, observation activity church, as well as questionnaire for family members, the results of the study indicate that effective church management contributes to the education of family values, provides support in problem solving, and implements programs that strengthen bonds family. However, challenge like lack of participation congregation And Resource limitations were also identified. The study's conclusions emphasize the importance of the church as an agent of change in improving family harmony and recommend the development of more effective programs in the future. This expected can give contribution for strengthening role church in supporting family values and social stability.
Keywords: church management, harmonious family, values education, family support.

THE BALLOT BOX EFFECT: POLITICAL VOLATILITY AND CONSUMER RETRENCHMENT IN KOSOVO'S 2025 ELECTORAL CYCLE

Vivianit FEJZA
PhD Candidate, Affiliation: St. Cyril and St. Methodius University of Veliko Tarnovo, Faculty of Economics, Political economics program
ORCID: 0009-0007-4824-2796

Abstract
The year 2025 represented a historical anomaly in the political economy of Kosovo, characterized by three distinct parliamentary election cycles within a single calendar year. This paper investigates the correlation between this hyper-frequency of political events and consumer economic behavior. Challenging the traditional "Political Business Cycle" theory which suggests governments successfully manipulate the economy to boost spending before elections, our findings using secondary data from the Kosovo Agency of Statistics (ASK) and the Central Bank of Kosovo (CBK) reveal a "fatigue effect." We observe that while the first election in February 2025 triggered a temporary spike in optimism, the subsequent political deadlock and repeated polls in mid-and-late 2025 led to a severe contraction in consumer confidence, a tightening of credit standards by commercial banks, and a shift toward precautionary savings. The study concludes that in emerging markets like Kosovo, political instability acts as a distinct "shadow tax" on consumption, dampening the velocity of money despite government transfer attempts (e.g., public sector bonuses).
Keywords: Kosovo Economy, Political Instability, Precautionary Savings, Consumer Confidence, Elections 2025.
JEL Classification: D12, E21, D72

NUTRITIONAL STRATEGIES FOR OPTIMAL PERFORMANCE IN WDSF DANCESPORT ATHLETES

Milos RABRENOVIC
Montenegro Dance Sport Federation, Podgorica Montenegro
Monika STOJANOVA
Association for Scientific-research, Educational and Cultural Activities "Open Science", North Macedonia

Abstract

Competitive DanceSport, governed by the World DanceSport Federation (WDSF), encompasses both Standard (Waltz, Tango, Viennese Waltz, Slow Foxtrot, Quickstep) and Latin (Cha-Cha, Samba, Rumba, Paso Doble, Jive) disciplines, each with distinct physiological demands. Despite the high level of athleticism required, there is limited research exploring the interaction between dance-specific physical requirements and nutritional strategies for optimal performance. This review aims to synthesize current evidence on the energy demands, macronutrient needs, and dietary practices of WDSF dancers, highlighting the role of nutrition in sustaining performance, recovery, and overall health. Standard dances emphasize endurance, postural control, and muscular stability, requiring sustained energy and balanced nutrient intake, while Latin dances involve explosive movements, rapid changes in direction, and higher cardiovascular intensity, increasing the need for carbohydrate availability and hydration. Furthermore, cultural and individual differences influence dietary patterns, as dancers from diverse regions often incorporate locally sourced foods and traditional eating habits. This review also addresses practical nutrition strategies, including pre-performance carbohydrate loading, intra-competition snack choices, post-performance protein intake, and individualized meal planning to support training adaptations. The findings underscore that a tailored approach to diet, aligned with the specific demands of Standard or Latin disciplines, can enhance performance, reduce fatigue, and promote long-term musculoskeletal and metabolic health. By integrating the principles of sports nutrition with the unique characteristics of WDSF DanceSport, dancers can achieve both competitive success and holistic well-being. Future research should focus on longitudinal studies examining the combined impact of dance training and nutrition on physiological and performance outcomes.

Keywords: WDSF DanceSport, Nutrition, Performance, Energy Metabolism, Recovery.

ASSESSING THE INFLUENCE OF COMPLEX AQUEOUS MATRICES ON THE PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF ORGANIC POLLUTANTS USING HEMATITE (FE_2O_3)

ZEBIRI Zakarya
Laboratory of sciences and environmental technology, University Constantine1, Algeria.

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Photocatalytic degradation is a promising approach for water treatment; however, its efficiency is strongly influenced by the water matrix composition. Inorganic anions and natural organic matter (NOM) commonly present in real waters can interfere with photocatalytic processes. This study examines the effect of typical inorganic anions and humic acid on the visible-light-driven photocatalytic degradation of a model organic pollutant using hematite (Fe_2O_3).

Materials and Methods: Photocatalytic experiments were carried out using Fe_2O_3 under visible light irradiation. Pollutant degradation was evaluated in ultrapure water and in the presence of common inorganic anions (Cl^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, NO_3^-) and humic acid to simulate realistic water matrices.

Results: Fe_2O_3 showed high photocatalytic activity in ultrapure water, while its performance declined significantly in the presence of inorganic anions and humic acid. Carbonate and chloride ions caused the strongest inhibition, whereas sulfate and nitrate had a weaker effect. Humic acid also markedly suppressed pollutant degradation.

Discussion and Conclusion: The reduced photocatalytic efficiency in complex water matrices is mainly attributed to radical scavenging by inorganic anions and light screening and surface blocking effects induced by humic acid. These findings demonstrate that although Fe_2O_3 is effective under ideal conditions, its practical application in real wastewater treatment may be limited without further optimization, highlighting the importance of matrix effects in photocatalytic system design.

Key Words: Water matrix, Hematite, Photocatalysis, Scavenging effect, Inorganic anions.

THE IMPACT OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT ON INCOME INEQUALITY: A COMPARATIVE STUDY OF SAARC AND ASEAN COUNTRIES

RIFAT ULLAH
M.Phil. Economics
Supervisor-I Dr. Alam Khan
Supervisor-II Prof. Dr. Dilawar Khan)
Department of Economic Kohat University of Science and Technology

ABSTRACT
Introduction and Purpose: This thesis investigates the impact of Foreign Direct Investment (FDI) on income inequality through a comparative analysis of two prominent regional blocs: the South Asian Association for Regional Cooperation (SAARC) and the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN).
Material and Methodology: The study employs panel data from 1981 to 2024, utilizing the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model for both SAARC and ASEAN countries. The analysis controls for key macroeconomic variables, including Gross Fixed Capital Formation (GFCF), Trade Openness (TO), Inflation (CPI), and Unemployment (UE).
Results: The empirical findings reveal distinct regional dynamics. For SAARC countries, FDI exhibits a significant negative long-run relationship with income inequality, suggesting that foreign investment contributes to a more equitable income distribution by fostering job creation and technology transfer. Conversely, in ASEAN nations, FDI is associated with a significant increase in income inequality, indicating that its benefits may be concentrated among skilled labor and capital owners, thereby widening the wage gap. Across both regions, Inflation, Trade Openness and Unemployment consistently exacerbate income inequality, while the effects of Gross Fixed Capital Formation are more nuanced and region-specific.
Discussion and Conclusion: The study highlights the critical role of institutional quality, economic structure, and labor market policies in mediating the distributional outcomes of FDI. It concludes that the impact of FDI on inequality is not uniform but contingent upon regional contexts and complementary domestic policies. The research offers targeted policy recommendations for promoting inclusive growth, including strategic FDI attraction in labor-intensive sectors, enhanced social protection mechanisms, inflation control, and investments in human capital and education to ensure the gains from globalization are broadly shared. This comparative analysis fills a significant gap in the literature and provides valuable insights for policymakers aiming to harmonize economic growth with equitable development in South and Southeast Asia.
Key words: Foreign Direct Investment (FDI), Income Inequality, SAARC, ASEAN, ARDL model, Panel Data, Comparative Analysis.

ENGINEERING $BI_{24}O_{31}CL_{10}/V_2O_5$ HETEROSTRUCTURES FOR ENHANCED PHOTOCATALYTIC REMOVAL OF RHODAMINE B UNDER VISIBLE-LIGHT IRRADIATION

Amal CHTOUKI
Laboratoire Matériaux et Environnement (LME), Faculté Des Sciences, Université Ibn Zohr, B.P 8106, Cité Dakhla, Agadir, Morocco
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-3217-2495
Salma Bikerchalen
Materials and Environment Laboratory (LME), Department of Chemistry, Faculty of Sciences, University Ibn Zohr, Agadir 80000, Morocco
Institute of Materials, Microelectronics and Nanosciences of Provence (IM2NP), CNRS UMR 7334, University of Toulon, Aix-Marseille University, BP 20132, La Garde Cedex, France
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-5075-2101
Bahcine BAKIZ
Materials and Environment Laboratory (LME), Department of Chemistry, Faculty of Sciences, University Ibn Zohr, Agadir 80000, Morocco
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0000-0000-0000
Aziz TAOUFYQ
Materials and Environment Laboratory (LME), Department of Chemistry, Faculty of Sciences, University Ibn Zohr, Agadir 80000, Morocco
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0000-0000-0000
Abdeljalil BENLHACHEMI
Materials and Environment Laboratory (LME), Department of Chemistry, Faculty of Sciences, University Ibn Zohr, Agadir 80000, Morocco
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0000-0000-0000

ABSTRACT
A new Z-scheme composite photocatalyst (1-x)$Bi_{24}O_{31}Cl_{10}$/(x)V_2O_5 obtained by simple solid-state mixing is presented. Structural and morphological characterizations confirmed the development of a high-quality heterojunction with superior optical properties and a band gap of 2.86 eV for this composition. The x = 0.5 composite showed very good photocatalytic performance, degrading 98% of RhB in just 60 minutes under visible light irradiation, which is much better than pure $Bi_{24}O_{31}Cl_{10}$ and V_2O_5. Studies on the traps suggested that the most important active species were photogenerated holes (h^+) and superoxide radicals, confirming the Z-scheme type charge transfer mechanism that inhibits charge recombination. The catalyst also exhibited excellent stability and reusability in tests over five successive cycles, indicating its potential in the field of sustainable water purification technologies.
Key Words: Photocatalysis; $Bi_{24}O_{31}Cl_{10}$; V_2O_5; RhB degradation; Z-scheme heterojunction.

UTILIZATION OF ORANGE PEEL POWDER AS A NATURAL FOOD ADDITIVE TO IMPROVE CAKE QUALITY

Baidiaa Hafidh Mohammed
Department of Food Science, College of Agricultural Engineering Sciences, University of Baghdad, Iraq
Shams Waleed Khalid
Department of Food Science, College of Agricultural Engineering Sciences, University of Baghdad, Iraq
Ali M. Saadi
Department of Medicinal Plant Technologies, Technical Agricultural College, Northern Technical University, Iraq

Abstract
This study aimed to investigate the effect of adding orange peel powder at different levels (0%, 5%, 10%, and 15%) based on flour weight on the sensory and chemical properties of cake, with the objective of improving its nutritional value and sensory quality, as well as utilizing fruit by-products and reducing food waste. Cake formulations were prepared according to the standard method, in which part of the wheat flour was replaced with dried orange peel powder, and the samples were baked at 180 °C. Sensory evaluation was conducted to assess color, taste, aroma, texture, and overall acceptability using a numerical preference scale. In addition, chemical analyses were performed to determine moisture, ash, protein, fat, carbohydrate contents, and oxidative stability indicators, including thiobarbituric acid (TBA) and peroxide value (PV). The sensory evaluation results showed that the addition of orange peel powder had a significant effect on cake quality. The treatment containing 15% orange peel powder recorded the highest total sensory scores compared to the other treatments, with noticeable improvements in softness, texture uniformity, and flavor, while the other treatments exhibited good acceptability comparable to the control sample. Chemical analysis revealed that increasing the level of orange peel powder led to higher moisture and ash contents, along with a relative decrease in fat and carbohydrate contents. Moreover, a marked reduction in TBA and PV values was observed, indicating improved oxidative stability of the cake due to the presence of phenolic compounds and natural antioxidants in orange peels. It can be concluded that the incorporation of orange peel powder, particularly at a level of 15%, is an effective approach to enhancing the nutritional value, sensory properties, and shelf life of cake, highlighting the potential use of orange peels as a natural and functional food additive in bakery products.
Keywords: Orange peel powder; Cake quality; Sensory evaluation; Chemical composition; Oxidative stability; Natural antioxidants

ANALYSIS OF DIELECTRIC PROPERTIES OF MALIGNANT AND HEALTHY TISSUES IN SOLID ORGANS FOR MICROWAVE ABLATION MODELING

Anita Todorović
Tatjana Milanović
Marija Radmilović-Radjenović
Faculty of Physical Chemistry, University of Belgrade, Studentski trg 12-16, Belgrade, Serbia
Institute of Physics, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

Microwave ablation (MWA) is a minimally invasive thermal therapy that destroys tumor cells through localized tissue necrosis induced by microwave generated heat. The underlying mechanism relies on the interaction of an alternating electric field with polar molecules primarily water in biological tissue causing continuous molecular realignment and consequent temperature rise. The efficacy of MWA strongly depends on the electromagnetic properties of the tissue particularly its relative permittivity and electrical conductivity. The difference in relative permittivity and electrical conductivity between malignant and healthy tissue varies by organ, with reported increases in malignant tissue ranging from 10 to 20 percent depending on the specific organ type, influencing microwave absorption and energy deposition. Electrical conductivity closely correlated with water content further determines the degree of microwave attenuation and heating. Organs with significant dielectric contrasts between tumor and parenchyma such as the kidney and pancreas are especially suitable for MWA. In this work we analyze the relative permittivity and electrical conductivity of solid organ tumors and their surrounding tissues to enable accurate computational modeling and treatment planning for MWA.

CRYSTAL STRUCTURE, X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS, AND COMPUTATIONAL STUDY OF A NEW ORGANIC–INORGANIC COMPOUND: 2-ETHYL-N-PHENYLMETHANAMINIUM DIHYDROGEN PHOSPHITE

El.Majdi
S. Zerraf
Said Belaaouad
Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco.

Abstract: This work presents a comprehensive characterization of a novel organic-inorganic phosphite, 2-ethylanilinium phosphite $[CH_3CH_2C_6H_4NH_3]PO_3$, starting by chemical preparation, crystal structure characterization, and computational techniques (DFT, HAS, and ELF). The compound was synthesized by reacting phosphorous acid with N,N-Dimethylaniline. Single crystal X-ray diffraction analysis revealed its triclinic crystal system with the space group $P\bar{1}$. The structure was refined using the least-squares method. The compound's structure comprises anions and cations linked through strong hydrogen bonds, forming a 3D framework. A comparative study between X-ray diffraction and DFT-minimized geometrical descriptors showed slight bond lengths and angle discrepancies. Local and global reactivity, molecular orbital contributions, and intermolecular interaction properties were assessed using 3D-MEPs, FMO (HOMO/LUMO), DOS, and Hirshfeld surface analyses (HSA), respectively. The primary intermolecular interactions responsible for stabilizing the crystal structure were identified as N–H···O and C–H···O hydrogen bonds. The combined experimental and computational approach provided a detailed understanding of the synthesized material at both the molecular and crystalline levels.

Keywords: 2-ethylanilinium-phosphite; X-ray diffraction; (HSA; ELF, DFT**)-**calculations.

MATRICES IN DATA SCIENCE AND MACHINE LEARNING

M.Varshana Deepa
K.Priyanka
S.Shapna
K.Varshitha
D.Ragavarshini
S.Dhanavanthari
Department of Mathematics, RMK Engineering College, Thiruvallur, India

A.Abstract-
Matrices form the mathematical foundation of data science and machine learning by providing an efficient way to represent, process, and analyse large volumes of data. In most data-driven applications, datasets are organized in matrix form, where rows represent observations and columns represent features. This structured representation enables fast computation and simplifies complex operations on high-dimensional data.
The objective of the paper is to study the matrices are essential for implementing algorithms such as linear regression, logistic regression, support vector machines, and neural networks. Model parameters, input features, and output predictions are all expressed as matrices or vectors, allowing operations like matrix multiplication and transformation to be used for training and prediction. Optimization techniques such as gradient descent also rely heavily on matrix calculus to update model parameters efficiently.
The results show that the data pre-processing and dimensionality reduction techniques such as principal component analysis (PCA) and singular value decomposition (SVD). These methods help extract meaningful patterns, reduce noise, and improve computational performance. As data science and machine learning continue to grow across industries, the use of matrix-based methods remains central to building accurate, scalable, and intelligent systems.

B.Keywords-
Matrices, Data Science, Machine Learning, Algorithms, Neural Networks, Dimensionality Reduction

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

BIOMARKERS IN EARLY DISEASE DETECTION AND DRUG DEVELOPMENT

Dr. Saloni Sharma
PhD holder, Dept. of Nutrition and Dietetics, Manav Rachna International Institute of Research Studies, (Deemed to be University), Faridabad, India
Suhani Sharma
MSc. Clinical Research Student, Jamia Hamdard University (Deemed to be University), New Delhi, India

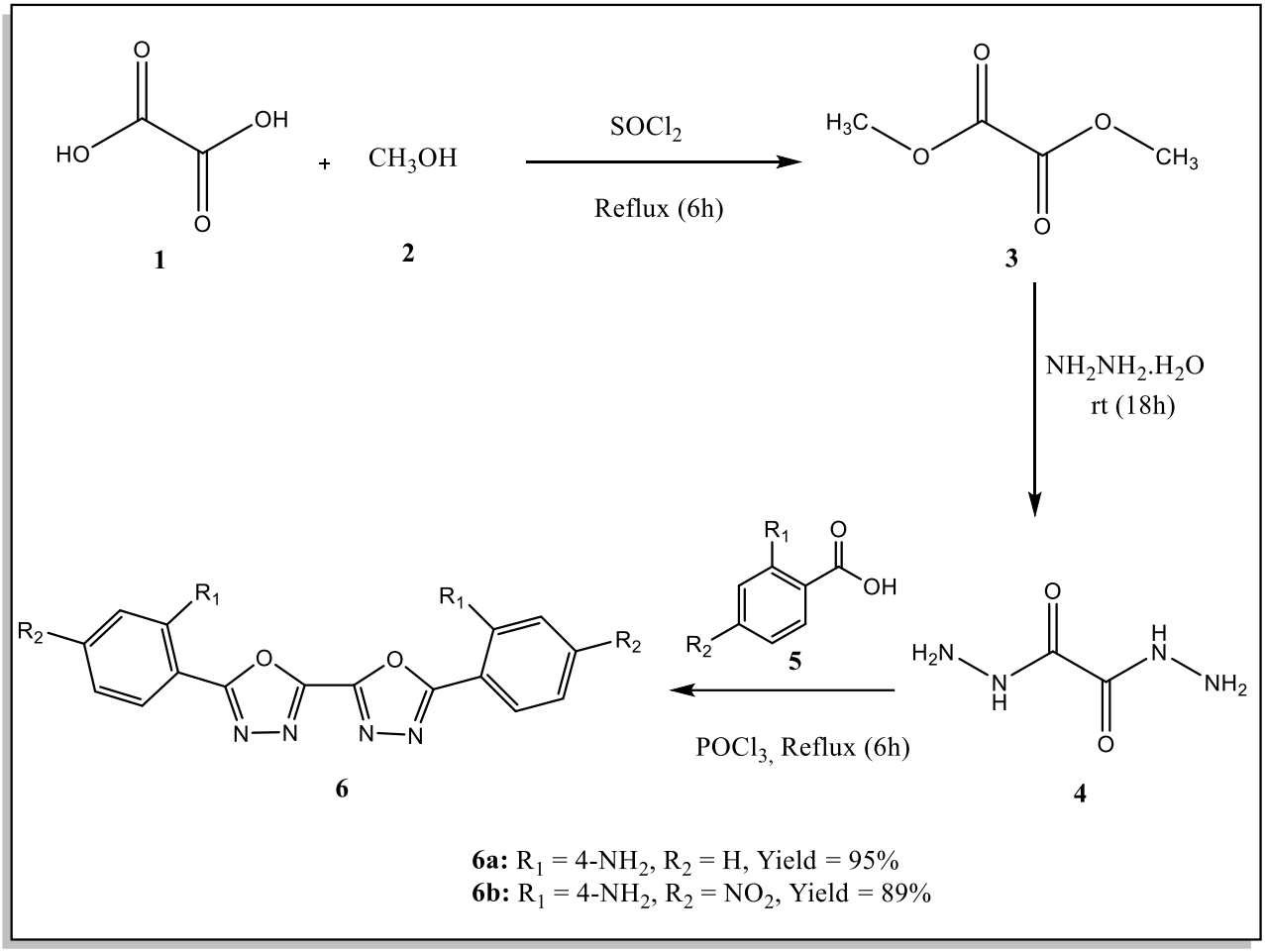
Abstract
Biomarkers play a pivotal role in modern clinical research by enabling early disease detection, improving diagnostic accuracy, and accelerating drug development processes. Defined as measurable biological indicators of physiological or pathological states, biomarkers include molecular, genetic, biochemical, and imaging parameters. Their application in early disease detection allows identification of pathological changes before the onset of clinical symptoms, facilitating timely intervention and improved patient outcomes. In drug development, biomarkers contribute significantly across various stages, from target identification and validation to patient stratification, dose optimization, and assessment of therapeutic efficacy and safety. Predictive and prognostic biomarkers help in selecting appropriate patient populations, thereby enhancing trial efficiency and reducing attrition rates in clinical studies. Furthermore, the integration of biomarkers supports the advancement of personalized medicine by enabling tailored therapeutic approaches based on individual biological profiles. Despite their potential, challenges such as validation, standardization, regulatory acceptance, and ethical considerations remain critical barriers to widespread implementation. This paper highlights the role of biomarkers in early disease detection and drug development, discusses their types and applications, and addresses current challenges and future perspectives in clinical research.

Keywords
Biomarkers; Early disease detection; Drug development; Personalized medicine; Clinical research; Predictive biomarkers; Precision medicine

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION, DFT, ESP, ELF, FUKUI INDICES, ADMET, MOLECULAR DOCKING, MONTE CARLO AND MOLECULAR DYNAMICS OF 2,2'-BI(1,3,4-OXADIAZOLE) DERIVATIVES

Assiya Atif
Bioorganic Chemistry Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Soukaina Ameur
Bioorganic Chemistry Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Bendaoud Ahmed
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Houssine Ait Sir
Bioorganic Chemistry Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Salah Mohammed
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Zeroual abdellah
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.

Abstract
In this work, the synthesis of 2,2'-bi(1,3,4-oxadiazole) derivatives including 4,4'-([2,2'-bi(1,3,4-oxadiazole)]-5,5'-diyl)dianiline (ODA) and 4,4'-([2,2'-bi(1,3,4-oxadiazole)]-5,5'-diyl)bis(3-nitroaniline) (ODN) was carried out and characterized by ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, IR and mass spectrometry spectral data. These molecules were optimized using density functional theory (DFT), frontier molecular orbital (HOMO and LUMO) and electrostatic potential (ESP) maps, electron localization function (ELF), reactivity parameters, Fukui functions, thermodynamic parameters and charge density distributions, ADMET (Absorption, Distribution, Metabolism, Excretion and Toxicity) properties, molecular docking, molecular dynamics and Monte Carlo simulations.



6a: R_1 = 4-NH_2, R_2 = H, Yield = 95%
6b: R_1 = 4-NH_2, R_2 = NO_2, Yield = 89%

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

COMBINED EXPERIMENTAL AND THEORETICAL INVESTIGATION OF MELAMINIUM DIHYDROGEN PYROPHOSPHATE: SYNTHESIS, CRYSTAL STRUCTURE, HIRSHFELD SURFACE ANALYSIS, AND REACTIVITY MAPPING

Elmehdi Majdi
Soufiane Zerraf
Said Belaaouad
Laboratory of Physical Chemistry of Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco.

Abstract
A new hybrid organic–inorganic compound, melaminium dihydrogen pyrophosphate $(C_3N_6H_7)_2(H_2P_2O_7)$ (MDP), was prepared in ambient conditions (296.15 K, 1.01325 bar) and its structure was determined by single-crystal X-ray diffraction. The compound crystallizes in the monoclinic system with space group P1 and its structure is characterized by a strong three-dimensional lattice structure that is consolidated by an extensive network of strong intermolecular interactions such as N–H···O and O–H···O hydrogen bonds formed between the melaminium cations and the pyrophosphate anions, as well as Van der Waals forces. The contribution of particular contacts to the crystal packing was evaluated by means of Hirshfeld surface analysis and 2D fingerprint plots. Theoretical DFT calculations were also carried out at B3LYP/LANL2DZ level (in solvents water) and utilized to perform optimized geometry and to predict the compound's electronic reactivity using FMO and NBO analyses. An excep- tionally low HOMO–LUMO gap of 0.30 eV indicates high electronic reactivity, and, thus, possible functional applications. Theoretical geometry parameters were in very good agree- ment with the XRD data with low standard deviation on bond lengths (0.06%) and bond an- gles (0.016%). The geometries of hydrogen bondings, in aqueous solution, were unchanged with respect to gas phase calculation with deviations below 2%, further demonstrating the reliability of the computed model and the solvent effect on geometry. Moreover, molecular electrostatic potential (MEP) mapping and Electron localization function (ELF) analyses un- veiled charge distribution and reactive sites. All in all, the experimental and theoretical meth- ods combined here can help to have a complete knowledge of the structural, electronic and the intermolecular interactions in this hybrid molecule, in addition in silico predictions revealed a promising pharmacological profile of the MDP compound, with anticancer, antiangiogenic, and anti-inflammatory activities (Pa > 0.7). Molecular docking on the TIE-2 receptor (PDB: 2GY7) showed a strong affinity of MDP (–14.1 kcal/mol) compared to Rebastinib (–10.7 kcal/mol), suggesting a superior inhibitory potential. These results support the interest in MDP as a therapeutic candidate targeting tumor angiogenesis.
Keywords: Crystal structure; Density functional theory; X-ray diffraction; Hirshfeld surface; Pyrophosphate compound.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

ANALYZES OF REDUCED MODEL OF STONE COLUMNS BY THE FINITE ELEMENT METHOD

Mekaoussi Amal
Batna2University, Faculty of Technology Sciences, Department of Civil Engineering, Batna, Algeria.
Mekaoussi Hayat
Batna1University, Institute of Veterinary Sciences and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences, Batna, Algeria.
Mekaoussi Zahia
Tamanghasst University, Faculty of Sciences and Technology, Department of Hydraulic, Tamanghasst, Algeria.

ABSTRACT
In this research work, we seek to highlight the importance of the mode of installation of granular columns on the effectiveness of reinforcement of the ground. For that, a numerical study of reduced models of stone columns was carried out. The reduced model is presented in axisymmetric elementary cell made up of sand column surrounded by a cylindrical compressible ground (Kaolin). Dimensions of the model and the mechanical properties of materials are identical to those used at the time of an experimental partner carried out in Laboratory (LGCGM) .
Three procedures of installation are tested, the numerical simulation was carried out in two alternatives, the one using a wall with interface and the other one applying an imposed horizontal displacement.
Keywords : Stone column, effort of compaction, finite elements method, reduce model, stress compaction, meddle deformation.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

ETHYL CARBAMATE: TOXICANT RISK ASSESSMENT REQUIRES URGENT MONITORING

Hafiza Ghulam Fatima
University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore, Pakistan
Dr. Muhammad Muddassir Ali
University of Veterinary and Animal Sciences, Lahore, Pakistan

ABSTRACT

Ethyl Carbamate (EC), a well-known toxicant present in fermented foods, alcoholic drinks, cosmetics and pesticides causes severe toxicity in living organisms. Due to its widespread usage, EC has been a contributor to environmental toxicity and associated genotoxicity. Onion roots were exposed to EC concentrations (0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.25 mg/mL) for 48 and 72 hours. After assessing EC_{50}, DNA damage was identified by the exposure of EC concentrations 0.25 mg/mL ($^1/_2xEC_{50}$), 0.5 mg/mL (EC_{50}) and 1 mg/mL ($2xEC_{50}$) at 48 and 72-hr. EC_{50} was observed as 0.5 mg/mL, with statistically significant concentration-dependent inhibition of root growth ($p< 0.05$). Time and concentration-dependent increase in DNA damage ($p < 0.05$) was observed at 48 and 72-hr. Urethane-induced DNA damage in meristematic cells of onion root tips using comet assays highlighted the relevance for biomonitoring, toxicological, environmental risk evaluation and food safety. The significant time and concentration-dependent genotoxicity marked by reduced root length and increased DNA damage highlighted possible risks to the environment, health and food safety strengthening the United Nations Sustainable Development Goals (UN SDGs), emphasizing the need for improved monitoring and further regulation of EC exposure in future.

Keywords: Risk Assessment, Toxicity, DNA Damage, Comet Assay

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

DEVELOPING AND EVALUATING DIGITAL TEACHING-LEARNING RESOURCES IN PAKISTANI HIGHER EDUCATION: META-ANALYTIC REVIEW

Syed Izatullah
Department of Education, University of Management and Technology, Lahore, Pakistan
ORCID: 0009-0002-9462-6444
Rabeeya Nasir
ORCID: 0009-0000-6422-0537
Afshan Naseem
Department of Education, University of Management and Technology, Lahore, Pakistan
ORCID: 0000-0002-8253-3980

Abstract
Digital technologies increasingly function as teaching-learning resources in higher education, yet achievement effects vary widely because "technology integration" includes diverse tools, pedagogies, and implementation conditions. This study synthesizes thesis-based evidence on the relationship between technology integration and academic achievement in Pakistani higher education, and reframes findings into actionable guidance for developing and evaluating digital teaching-learning resources. A systematic review and meta-analytic synthesis of eligible quantitative studies in Pakistani higher education was conducted. Six studies (total reported sample size N = 1,502) met inclusion criteria and were synthesized using a random-effects model. Heterogeneity statistics were examined, and study-level moderators (sample size; educational level) were explored through regression models. The random-effects synthesis produced an overall positive effect size (ES = 0.33, SE = 0.18, z = 1.80, p = .072) with a 95% confidence interval of −0.03 to 0.68. Between-study heterogeneity was substantial ($\tau^2 = 0.14$; $I^2 = 99.03\%$), indicating large variability across contexts and technology types. Moderator results suggested sample size was not a significant predictor, while educational level showed a borderline association with effect size (B = 0.006, p = .05). For teaching-learning resource development, findings imply that achievement gains depend less on "technology presence" and more on design alignment (content–pedagogy–technology fit), interaction design, cognitive load management, and implementation supports. Institutions should adopt iterative pilots with outcome and process indicators before scaling digital resources. Technology-integrated resources in Pakistani higher education show an overall positive but non-significant achievement effect amid very high variability, underscoring the need for design-driven development and evaluation rather than uniform adoption.
Keywords: academic achievement; digital learning resources; higher education; technology integration;

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

AN IMPLICIT FINITE DIFFERENCE METHOD FOR SOLVING THE FRACTIONAL PSEUDO-HYPERBOLIC TELEGRAPH EQUATION WITH CAPUTO DERIVATIVE

Sadeq Taha ABDULAZEEZ
University of Duhok, College of Education, Department of Mathematics, 42001 Duhok, Iraq
ORCID: 0000-0003-4515-1585

ABSTRACT

This paper introduces an implicit finite difference method that uses the Caputo fractional derivative to solve fractional-order pseudo-hyperbolic telegraph partial differential equations. We create a Crank-Nicolson-type implicit method that offers better stability features and computing efficiency, building on current explicit finite difference approaches. For the fractional derivative terms, the suggested approach provides first-order accuracy in time and second-order accuracy in space. Von Neumann analysis and the energy technique are used to conduct a thorough stability analysis that shows the scheme's unconditional stability. The theoretical results are validated through numerical tests, and thorough comparisons with the current explicit finite difference and Dufort-Frankel methods are made. The findings show that the implicit strategy is more computationally efficient for long-term simulations and provides greater accuracy with bigger time steps. The convergence behavior and effectiveness of the suggested technique across different fractional orders $\alpha \in (0,1]$ are shown by error analysis tables and graphical representations. The study ends with proposals for future research paths in fractional telegraph equations as well as advice for practical implementation.

Keywords: Pseudo-hyperbolic telegraph equation; Implicit finite difference method; Caputo fractional derivative; Stability analysis; Numerical comparison

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

MODELING SPATIAL DEPENDENCE OF CHILDHOOD MALNUTRITION IN THAILAND USING OLS AND SPATIAL REGRESSION MODELS

Most. Jannatul Fardos Asha
Md. Aminur Rahman
Md. Ashraful Islam Khan
Department of Population Science & Human Resource Development, Faculty of Science, University of Rajshahi, Rajshahi-6205, Bangladesh.

Childhood malnutrition is a significant and daunting global health issue, accounting for 45% of deaths among children under five years of age. Although Thailand has achieved notable improvements in child nutrition, the spatial distribution of childhood malnutrition remain underexplored. This study examined the province-level spatial distribution and clustering of childhood malnutrition in Thailand and investigate the spatial environmental dependencies. Using data from the Thailand MICS-2022, spatial autocorrelation was assessed through Global and Local Moran's I statistics. To assess spatial dependence, we employed the OLS Regression, Spatial Lag Model, and Spatial Error Model by incorporating environmental covariates. Model performance was evaluated using the Akaike Information Criterion (AIC), likelihood ratio tests, and residual spatial autocorrelation. About 12.46% of Childhood malnutrition showed significant spatial clustering (Global Moran's $I = 0.47, p < 0.01$) with high prevalence hotspots concentrated in the northern and northeast part of Thailand and cold spots in central region. Spatial regression indicated high population density ($SLM\ \beta = 0.35,\ SEM\ \beta = 0.74;\ p < 0.001$) and household size ($SLM\ \beta = 0.22, SEM\ \beta = 0.30;\ p < 0.001$) for positively while exclusive breastfeeding ($SLM\ \beta = -2.20, SEM\ \beta = -2.59, p = 0.05$) and maximum temperature ($SLM\ \beta = -1.24\ , SEM\ \beta = -1.76\ , p = 0.05$) for negatively correlated diabetes prevalence. The SEM provided the best fit, explaining 54% ($p < 0.001$) of the spatial variation. Overall, the spatial clustering of childhood malnutrition across Thai provinces highlights the significance of region-specific, spatially informed initiatives aimed at under-five nutrition outcomes in Thailand.

Keywords
Malnutrition, Spatial modelling, MICS, Spatial dependence

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES IN THE PREDICTION OF WASTEWATER TREATMENT PLANT EFFLUENT QUALITY PARAMETERS

Mekaoussi Hayat
Batna1 University, Institute of Veterinary Sciences and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences, Batna, Algeria.
https://orcid.org/0000-0002-9426-048
Femmam Hadjira
Batna1 University, Institute of Veterinary Sciences and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences, Batna, Algeria.
https://orcid.org/0009-0009-0317-0527
Mekaoussi Amal
Batna2University, Faculty of Technology Sciences, Department of Civil Engineering, Batna, Algeria.
Mekaoussi Zahia
University of Tamanghasset , Faculty of Science and Technology, Tamanghasset . Algeria

ABSTRACT

It is essential to consider the performance and reliability of a wastewater treatment plant. Real-time forecasting of effluent characteristics plays a crucial role in optimizing the plant's operation due to significant fluctuations in effluent quality and their impact on treatment process performance. The use of artificial intelligence has become a powerful tool for minimizing the complexities of wastewater treatment. The aim of this study is to develop models using the Generalized Regression Neural Network (GRNN) and the Multilayer Perception Neural Network (MLPNN) to predict the biochemical oxygen demand (BOD) concentration of the effluent from the Batna wastewater treatment plant located in eastern Algeria. The models were created using six different variables (COD, TSS, EC, TE, Q, and pH) measured at the inlet and outlet. The performance of the proposed models was evaluated using the root mean square error (RMSE), the mean absolute error (MAE), and the correlation coefficient (R).

The study confirms that the GRNN can predict effluent water quality parameters with a correlation coefficient between observed and predicted output values ranging from 0.672 to 0.890 for the training and validation datasets, which is superior to the model (MLPNN). Based on the results of this study, the successfully developed models can be used to predict BOD in wastewater treatment plants. Finally, this study highlights a promising future opportunity for intelligent and automated monitoring of treated water quality.

Keywords: Artificial intelligence - Wastewater treatment plant - Predict - BOD5 - Generalized regression neural network (GRNN) - Multiple linear regression (MLPNN).

BUILDING SUSTAINABLE AGRICULTURAL SYSTEMS IN WATER-SCARCE REGIONS

Mira Merad
Mohamed Khider University, Biskra 07000, Laboratory of Promotion of Agricultural Innovation in Arid Regions (PIARA), Algeria
Kamel Guimeur
Mohamed Khider University, Biskra 07000, Laboratory of Ecosystem Diversity and Dynamics of Agricultural Production Systems in Arid Zones (DEDSPAZA), Algeria
Hanane Bedjaoui
Mohamed Khider University, Biskra 07000, Laboratory of Promotion of Agricultural Innovation in Arid Regions (PIARA), Algeria

Abstract:
Biochar is a carbon-rich material produced through the pyrolysis of biomass under limited oxygen conditions, offering a sustainable solution for organic waste management and soil amendment. This study focuses on the production of biochar from date palm residues, a widely available agricultural by-product in arid regions. The pyrolysis process was carried out at controlled temperatures ranging from 350°C to 550°C to evaluate the influence of thermal conditions on biochar yield and properties. Key parameters such as temperature, residence time, and feedstock characteristics were optimized to enhance carbon stability, surface area, and porosity. The resulting biochar was characterized for its physicochemical properties, including pH, electrical conductivity, elemental composition (C, H, O, N), bulk density, and water retention capacity. Results showed that higher pyrolysis temperatures led to a reduction in yield but increased aromaticity and surface activity, making the biochar more suitable for environmental applications. The valorization of date palm waste into biochar not only contributes to waste reduction and carbon sequestration but also provides a low-cost input for sustainable agriculture in arid and semi-arid regions.
Keywords: biochar, date palm residues, pyrolysis, waste valorization, carbon sequestration, arid zones

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

THE IMPACT OF FLOODING ON KEANA COMMUNITY OF NASARAWA STATE AND THE INTERVENTION EFFORTS OF GOVERNMENT AGENCIES IN CURBING THE MENACE

IBRAHIM ABDULRAHMAN
National Hydro Electric Power Producing Areas Development Commission
SAADATU IBRAHIM
Federal University of Technology Minna, Niger State

Abstract
Flooding is a recurrent environmental hazard affecting riverine communities in Nigeria, particularly in Keana community of Nasarawa State. The area's proximity to the River Benue, combined with heavy seasonal rainfall and the periodic release of water from the Lagdo Dam in Cameroon, has made it highly vulnerable to annual flooding. These flood events have resulted in widespread destruction of farmlands, residential buildings, public infrastructure, and have severely disrupted livelihoods, especially among farming households. In addition, flooding has contributed to population displacement, food insecurity, and increased health risks within affected communities. This paper examines the causes and socio-economic impacts of flooding in Keana community and evaluates the intervention efforts of some governmental agencies and commissions such as the National Hydroelectric Power Producing Areas Development Commission (N-HYPPADEC), National Emergency management Agency (NEMA), Red Cross Society and others in bringing Succor and curbing the menace. It highlights agencies and commissions role in conducting needs assessments, supporting flood mitigation initiatives, engaging local communities, and providing relief aimed at reducing human suffering and enhancing resilience. The study underscores the importance of sustained government intervention, improved infrastructure, and integrated flood management strategies to mitigate future flood impacts in Keana community of Nasarawa State.

Keywords
Flooding, Flood Mitigation, Community Resilience

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

EFFECT OF LIPID-BASED NUTRITIONAL SUPPLEMENTS DURING PREGNANCY ON MATERNAL ANTHROPOMETRY AND HEMATOLOGICAL INDICES; A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

Kalsoom Tariq
Biochemistry department, Khyber Girls Medical College, Peshawar
Bela Inayat
Biochemistry department, Khyber Medical University, Peshawa
Hashim Khan
Rehman Medical College, Peshawar.
Hafsa Zafar
IBMS,Khyber Medical University, Peshawar
Nabila Sher
Biochemistry department, Khyber Girls Medical College, Peshawar
Sadia Fatima
Biochemistry department,Khyber Medical University

ABSTRACT

Background: Supplementation with macro & micronutrients during pregnancy is crucial to support maternal health and fetal development. Key nutrients like folic acid, iron, and calcium help prevent birth defects, anemia, and strengthen bones. Ensuring adequate intake through supplements promotes a healthy pregnancy and reduces complications.

Objective: To investigate the effect of using lipid based supplements during pregnancy on body composition, BMI and hematological profile.

Material & Methods: A randomized controlled trial was undertaken from 2018 to 2019 to find out the effect of lipid based nutritional supplement (LNS) MAAMTA, on body composition, BMI and hematological findings. Forty underweight primigravidas from different tertiary care hospitals of Khyber Pakhtunkhwa were randomized into two groups of; Supplement: receiving MAAMTA plus antenatal treatment and Placebo: receiving placebo plus antenatal treatment. They continued taking these (MAAMTA/Placebo) from first antenatal visit till one week postnatal. Fasting blood samples were collected and anthropometric measurements taken at three different time points i.e; baseline visit, 16 weeks of gestation and post natal visit. After dropouts and one sample being hemolysed, data of thirty six participants was analyzed.

Results: The analysis of variance (ANOVA) indicated that the effect of time (i.e., the three measurement points: baseline, second trimester, and postnatally) on the BMI of participants was statistically significant, with results showing $F(2, 68) = 44.8$, $P < 0.01$, and a partial eta squared (ηp^2) of 0.57. In a similar manner, time had a strong effect on participants' body weight, $F(2, 68) = 36.32$, $P < 0.01$, $\eta p^2 = 0.51$. Furthermore, the intervention group demonstrated a significant within-group effect of supplementation on weight, $F(2, 68) = 3.18$, $P = 0.048$, $\eta p^2 = 0.086$. For body mass, the withingroup analysis revealed a notable effect of supplementation, $F(1.37,46.7)=3.63$,$P= 0.050$, $\eta p^2 = 0.096$. A highly significant effect of time on mid-upper arm circumference (MUAC) was also evident, $F(2, 68) = 9.70$, $P < 0.001$, $\eta p^2 = 0.222$. However, no notable impact was seen in case of hematological profile.

Conclusion: This study shows that antenatal supplementation with LNS has a beneficial effect on BMI, weight, and MUAC, indicating improvement in anthropometric measures.

Keywords: Primigravida, supplement, Body mass index, Randomized controlled trial

Trial Registry: ClinicalTrials.gov Identifier: ISRCTN 10088578. Registered on 27 March 2018. https://www.isrctn.com/ISRCTN10088578

.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

TRANSETHOSOME BASED NATURAL PRODUCT FORMULATIONS

Shom Prakash Kushwaha
Pushpendra Soni
Syed Misbahul Hasan
Faculty of Pharmacy, Integral University, Dasauli, Kursi Road, Lucknow, India, 226026.

Abstract:
Transethosome-based formulations of natural products is a sophisticated vesicular drug delivery technique that has been developed to overcome the biopharmaceutical constraints of phytoconstituents. Essentially, Natural products have shown strong Antidiabetic, Antioxidant and Anti-inflammatory properties, but their therapeutic applications are often limited by problems of poor aqueous solubility, low permeability across bio-membranes, instability and low bioavailability. Transethosomes are an effective carrier system to overcome these challenges for transdermal drug delivery.
Transethosomes are very deformable lipid vesicles made up of phospholipids, high amounts of ethanol, as well as edge activators such as surfactants. The particulate matter caused by ethanol disrupts the lipid arrangement of the stratum corneum, increasing the permeability of the skin edges with an activator that provides flexibility. Due to this unique combination, the transethosomes can effortlessly penetrate intact skin and deliver encapsulated phytoconstituents into the systemic blood circulation as well as the targeted skin layers.
In natural product formulations, transethosomes offer several advantages, including protection of sensitive phytochemicals, improved entrapment efficiency, controlled drug release, and enhanced bioavailability. Delivery systems are much needed in chronic diseases like diabetes mellitus, where long-term release of drug and patient compliance are important. The use of transethosome based formulations of plant extracts, polyphenols, flavonoids and glycosides has showed better in vitro release profiles, better ex vivo skin permeation, and significant in vivo pharmacological effects than reported conventional formulations.
In summary, phytotherapy and nanovesicular drug delivery technology benefit from transethosome-based natural product formulations. This strategy is non-invasive, safe, and patient-friendly. It has potential for improving the clinical performance of herbal and natural antidiabetic therapies.
Key words: Transethosomes, Natural products, Diabetes mellitus, Transdermal drug delivery, Vesicular drug delivery systems.

PHENOTYPE-GUIDED MUTATIONAL SCREENING IN CHARCOT-MARIE-TOOTH DISEASE TYPE 1: A CLINICALLY STRATIFIED APPROACH

Sumaira Kanwal
COMSATS University Islamabad Sahiwal campus,Pakistan Department of Biosciences,Sahiwal, Pakistan Faculty of life Sciences
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-3322-10728432
Shazia Perveen
The Women University Multan, Pakistan, Department of Zoology, Faculty of Sciences
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2255-7665
Adeeba Khadim
COMSATS University Islamabad Sahiwal campus,Pakistan Department of Biosciences,Sahiwal, Pakistan
Maida Sadaqat
COMSATS University Islamabad Sahiwal campus,Pakistan Department of Biosciences,Sahiwal, Pakistan

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Charcot–Marie–Tooth disease (CMT) represents one of the most common inherited peripheral neuropathies, with an estimated prevalence of approximately 1 in 2,500 individuals worldwide. It encompasses a clinically and genetically heterogeneous group of disorders characterized by progressive distal muscle weakness and atrophy, sensory loss, foot deformities, and reduced or absent deep tendon reflexes. Based on electrophysiological and pathological features, CMT is broadly classified into demyelinating (CMT1), axonal (CMT2), and intermediate forms. CMT1, the most prevalent subtype, is defined by markedly reduced nerve conduction velocity (NCV) due to primary Schwann cell dysfunction and myelin abnormalities. Current study was aimedto identify pathogenic variants in patients with clinically and electrophysiologically confirmed CMT1 using a phenotype-guided whole-exome sequencing (WES) approach.

Materials and Methods:: Five unrelated patients were recruited from a tertiary care hospital based on clinical features suggestive of CMT and demyelinating-range NCV. Comprehensive clinical evaluation, family history assessment, and electrophysiological studies were performed. Genomic DNA extracted from peripheral blood leukocytes was subjected to WES using an Illumina platform. Bioinformatic analysis included alignment to the human reference genome (GRCh37/38), variant calling, annotation, and filtering for rare, protein-altering variants in known CMT-associated genes. Variant pathogenicity was assessed according to ACMG guidelines and confirmed by Sanger sequencing.

Results: : patients in this study exhibited clinical and electrophysiological features consistent with demyelinating Charcot-Marie-Tooth disease (CMT1), with age of onset ranging from 2 to 12 years and motor nerve conduction velocities (NCV) below 30 m/s. Mutational screening of eight genes—MPZ, LITAF, EGR2, NEFL, PRX, LITAF, PMP22, and MPZ—identified missense mutations in all cases. In MPZ, a c.449C>T transition led to a p.Pro150Leu substitution in the extracellular domain. A c.334G>A variant in LITAF resulted in a p.Gly112Ser change, while EGR2 harbored a c.1142A>G mutation causing p.Asn381Ser within the zinc-finger domain. In NEFL, a c.794A>G substitution led to a p.Tyr265Cys change. Among autosomal recessive cases, LITAF carried a missensemutation c.2005G>A (p.Gly669Arg) variant, MPZ showed a missense Variant at c.1730G>A (p.Arg577Gln) mutation, and LITAF was found with a pathogenic variant at c.715C>T (p.Arg239Cys) substitution. No pathogenic mutation was detected in MTMR2. All identified variants were

located at evolutionarily conserved residues and were predicted to be deleterious by in silico tools.:Pathogenic and likely pathogenic variants were identified in PMP22 and MPZ, consistent with the patients' clinical presentations and electrophysiological findings. These molecular findings supported accurate classification of CMT1 subtypes and enabled genotype–phenotype correlation.

Discussion and Conclusion: This study demonstrates that phenotype-guided whole-exome sequencing (WES) is an effective approach for the molecular diagnosis of Charcot–Marie–Tooth disease type 1 (CMT1), a clinically and genetically heterogeneous demyelinating neuropathy. The identification of pathogenic and likely pathogenic variants in key myelin-related genes, particularly PMP22 and MPZ, was consistent with the patients' clinical presentations and electrophysiological findings, reinforcing established genotype–phenotype correlations. By enabling simultaneous analysis of multiple CMT-associated genes, WES overcomes the limitations of sequential testing, reducing diagnostic time and cost while improving yield. Validation of variants using ACMG criteria and Sanger sequencing further confirmed the reliability of this approach. Overall, phenotype-guided WES provides a robust, cost-effective diagnostic strategy that facilitates accurate molecular diagnosis, informs prognosis, and supports effective genetic counseling in patients with demyelinating CMT.

Key Words: Charcot–Marie–Tooth disease, CMT1, demyelinating neuropathy, whole-exome sequencing, PMP22, MPZ, genotype–phenotype correlation, genetic diagnosis

AN ADVANCED COMPUTATIONAL APPROACH FOR ARCHITECTURAL DESIGN

Hede Mestafa
Firat Unversity, Faculity of Architecture, Architecture Departman.
Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Architecture, Fırat University
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-5411-5206

ABSTRACT

This research serves as a scientific framework and an artistic approach within the philosophical trajectory of the advanced computational method in architectural design, especially for contemporary architectural designs, a systematic approach to the generation of architectural design form generation is introduced through implementations and constructions via methods specific to advanced tools, rules, and regulations, as algorithms and parametric relationships become a dynamic outcome and a decision-making mechanism, they differ from the traditional and conventional methods of the past , which were static and appeared as a one-dimensional composition as a limitation on solving the problems of the design process.

The research draws on a specialized systematic resource known as generative design and is supported by advanced, intelligent algorithms, as a tool for expanding concepts to enable the generation, evaluation, and refinement of multiple high level systematic alternatives in the early design stages to better address challenges the principles of architecture.

The main purpose of the study stems from the question of whether such computational systems approaches can support the findings of an innovative architectural design to overcome Limitations on the ability to express themselves.

For the proposed framework it provides a way to conduct tests and studies for implementation based on variables and the assumptions of architectural project scenarios, also the ability to design a script in the algorithm based software Grasshopper, an extension of Rhinoceros 3D,the resulting designs reveal how and in what way the interaction of the design processes of the designer, through an advanced computational approach, can effectively shape a building's form.

The essence of this approach is to abstract basic spatial relationships into geometric rule and to allow innovation in the design structure of shapes to emerge through controlled changes rather than formal design predetermined.

Keywords: contemporary architectural design, form generation, generative design system, algorithmic parametric design.

Aims

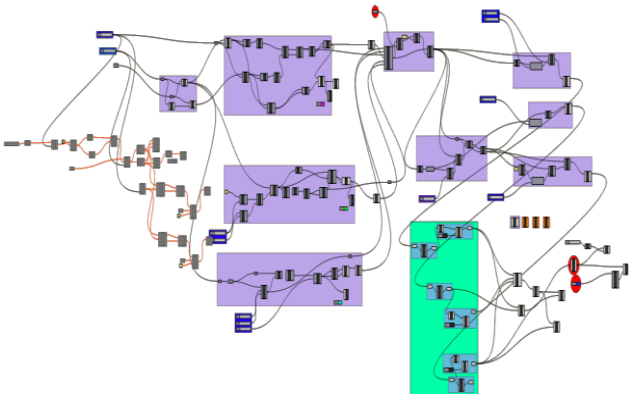
The aim of this research is to develop the architectural design process through the methodology of advanced computational methods, which uses mathematical equations and advanced algorithms as a basis for the design system Generator for generator Conceptual designs.

Research Significance

The focus of the research is to promote the directions of innovative development of adaptive design, using computational design methodologies as an advanced approach, which solves problems with parametric and systematic modeling By using constructive design to automate options and link them to the results of geometric shapes.

Methodology & Tools

- Research-by-design methodology
- Rhino and Grasshopper as computational environment
- Parameters defined using mathematical logic
- Iterative generation and evaluation



Refernces:

1. Caetano, I., L. Santos, and A. Leitão. “Computational Design in Architecture: Defining Parametric, Generative, and Algorithmic Design.” Frontiers of Architectural Research (2020).
2. Oxman, R. “Thinking Difference: Theories and Models of Parametric Design Thinking.” Design Studies 52 (2017): 4–39.
3. Krish, S. “A Practical Generative Design Method.” Computer-Aided Design 43, no. 1 (2011): 88–100.
4. Agkathidis, Asterios. “Generative Design Methods.” In Real Time: Extending the Reach of Computation. Proceedings of the 33rd eCAADe Conference, vol. 2, 47–55. 2015.

THE SIGNIFICANCE OF STUDYING THE HISTORY OF CIVIC EDUCATION IN THE USA FOR UKRAINE

Senior Lecturer Anatolii MYSHKO
Uzhhorod National University, Faculty of History
and International Relations, Ukraine
ORCID ID: https://orcid.org 0000-0003-2925-109

Abstract
The study underscores the topicality of the subject, since in the contemporary world, where democratic institutions confront numerous challenges such as societal polarization, the spread of disinformation, and crises of identity, the examination of the historical foundations of civic education takes on particular importance. Civic education, understood as the process of forming conscious, active, and responsible citizens, constitutes the bedrock of stability in democratic societies.
Research into the formation and development of civic education in the USA is timely, as it enables an understanding of how education functioned as an instrument of national consolidation, immigrant assimilation, and adaptation to changes. In the context of modern challenges – for instance, in countries developing democracy, such as Ukraine, where educational reforms are aimed at fostering civic consciousness – the analysis of the American experience can provide valuable lessons.
The historical approach to studying the American experience of the establishment and development of civic education is highly relevant for Ukraine due to the similarity of state-building challenges, the necessity of forming a national identity, and the need to adapt time-tested educational practices. Historical experience makes it possible to assess the long-term effectiveness of educational approaches. It is precisely historical analysis that provides a deep understanding of cause-and-effect relationships, helps avoid mistakes, and prevents their repetition in the Ukrainian context.
Historical analysis of the development of civic education in the United States enables researchers to investigate the influence of socio-political changes on educational practices, to evaluate the long-term consequences of various pedagogical approaches, to objectively assess both the achievements and shortcomings of the American system of civic education, to determine the enduring effectiveness of educational practices, and to contribute to the expansion of the theoretical foundation of domestic Ukrainian pedagogy. Studying American methods of civic education makes it possible to identify pathways for their adaptation to Ukrainian realities and to address the current tasks facing the Ukrainian education system.
Thus, the historical approach to studying the establishment and development of civic education in the United States offers a comprehensive vision of the interconnections among education, politics, economy, and culture. It is not only methodologically justified but also possesses considerable practical value for the development of the contemporary Ukrainian system of civic education.
Keywords: Civic education, USA, Ukraine, historical approach, valuable lessons.

STRUCTURE-BASED DRUG REPURPOSING TO INHIBIT THE DNA GYRASE OF *MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS*

Balasubramani G L
School of Biotechnology, Jawaharlal Nehru University, New Delhi - 110067
Rinky Rajput
School of Biotechnology, Jawaharlal Nehru University, New Delhi – 110067
Manish Gupta
School of Biotechnology, Jawaharlal Nehru University, New Delhi - 110067
Pradeep Dahiya
National Institute of Plant Genome Research, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi.
Jitendra K Thakur
National Institute of Plant Genome Research, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi.
Rakesh Bhatnagar
Banaras Hindu University, Banaras, Uttar Pradesh-221005, India
Abhinav Grover
National Institute of Plant Genome Research, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi.

Short Introduction:
Drug repurposing is an alternative avenue for identifying new drugs to treat tuberculosis (TB). Although TB can be cured with anti-tubercular drugs, the emergence of multidrug-resistant and extensively drug-resistant strains of *Mycobacterium tuberculosis* H37Rv (Mtb), as well as the significant death toll globally, necessitate the development of effective drugs to treat TB.

Experiments and Key result findings:
In this study, drug repurposing approach was employed to address this drug resistance problem by screening drugbank database to identify novel inhibitors of the Mtb target enzyme, DNA gyrase. The compounds were screened against the ATPase domain of gyrase B subunit (MtbGyrB47), and the docking results showed Echinacoside, Doxorubicin, Epirubicin, and Idarubicin possess high binding affinities against MtbGyrB47. Comprehensive assessment using fluorescence spectroscopy, SPR, and CD titration studies revealed that Echinacoside as a potent binder against MtbGyrB47. Further, ATPase, and DNA supercoiling assays exhibited IC_{50} values of 2.1-4.7 µM for Echinacoside, Doxorubicin, Epirubicin, and Idarubicin. Among these compounds, the least MIC_{90} of 6.3 µM and 12 µM were observed for Epirubicin and Echinacoside, respectively. Hence, our findings indicate that Echinacoside and Epirubicin target mycobacterial DNA gyrase, inhibit its catalytic cycle, and retard mycobacterium growth. Further these compounds exhibits potential scaffolds for optimizing novel anti-mycobacterial agents that can act on drug-resistant strains.

References:
1. Agrawal A, Roué M, Spitzfaden C, Petrellə S, Aubry A, Hann M, Bax B, Mayer C. *Biochem J.* 2013 Dec 1;456(2):263-73.
2. Stanger F V, Dehio C, Schirmer T. *PLoS One.* 2014 Sep 9; 9 (9):e107289. doi: 10.1371/journal.pone.0107289.

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF AGRICULTURE IN THE MEDITERRANEAN REGION AND PATHWAYS TOWARD SUSTAINABLE MANAGEMENT

ELABBARI Chaimaa
Pr. Labjar Najoua
Pr.EL Hajjaji souad
Chemistry Department,Mohammed V University in Rabat
4 Avenue Ibn Battouta, P.O. Box 1014, Rabat, Morocco

ABSTRACT

Agriculture plays a vital role in the economic and social development of the Mediterranean region, yet its environmental impacts intensified by climate change and unsustainable practices are becoming increasingly alarming, particularly where water scarcity and soil fragility heighten the effects of poor nitrogen management. This study seeks to determine how agricultural activities contribute to soil degradation, water scarcity, biodiversity loss, and greenhouse gas emissions in the Mediterranean region. To address this research question, a comprehensive literature review will be conducted to analyze existing scientific work and identify the main drivers of environmental degradation. The findings reveal that inefficient nitrogen use, intensive cultivation, and inadequate water management significantly exacerbate environmental pressures, while sustainable farming practices, improved irrigation techniques, and effective policy frameworks have proven to mitigate these impacts. These results highlight the urgent need for a transition toward more resilient and environmentally responsible agricultural systems. In conclusion, understanding these environmental challenges and the effectiveness of potential solutions is essential for promoting sustainable agriculture that safeguards natural resources and strengthens the resilience of Mediterranean agricultural systems.

Keywords
Mediterranean Agriculture, Soil degradation, Environmental impact, Biodiversity loss, Water management, Sustainable agricultural practices

REFERENCES

[1] B. Saha, A. Fatima, S. Saha, S. K. Sahoo, and P. Poddar, "Environmental Pollution Due to Improper Use of Chemical Fertilizers and Their Remediation," in Environmental Contaminants, Apple Academic Press, 2024, pp. 203–219.

[2] S. Savci, "An agricultural pollutant: chemical fertilizer," Int. J. Environ. Sci. Dev., vol. 3, no. 1, p. 73, 2012.

[3] H. Jariwala, R. M. Santos, J. D. Lauzon, A. Dutta, and Y. Wai Chiang, "Controlled release fertilizers (CRFs) for climate-smart agriculture practices: a comprehensive review on release mechanism, materials, methods of preparation, and effect on environmental parameters," Environ. Sci. Pollut. Res., vol. 29, no. 36, pp. 53967–53995, 2022.

[4] E. Kebede, "Contribution, utilization, and improvement of legumes-driven biological nitrogen fixation in agricultural systems," Front. Sustain. Food Syst., vol. 5, p. 767998, 2021.

[5] D. Birla, S. L. Yadav, Gajanand, R. A. Patel, and P. Sanodiya, "Agronomic techniques to improve environmental restoration and climatic resilience in the agroforestry system," in Agroforestry solutions for climate change and environmental restoration, Springer, 2024, pp. 437–462.

OPTIMIZATION OF GREEN HYDROGEN PRODUCTION BY SOLAR-DRIVEN PHOTOCATALYSIS

Chaimae Assata
PhD Student in Energy Materials and Hydrogen production
Faculty of Sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco

Abstract
Green hydrogen production via solar-driven photocatalysis has emerged as a promising and sustainable approach to address global energy and environmental challenges. This process enables the direct conversion of solar energy into chemical energy by splitting water into hydrogen and oxygen using semiconductor-based photocatalysts. However, the practical efficiency of photocatalytic hydrogen generation remains limited by several factors, including poor visible-light absorption, rapid charge carrier recombination, low surface reaction kinetics, and photocatalyst instability.
This study focuses on the optimization of green hydrogen production through advanced photocatalytic strategies under solar irradiation. Various approaches are investigated, including band gap engineering, heterojunction formation, elemental doping, surface modification, and cocatalyst loading, aiming to enhance light harvesting, charge separation efficiency, and catalytic activity. Particular attention is given to metal oxides, sulfides, and emerging two-dimensional materials due to their suitable electronic structures and chemical stability. The influence of operational parameters such as light intensity, wavelength, pH, sacrificial agents, and reactor configuration on hydrogen evolution rates is also systematically analyzed.
The results highlight that rational photocatalyst design combined with optimized reaction conditions significantly improves hydrogen production efficiency under simulated and natural sunlight. Moreover, the integration of cost-effective and earth-abundant materials contributes to the economic feasibility of large-scale implementation. This work provides a comprehensive insight into recent advancements and optimization pathways for solar photocatalytic hydrogen production, offering valuable perspectives for the development of efficient, stable, and scalable green hydrogen technologies. Ultimately, these findings support the transition toward renewable energy systems and a carbon-neutral hydrogen economy.
Keywords: Green hydrogen; Photocatalysis; Solar energy; Water splitting; Photocatalyst

EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A RELIABILITY-ORIENTED FRAMEWORK FOR DECISION SUPPORT IN HIGH-RISK SOCIO-TECHNICAL SYSTEMS

Olaniyi Habib, ALIU
Federal Polytechnic Ilaro, Department of Computer Engineering, Ogun State, Nigeria
ORCID ID: 0009-0000-4116-1159
Joy Oluwabukola, OLAYIWOLA
Federal Polytechnic Ilaro, Department of Computer Engineering, Ogun State, Nigeria
ORCID ID: 0000-0001-6580-2432

ABSTRACT
The fast introduction of artificial intelligence (AI), machine learning (ML), and computer vision systems into safety-related and socio-technical areas has created serious doubts about transparency, accountability, and reliability in their functioning. Whereas black-box AI models are frequently highly predictive, they are not trustworthy due to their lack of transparency, auditability, and regulability in settings where the outcomes of decisions can be of significant social, ethical, or safety impact. To address such issues, the concept of Explainable Artificial Intelligence (XAI) has become an up-and-coming paradigm that is expected to remove such drawbacks without affecting analytical performance. In this work, the conceptual and analytical assessment of XAI, which is a reliability-focused decision support system, is provided. Instead of empirical data, the study incorporates a qualitative-analytical research approach based on risk-benefit analysis, multi-criteria decision analysis, and systemic reasoning. Three decision paradigms—human-only decision-making, black-box AI systems, and explainable AI frameworks—are evaluated comparatively. The analysis is conducted considering the transparency, accountability, trust, robustness, and operational risk features. Results show that explainable AI systems provide a trade-off between performance and safety and are better than human-only and black-box systems in dimensions of governance. The paper also establishes that higher explainability is a positive factor to operational reliability, decision confidence, and human-artificial intelligence cooperation. The findings reveal the significance of XAI in the development of AI governance in the future, especially when there are high-stakes application scenarios. This study can be used to advance the theoretical background of explainable systems and to inform policymakers, system designers, and AI practitioners who want reliable and robust AI implementation.

Keywords: AI governance, decision support systems, explainable AI, reliability analysis, risk-oriented evaluation.

HYDROCHEMICAL CHARACTERIZATION AND SUITABILITY OF GROUNDWATER FOR DRINKING AND IRRIGATION IN THE BISKRA REGION, ALGERIA

Femmam Hadjira
Batna1 University, Institute of Veterinary Sciences and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences, Batna, Algeria.
https://orcid.org/0009-0009-0317-0527
Mekaoussi Hayat
Batna1 University, Institute of Veterinary Sciences and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences, Batna, Algeria.
Merrouchi Farida
Oum El Bouaghi University, Faculty of Science and Applied Science, Department of Hydraulic, Oum El Bouaghi, Algeria.
Maassem Aya
Batna1 University, Institute of Veterinary Sciences and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences, Batna, Algeria.
Mansouri Abir
Batna1 University, Institute of Veterinary Sciences and Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences, Batna, Algeria.

ABSTRACT

The Biskra region is characterized by a hyper-arid climate. It extends southeastward to Chott Melghir and southwestward to the margins of the Grand Erg Oriental. The area is part of the vast Northern Sahara Basin of Algeria, which hosts several aquifer formations.

The analysis of data related to the physicochemical parameters of the seven (07) boreholes of the Droh well field, located within the study area, was facilitated by the use of a Geographic Information System (GIS). This approach enabled cartographic representation and spatial analysis of hydrochemical variations in the region's waters. With reference to the drinking water standards established by Algerian regulations and those of the World Health Organization (WHO), the results indicate that all analyzed physicochemical parameters fall within acceptable limits, except for total hardness, which exceeds the recommended values, thus classifying the water as very hard.

The assessment of water suitability for irrigation using the Wilcox method classifies the studied waters as being of good quality for irrigation. According to the Richards classification, the waters fall into the C3S1 category, indicating acceptable quality and generally suitable for irrigating salt-tolerant crops on well-drained soils.

Keywords: Groundwater, Hydrochemical, Biskra Region, Drinking Water Standards, Irrigation.

PHOTOVOLTAIC PERFORMANCE OF ZnO/n^+-a-Si:H SOLAR CELLS : A THEORICAL BY STUDY A SIMULATION WITH SCAPS-1D SOFTWARE

Fransisco KONAN
Ecole Normale Supérieure (ENS) Abidjan, Laboratoire des Sciences Physiques Fondamentales et Appliquées, Equipe de recherche: Sol-gel, Matériaux, Energies Renouvelables et Environnement, 08 BP 10 Abidjan 08, Côte d'Ivoire
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5854-281X
Bouchaib HARTİTİ
Laboratoire de Mathématiques et Sciences Physiques appliquées aux sciences de l'ingénieur (GMEEM& DD), FSTM, Hassan II University of Casablanca (UH2C) BP 146 Mohammedia 20650, Morocco
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0168-9965

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Hydrogenated amorphous silicon (a-Si:H) is a promising material for low-cost photovoltaic technologies. ZnO is a versatile semiconductor material with multiple functions which can act as a window layer, influencing the overall efficiency of solar cells based on its light transmission, carrier extraction, and thickness.

Materials and Methods: In this theoretical work, ZnO/n^+-a-Si:H solar cells are analyzed using SCAPS-1D software. The influence of ZnO thickness variations (70 nm, 80 nm, and 90 nm) on the energy conversion efficiency of the ZnO/n^+-a-Si:H device was studied, focusing on its electrical characteristics.

Results: The results showed an energy conversion efficiency of ZnO/n^+-a-Si:H solar cells of 11.83%, 10.81%, and 10.73% respectively.

Discussion and Conclusion: The results of the solar cells show a dependence on the thickness of ZnO. In conclusion, the efficiencies achieved confirm the role of hydrogenated amorphous silicon and ZnO thickness for low-cost photovoltaic systems in solar energy conversion.

Key Words: ZnO/n^+-a-Si:H solar cells; thickness; SCAPS-1D software

NARTA–VJOSA DELTA AS A CLIMATE-SENSITIVE WETLAND: LAND-USE TRANSFORMATION, VULNERABILITY, AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OPPORTUNITIES

PhD. Esmeralda Laçi
University "Ismail Qemali" of Vlore, Faculty of Humanities, Department of Education, Vlore, Albania.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5355-2018
Asoc. Prof. Dr. Sonila Papathimiu
University of Tirana, Faculty of History and Philology, Department of Geography, Tirana, Albania.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9835-2535

ABSTRACT
The Narta–Vjosa Delta, located along Albania's central Adriatic coast, is a highly dynamic wetland system shaped by coastal processes, river activity, and human land use. Composed of lagoons, salt marshes, agricultural areas, and coastal dunes, the region has experienced noticeable landscape changes over recent decades. This study examines spatial patterns of land-use/land-cover change and selected climate-related pressures to better understand environmental vulnerability within the delta.
Geographic Information Systems (GIS) and Remote Sensing (RS) techniques were applied using multi-temporal satellite imagery and existing land-cover datasets to analyze changes in wetland extent, agricultural expansion, and built-up areas. Various spatial indicators, including proximity to the coastline, elevation, and land-cover transitions, were used to highlight areas more exposed to flooding and coastal influence. GIS overlay and change-detection methods supported the identification of zones experiencing the most significant transformations.
Results indicate that the Narta–Vjosa Delta is undergoing continuous land use change, driven primarily by agricultural intensification, coastal dynamics, and infrastructure development. Despite these pressures, large portions of the wetland retain high ecological value and remain sensitive to environmental disturbance. The study demonstrates that GIS and RS provide effective and accessible tools for monitoring landscape change and supporting environmental assessment in data limited wetland environments. The findings offer a practical basis for future management strategies and contribute to improved spatial understanding of coastal wetland vulnerability.
Keywords: Wetland Dynamics, Land Use Change, Climate Vulnerability, GIS and Remote Sensing, Sustainable Development.

HYDROGEN STORAGE TECHNOLOGIES: MATERIALS, CHALLENGES AND FUTURE PERSPECTIVES

Mouna Fakir
PhD Student in Energy Materials and Hydrogen Storage
Faculty of Sciences, Mohammed V University, Rabat, Morocco

Abstract
Hydrogen storage is a critical challenge for the large-scale deployment of hydrogen as a clean and sustainable energy carrier. Despite hydrogen's high gravimetric energy density, its low volumetric density under ambient conditions necessitates the development of efficient, safe, and cost-effective storage technologies. This work presents an overview of current hydrogen storage approaches, with a particular emphasis on material-based storage systems.
Conventional physical storage methods, such as compressed gaseous hydrogen and liquid hydrogen, are discussed in terms of their advantages and limitations related to safety concerns, high energy consumption, and infrastructure requirements. The study then focuses on advanced material-based hydrogen storage technologies, including metal hydrides, complex hydrides, chemical hydrides, and porous materials such as metal–organic frameworks and carbon-based materials. Key performance indicators, including gravimetric and volumetric storage capacities, operating temperature and pressure, thermodynamics, kinetics, and reversibility, are systematically analyzed.
Special attention is given to recent strategies aimed at improving hydrogen storage performance, such as nanostructuring, catalytic doping, composite material design, and surface modification, which have demonstrated significant improvements in hydrogen absorption–desorption kinetics and cycling stability. The remaining challenges, including material cost, long-term durability, and system integration, are also discussed. Overall, this work highlights the importance of material innovation in overcoming current limitations and provides valuable insights toward the development of efficient and scalable hydrogen storage technologies for future energy systems.
Keywords: Hydrogen storage; Energy materials; Metal hydrides; Porous materials; Clean energy

EVALUATING THE STRUCTURAL AND FUNCTIONAL TRAITS OF VARIOUS PEARL MILLET GERMPLASM UNDER THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN DERA GHAZI KHAN, PUNJAB, PAKISTAN

Syeda Sabika Zahra Naqvi
Syed Mohsan Raza Shah
Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore, Pakistan

Abstract

Pearl millet (*Pennisetum americanum L.*) is a tall, warm-season and an annual grass belongs to the family Poaceae. It is locally known as Bajra. It can grow up to height of 6 to 10 feet as conditions of high temperature and favorable moisture. This study focused on the collection of different varieties of *Pearl millet* germplasm from Sorghum Sub Station Dera Ghazi Khan, Punjab, to investigate morphological, anatomical and physiological modifications. Morphological traits were analyzed at the time of survey. The collected samples were preserved in a 70% alcohol solution, and freehand sectioning and double staining methods were employed to analyze anatomical adaptations. Microscopic examination using a digital ocular camera facilitated the analysis of various anatomical structures in the roots, stems, and leaves. Fresh leaves were preserved for physiological analysis. Results indicated that the maximum plant population was observed in AS-313 germplasm, which suggests its better germination, early seedling and stress tolerance. The maximum epidermal thickness was observed in Shahjahan germplasm, as the thick epidermis can improve resistance to stress that roots face in soil like drought stress and salt stress by providing efficient water uptake and protective barrier. The maximum phloem area was observed in AS-890 germplasm, while the minimum was recorded in AS-313 germplasm. The maximum midrib thickness in the leaf was observed in Shahjahan germplasm, while the minimum was recorded in HM-17218 germplasm. The maximum total phenolic contents were observed in Tara-05 germplasm, while the minimum was recorded in AS-890 germplasm. In conclusion, Pearl Millet showed specific modifications in morpho-anatomical and physiological traits that expose its ecological success.

Keyword: Pearl millet germplasm, Morpho-anatomical modification, Physiological modification.

LOW TEMPERATURE TECHNIQUE FOR HOUSEHOLD WASTE REDUCTION

Aditya Darshan
Mukesh Kumar
Department of Physics, Swami Sharaddhanand College,
University of Delhi, Alipur, Delhi 110036
Orchid ID - 0000-0003-2570-1535

ABSTRACT
Urban areas are having a lot of trouble because mixed municipal solid waste (MSW) is piling up so quickly that it is overloading landfills and traditional waste management methods. Large, centralized processing facilities are generally too expensive and complicated, and they take too long to set up, making them unsuitable for community-level waste collection in decentralized locations. This project successfully designed, built, and tested a new prototype for reducing waste at the community level. The prototype combines mechanical shredding, heat drying, and a low-temperature pyrolysis process into a semi-manual, low-cost device that works well in urban areas with few resources, such as RWAs and municipal community centre. It can handle 50–100 kg of garbage each day or more. When we evaluated the mixed domestic and separated plastic trash, we first shredded them manually, which cut the bulk volume by around 50%. Later drying lowered the moisture content, which improved thermal efficiency. The majority of the material was turned into useful byproducts—pyrolysis oil, syngas, and biochar—when it was put through low-temperature pyrolysis (400–500°C in a low-oxygen chamber). The combined process could cut the volume by 80–90%, leaving only 10–20% of the original volume as solid waste. The procedure significantly decreased the quantity of waste that required transportation or landfill disposal. The technology showed that it could work safely and in a controlled way with very little pollution. The results strongly suggest that this community-scale trash innovation is a potential, scalable, and practical way to reduce the strain on landfills, make garbage processing more efficient, and support more sustainable and decentralized ways of managing urban waste.
Keywords—Waste reduction, waste management, pyrolysis, landfill reduction, sustainable waste management.

EFFECTIVE USE OF A TEST EMBANKMENT – A CASE STUDY FROM TURKEY

Mahmut Yavuz ŞENGÖR

This study presents the results a test embankment programme and the implications in a huge transportation project from Southern Turkey. In the original design phase using the results of ordinary geotechnical site investigations, the site soils are characterized as alluvial soils. Accordingly, high consolidation settlements are calculated using basic geotechnical engineering principles. Due to these high settlement values and very long pore pressure dissipation and completion of settlement times, large amount of ground improvement works was anticipated.

A test embankment programme was realized at the site. Geotechnical instrumentation including settlement plates and extensometers was also applied at the site. According to the load-settlement data obtained, the real site characterization and need for ground improvement were questioned.

According to the real site behavior obtained and extended geological and geotechnical evaluations, the site soil stratification was corrected as residual soils and according to the site data theoretical consolidation settlement calculations were rationalized by a correction factor and ground improvement works were cancelled.

Finally, test embankments are used effectively to benefit from time and money for a typical huge transportation project. This study summarizes the data obtained from the test embankment programme and the interpretations by the geotechnical experts.

Keywords: Test Embankment, Instrumentation, Consolidation, Residual Soil

NUMERICAL ASSESSMENT OF SEISMIC BEHAVIOUR OF A PRESSURISED BURIED GAS PIPELINE USING RS2

Maryam ALRUBAYE
Ministry of Oil, Oil Projects Company, Design Division, Department of Civil Engineering, Baghdad, Iraq
ORCID: 0009-0003-9453-4360
Mahmut ŞENGÖR
Çankaya University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 06815 Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5029-687X
Ahmed ALAHMAD
Al Karkh University of Science, College of Remote Sensing and Geophysics, Department of Remote Sensing, Baghdad, Iraq

ABSTRACT

This study presents a detailed numerical investigation of the seismic response of a single internally pressurised buried steel pipeline subjected to earthquake-induced ground motion. A two-dimensional finite-element model was developed using Rocscience RS2 to simulate soil–pipe interaction under horizontal pseudo-static seismic loading, with internal gas pressure applied to represent realistic operating conditions. The modelling framework allows direct evaluation of force development and deformation patterns along the full circumference of the pipe wall.

A systematic parametric study was carried out by varying one governing parameter at a time while keeping the others constant. The analysed parameters include burial depth (1–5 m), pipeline diameter (8–56 in.), groundwater table level (1.4–20 m), peak ground acceleration (0.1–0.6 g), ground slope (positive and negative directions), and soil type (clayey, sandy, and heterogeneous). The seismic performance of the pressurised pipeline was quantified in terms of maximum shear force and horizontal displacement around the pipe perimeter. RS2 outputs were post-processed using Microsoft Excel and AutoCAD to obtain high-resolution displacement profiles and to track the deformation of the pipeline relative to its initial configuration.

The results show that internal pressure significantly affects the seismic behaviour of a buried pipeline by increasing its radial stiffness and enhancing soil–pipe interaction forces. Compared with an empty pipeline, the pressurised pipe develops higher shear forces but exhibits a more uniform and stable displacement pattern, indicating a stiffer structural response under seismic loading. Increasing burial depth and pipeline diameter leads to higher force and displacement demand, while shallow groundwater conditions amplify horizontal movements due to reduced effective stress and soil stiffness. Ground slope also plays a critical role, with positive (upslope) seismic directions producing the largest displacements and force concentrations.

Overall, the study demonstrates that finite-element modelling using RS2 provides a reliable and physically consistent approach for evaluating the seismic performance of a single pressurised buried pipeline under a wide range of geotechnical and seismic conditions.

Keywords: Buried gas pipeline, Internal pressure, Seismic loading, Finite element method (FEM), Soil–pipeline interaction, RS2.

THE WEAKNESSES OF YADAV ET AL.'S SYMMETRIC KEY-BASED AUTHENTICATION AND KEY AGREEMENT SCHEME FOR FOG AND DEW COMPUTING

Ping Yu
Chinese Culture University,
Deptartment of Information Management, Taipei, Taiwan, R.O.C.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-0572-7582

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Due to the rapid development of network technologies, fog and dew computing have been widely adopted in various activities. In fog computing, data are processed by fog nodes in the client-server model. The dew computing adds a dew server between the client and the server to enable local processing when the network is unavailable. Both models offer reduced latency and high availability. Recently, these computing models have been implemented across various Internet of Things (IoT) domains, including healthcare and smart cities. IoT devices are constrained in terms of resources and battery, with sensitive information. It is imperative to develop highly efficient security protocols that mitigate potential breaches and ensure robust protection, particularly in terms of confidentiality, mutual authentication, anonymity, unlinkability, and perfect forward secrecy.

Materials and Methods: Although considerable work has been done concerning security issues, they have not been thoroughly investigated. Many scholars have proposed a series of authentication protocols to support authentication and ensure the security of access and communication. We find that Yadav et al. proposed a symmetric key-based authentication and key agreement scheme to secure authentication in IoT networks for fog and dew computing.

Results: However, we found that Yadav et al.'s scheme is vulnerable to attacks, such as compromising the privacy and anonymity of the Tag location. If an attacker compromises the secret from the IoT tag and intercepts the message in the public wireless channel, they can obtain the data of the tags.

Discussion and Conclusion: By incorporating a feasible and straightforward modification into Yadav et al.'s scheme, the modified scheme can effectively protect the new identity against attacks. In this paper, we discuss the weaknesses of this scheme and propose a simple modification of their scheme with improved efficiency for future applications.

Key Words: IoT; Fog computing; Dew computing; Authentication; Key agreement; Symmetric key; Cloud server

RISK MANAGEMENT AND INTERNAL CONTROL IN THE PUBLIC SECTOR IN KOSOVO

Dr.Sc.Agim BERISHA
Ministry of Agriculture, Forestry and Rural Development,
Internal Audit Unit- Director of Internal Audit- Kosovo

Abstract
This paper deals with risk management and internal control in the public sector in Kosovo. Risk management is the action or practice of dealing with risk. It includes planning for potential risks, identifying risks, analyzing risks, developing response strategies, and monitoring and controlling risks in order to determine how much they have changed (Kerzner, 2009). While, internal control means the process carried out by the management and personnel of the entity, established to address risks and provide reasonable assurance regarding the achievement of results in the realization of the public interest and the objectives of the entity. Based on this, Public Internal Financial Control applies to all budgetary organizations in Kosovo that spend public money, use public resources or benefit from public guarantees (ministries, municipalities, state-owned enterprises and independent agencies, including specifically public agencies that generate their own revenues). Risk management is necessary for every enterprise as this action or practice highlights the strengths and weaknesses of each sector and thus makes it easier to manage and prevent risks if they exist. During the risk management process, managers go through different stages to be as open and efficient as possible in carrying out their work, so that the departments they work in, but also other departments, are protected from internal and external risks (Beers, 2018). Risks reflect uncertainty towards achieving planned results. To obtain reasonable assurance that objectives can be achieved with value for money and to protect operations from unacceptable risks, management must create the conditions and determine the necessary tools to assess, prioritize and make decisions before undertaking any activity. Risk management is the overall process of identifying, evaluating and monitoring risks and implementing the necessary controls to keep exposure to risk at an acceptable level.
In this paper, the main purpose consists of analyzing risk management and internal control in the public sector in Kosovo. In this study, analysis methods, tabular and graphical as well as comparative methods will be used to achieve the objectives. Through this study, we consider that the results and recommendations given will be taken into consideration by the relevant institutions.
Keywords: Risk, risk management, public sector, internal control.

THE 1,2,3-TRIAZOLE SCAFFOLD IN MEDICINAL CHEMISTRY: A REVIEW OF SYNTHETIC INNOVATIONS AND THERAPEUTIC APPLICATIONS

ABUBAKAR HALLİRU
Department of Chemistry, Faculty of Natural and Applied Sciences, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Nigeria
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-3500-2802
ABUBAKAR SANİ
Department of Chemistry, Faculty of Natural and Applied Sciences, Umaru Musa Yar'adua University, Katsina, Nigeria
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5296-9564

ABSTRACT
The 1,2,3-triazole scaffold is a key structure in drug discovery, valued for its favorable drug-like properties, metabolic stability, and ability to mimic important pharmacophores. This review thoroughly explores advances in its synthesis, from basic "click" chemistry to modern, sustainable methods, and its growing therapeutic uses. We critically evaluate its role as a core pharmacophore in developing new antimicrobial, anticancer, antiviral, and antiparasitic agents, highlighting how its strategic application helps overcome resistance and improve drug properties. The combination of innovative synthesis and biological testing speeds up lead optimization, establishing the 1,2,3-triazole as an essential tool in meeting unmet medical needs and shaping future treatments.

EPİLEPSİ HAKKINDA DÜŞÜNME ÖLÇEĞİNİN TÜRKÇE PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Fulya Merve KOS
Faculty of Health Science, Nursing Department, Bilecik Seyh Edebali University, 11100 Merkez, Bilecik
ORCID: 0000-0002-3264-4586
Aslı AKDENİZ KUDUBEŞ
Faculty of Health Science, Nursing Department, Bilecik Seyh Edebali University,11100, Merkez, Bilecik
ORCID: 0000-0002-0911-8182
Murat BEKTAŞ
Faculty of Nursing, Pediatric Nursing Department, Dokuz Eylul University, 35130, Narlıdere, İzmir
ORCID: 0000-0003-3327-8204
Dijle AYAR
Faculty of Health Science, Pediatric Nursing Department, Alanya Alaaddin Keykubat University, 07425, Alanya, Turkey
ORCID: 0000-0001-5196-2355

ÖZET

Giriş: Epilepsi, nörolojik sistem hastalıkları içerisinde en yaygın görülen kronik hastalıktır. Çocukların aileleri dışında en önemli sosyal çevrelerini okul yaşantısı oluşturmaktadır. Nöbet sırasında çocuğun güvenliğinin ve öz yönetimin sağlanmasından ilk sorumlu kişiler akranlarıdır. Akranların epilepsiyi bilme, yönetme ve önleyici tedbirleri alma konusunda yeterli bilgiye ve epilepsiye yönelik olumlu bir tutuma sahip olmaları çok önemlidir.

Amaç: Bu çalışmanın amacı; Epilepsi Hakkında Düşünme Ölçeği'nin Türkiye'deki psikometrik özelliklerini test etmektir.

Yöntem: Bu araştırma, Bilecik İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı ortaokulları arasından basit rastgele örnekleme yöntemi ile seçilen "Osmangazi Ortaokulu, Dursun Fakıh İmam Hatip Ortaokulu, Murat Hüdavendigar Ortaokulu, Bilecik 700. Yıl Ortaokulu, Bilecik Edebali Ortaokulu, Osmangazi Ortaokulu" okullarında öğrenim gören 11-14 yaş aralığındaki 641 ortaokul öğrencisi ile Ekim 2025-Ocak 2026 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Etik kurul izni ve kurum izni alındıktan sonra çalışmanın verileri, "Tanımlayıcı Bilgi Formu" ve "Epilepsi Hakkında Düşünme Ölçeği" kullanılarak toplanmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde; Tanımlayıcı verilerin analizi sayı, yüzde ve ortalamalar ile, ölçeğin psikometrik analizinde ise; kapsam geçerlilik analizi, faktör analizi, Cronbach α, madde toplam korelasyonu, iki yarıya bölme yöntemi kullanılmıştır.

Bulgular: Ölçek, araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan ve araştırmaya katılmak için yazılı onam veren 641 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin %70'i (n=352) kız olup yaş ortalaması 11.89+/-1.38'dir. Analiz sonucunda ölçek, "Epilepsiye Yönelik Bilgi Ölçeği (Knowledge Toward Epilepsy Scale)" ve "Epilepsiye Yönelik Tutum Ölçeği (Attitudes Toward Epilepsy Scale)" olarak iki ayrı ölçeğe ayrılmıştır. Öğrencilerin epilepsili öğrencilere yönelik tutumlarını içeren ölçek "Epilepsiye Yönelik Tutum Ölçeği" tek alt boyut olup 8 maddeden oluşmaktadır. Ölçekten elde edilecek toplam puan 8-40 puan arasında değişmektedir, ölçekten alınan puanın artması öğrencilerin epilepsi ile ilişkili tutumlarının arttığını göstermektedir. Öğrencilerin epilepsiye yönelik bilgilerini içeren ölçek "Epilepsiye Yönelik Bilgi Ölçeği" ise dört alt boyut [birinci alt boyut; epilepsi (nedir, türleri, nedenleri) (7 madde), ikinci alt boyut; epilepsi (belirti) (2 madde), 3. alt boyut; ilk yardım (2 madde) ve dördüncü alt boyut; tanı ve tedavi (6 madde)] ve toplamda 17 maddeden oluşmaktadır. Ölçekten elde edilecek toplam puan 17-85 puan arasında değişmektedir, ölçekten alınan puanın artması öğrencilerin epilepsi ile ilişkili bilgilerinin arttığını göstermektedir. Ölçekler beşli likert tipinde

ölçüm araçlarıdır. Epilepsiye Yönelik Bilgi Ölçeği' nin toplam Cronbach alfa katsayısı 0.89 olup, alt boyut Cronbach alfa değerleri sırasıyla; birinci alt boyut 0.95, ikinci alt boyut 0.99, üçüncü alt boyut 0.98 ve dördüncü alt boyut 0.84'tür. Madde toplam puan korelasyonları 0.312 ve 0.780 arasında değişmektedir ($p<0.05$). Açımlayıcı faktör analizi, sonucunda dört alt boyutlu ölçeğin toplam varyansın %72'sini açıkladığı ve madde faktör yüklerinin 0.387 ile 0.995 arasında değiştiği bulunmuştur. Epilepsiye Yönelik Tutum Ölçeği'nin toplam Cronbach alfa katsayısı 0.90'dır. Madde toplam puan korelasyonları 0.398 ve 0.764 arasında değişmektedir ($p<0.05$). Açımlayıcı faktör analizi, sonucunda tek alt boyutlu ölçeğin toplam varyansın %56'sını açıkladığı ve madde faktör yüklerinin 0.492 ile 0.972 arasında değiştiği bulunmuştur. Yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda uyum İndeksleri 0.90'dan büyük, RMSEA değeri .08'den küçük bulunmuştur.

Tartışma ve Sonuç: Ölçeğin Türkçe versiyonunun Cronbach alfa değeri orijinal ölçeğe benzer şekilde yüksek çıkmıştır. Ölçeğin Türkçe uyarlaması orijinal ölçeğe benzer olup kültürel eşdeğerlik sağlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Epilepsi Hakkında Düşünme Ölçeği'nin Türkçe versiyonu geçerli ve güvenilir bir ölçme aracıdır. Bu ölçek, öğrencilerin epilepsi bilgi ve tutumlarına ilişkin evrensel unsurları ve kullanıcı dostu yapısı nedeniyle Türk toplumunda gelecekte yapılacak çalışmalarda kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: Epilepsi, Düşünme, Bilgi, Tutum

INVESTIGATION OF TURKISH PSYCHOMETRIC PROPERTIES OF THE THINKING ABOUT EPILEPSY QUESTIONNAIRE

ABSTRACT

Introduction: Epilepsy is the most common chronic disease among neurological disorders. Apart from their families, children's most important social environment is their school life. Their peers are the first people responsible for ensuring the child's safety and self-management during a seizure. It is crucial that peers have sufficient knowledge about epilepsy, its management, and preventive measures, as well as a positive attitude towards epilepsy.

Objective: The aim of this study is to test the psychometric properties of the Thinking About Epilepsy Questionnaire in Turkey.

Method: This research was conducted in the middle schools of Bilecik, which were selected by simple random sampling from among the middle schools affiliated with the Bilecik Provincial Directorate of National Education: "Osmangazi Middle School, Dursun Fakıh Imam Hatip Middle School, Murat Hüdavendigar Middle School, Bilecik 700th Year Middle School, Bilecik Edebali Middle School, and Osmangazi Middle School" between October 2025 and January 2026. After obtaining ethical committee approval and institutional permission, the study data were collected using the "Descriptive Information Form" and the "Thinking About Epilepsy Questionnaire ." In the evaluation of the data, descriptive data analysis was performed using numbers, percentages, and averages, while psychometric analysis of the scale included content validity analysis, factor analysis, Cronbach's α, item-total correlation, and split-half method.

Findings: The scale was administered to 641 students who met the inclusion criteria for the study and provided written consent to participate. Seventy percent (n=352) of the students participating in the study were female, with a mean age of 11.89+/-1.38. As a result of the analysis, the scale was divided into two separate scales: the "Knowledge Toward Epilepsy Scale" and the "Attitudes Toward Epilepsy Scale." The scale measuring students' attitudes toward students with epilepsy, the "Attitudes Toward Epilepsy Scale," consists of a single sub-dimension and 8 items. The total score obtained from the scale ranges from 8 to 40 points; a higher score indicates an increase in students' attitudes related to epilepsy. The scale measuring students' knowledge about epilepsy, the "Epilepsy Knowledge Scale," has four subscales [first subscale: epilepsy (what it is, types, causes) (7 items), second subscale: epilepsy (manifestation) (2 items), third sub-dimension; first aid (2 items), and fourth sub-dimension; diagnosis and

treatment (6 items)] and consists of 17 items in total. The total score obtained from the scale ranges from 17 to 85 points, and an increase in the score obtained from the scale indicates an increase in students' knowledge related to epilepsy. The scales are five-point Likert-type measurement tools. The total Cronbach's alpha coefficient of the Epilepsy Knowledge Scale is 0.89, and the Cronbach's alpha values of the subdimensions are, respectively, 0.95 for the first subdimension, 0.99 for the second subdimension, 0.98 for the third subdimension, and 0.84 for the fourth subdimension. Item-total score correlations ranged from 0.312 to 0.780 ($p<0.05$). Exploratory factor analysis revealed that the four-subscale scale explained 72% of the total variance, and item factor loadings ranged from 0.387 to 0.995. The total Cronbach's alpha coefficient of the Epilepsy Attitude Scale is 0.90. Item-total correlations range from 0.398 to 0.764 ($p<0.05$). Exploratory factor analysis revealed that the single-dimension scale explained 56% of the total variance, with item factor loadings ranging from 0.492 to 0.972. Confirmatory factor analysis yielded fit indices greater than 0.90 and an RMSEA value less than 0.08.

Discussion and Conclusion: The Cronbach's alpha value of the Turkish version of the scale was high, similar to the original scale. The Turkish adaptation of the scale is similar to the original scale, and cultural equivalence has been achieved. According to the results of this study, the Turkish version of the Thinking About Epilepsy Questionnaire is a valid and reliable measurement tool. Due to its universal elements regarding students' knowledge and attitudes about epilepsy and its user-friendly structure, this scale can be used in future studies in Turkish society.

Keywords: Epilepsy, Thinking, Knowledge, Attitude

AKRANLARA YÖNELİK EPİLEPSİ ÖZ YÖNETİM ÖLÇEĞİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE PSİKOMETRİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Fulya Merve KOS
Faculty of Health Science, Nursing Department, Bilecik Seyh Edebali University, 11100, Merkez, Bilecik
ORCID: 0000-0002-3264-4586

Dijle AYAR
Faculty of Health Science, Pediatric Nursing Department, Alanya Alaaddin Keykubat University, Alanya, Turkey, 07425
ORCID: 0000-0001-5196-2355

Murat BEKTAŞ
Faculty of Nursing, Pediatric Nursing Department, Dokuz Eylul University, İzmir, Turkey, 35130 Narlıdere, İzmir
ORCID: 0000-0003-3327-8204

Aslı AKDENİZ KUDUBEŞ
Faculty of Health Science, Nursing Department, Bilecik Seyh Edebali University, 11100, Merkez, Bilecik
ORCID: 0000-0002-0911-8182

ÖZET

Giriş: Epilepsi, nörolojik sistem hastalıkları içerisinde en yaygın görülen kronik hastalıktır. Çocukların aileleri dışında en önemli sosyal çevrelerini okul yaşantısı oluşturmaktadır. Nöbet sırasında çocuğun güvenliğinin ve öz yönetimin sağlanmasından ilk sorumlu kişiler akranlarıdır. Çoğu kez epilepsisi olan çocukların nöbet geçirdikleri zaman ortaya çıkan ani kontrol kayıplarına öğrenciler tanık olmakta ve bu durumdan korku duymaktadırlar. Akranların epilepsiyi bilme, yönetme ve önleyici tedbirleri alma konusunda yeterli öz yönetime sahip olmaları çok önemlidir.

Amaç: Bu çalışmanın amacı; akranların epilepsi öz yönetiminin sağlanmasını amaçlayan bir ölçme aracının geliştirilmesi ve Türkçe psikometrik özelliklerinin incelenmesidir.

Yöntem: Bu araştırma, Bilecik İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı ortaokulları arasından basit rastgele örnekleme yöntemi ile seçilen "Osmangazi Ortaokulu, Dursun Fakıh İmam Hatip Ortaokulu, Murat Hüdavendigar Ortaokulu, Bilecik 700. Yıl Ortaokulu, Bilecik Edebali Ortaokulu, Osmangazi Ortaokulu" okullarında öğrenim gören 11-14 yaş aralığındaki 505 ortaokul öğrencisi ile Ekim 2025-Ocak 2026 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Etik kurul izni ve kurum izni alındıktan sonra çalışmanın verileri, "Tanımlayıcı Bilgi Formu" ve "Akranlara Yönelik Epilepsi Öz Yönetim Ölçeği" kullanılarak toplanmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde; Tanımlayıcı verilerin analizi sayı, yüzde ve ortalamalar ile, ölçeğin psikometrik analizinde ise; kapsam geçerlilik analizi, faktör analizi, Cronbach α, madde toplam korelasyonu, iki yarıya bölme yöntemi kullanılmıştır.

Bulgular: Ölçek, araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan ve araştırmaya katılmak için yazılı onam veren 505 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin %59'u (n=296) kız olup yaş ortalaması 12.07+/-1.38'dir. Analiz sonucunda ölçek, "Akranlara Yönelik Epilepsi Öz Yönetim Ölçeği (Epilepsy Self-Management Scale For Peers)"; öğrencilerin nöbet öncesi öz yönetimlerini içeren birinci alt boyut (4 madde), öğrencilerin nöbet sonrası öz yönetimlerini içeren ikinci alt boyut (2 madde) ve öğrencilerin nöbet sırası öz yönetimlerini içeren üçüncü alt boyut (6 madde) olmak üzere toplamda 12 madde ve 3 alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçekten elde edilecek toplam puan 12-60 puan arasında değişmektedir, ölçekten alınan puanın artması akranların epilepsiye yönelik öz yönetimlerinin arttığını göstermektedir.

Ölçek beşli likert tipinde bir ölçüm aracıdır. Ölçeğin toplam Cronbach alfa katsayısı 0.85 olup alt boyut Cronbach alfa değerleri sırasıyla; birinci alt boyut 0.85, ikinci alt boyut 0.80, üçüncü alt boyut 0.65'dir. Madde toplam puan korelasyonları 0.315 ve 0.509 arasında değişmektedir ($p<0.05$). Açımlayıcı faktör analizi, sonucunda üç alt boyutlu ölçeğin toplam varyansın %40 ını açıkladığı ve madde faktör yüklerinin 0.382 ile 0.866 arasında değiştiği bulunmuştur. Yapılan doğrulayıcı faktör analizi sonucunda uyum İndeksleri 0.90'dan büyük, RMSEA değeri .08'den küçük bulunmuştur.

Tartışma ve Sonuç: Geliştirilen ve Türkçe psikometrik özellikleri incelenen Akranlara Yönelik Epilepsi Öz Yönetim Ölçeği geçerli ve güvenilir bir ölçme aracıdır. Bu ölçme aracı kullanılarak akranların epilepsiyi bilme, yönetme ve önleyici tedbirleri alma konusunda yeterli bilgiye sahip olup olmadıkları ve epilepsi öz yönetimi değerlendirilebilir. Bu ölçek, akranların epilepsi bilgi ve tutumlarına ilişkin evrensel unsurları ve kullanıcı dostu yapısı nedeniyle Türk toplumunda gelecekte yapılacak çalışmalarda kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: Epilepsi, Akran, Öz Yönetim

DEVELOPMENT OF AN EPILEPSY SELF-MANAGEMENT SCALE FOR PEERS AND EXAMINATION OF ITS PSYCHOMETRIC PROPERTIES

ABSTRACT

Introduction: Epilepsy is the most common chronic disease among neurological disorders. Apart from their families, children's most important social environment is their school life. Their peers are the first people responsible for ensuring the child's safety and self-management during a seizure. Students often witness the sudden loss of control that occurs when children with epilepsy have a seizure and feel afraid of this situation. It is very important for peers to have sufficient self-management skills in terms of knowing about epilepsy, managing it, and taking preventive measures.

Objective: The aim of this study is to develop a measurement tool aimed at ensuring peer self-management of epilepsy and to examine its psychometric properties in Turkish.

Method: This research was conducted in middle schools affiliated with the Bilecik Provincial Directorate of National Education, selected using simple random sampling: "Osmangazi Middle School, Dursun Fakıh Imam Hatip Middle School, Murat Hüdavendigar Middle School, Bilecik 700th Year Middle School, Bilecik Edebali Middle School, and Osmangazi Middle School" between October 2025 and January 2026. After obtaining ethical committee approval and institutional permission, the study data were collected using the "Descriptive Information Form" and the "Epilepsy Self-Management Scale For Peers." In the evaluation of the data, descriptive data analysis was performed using numbers, percentages, and averages, while psychometric analysis of the scale included content validity analysis, factor analysis, Cronbach's α, item-total correlation, and split-half method.

Findings: The scale was administered to 505 students who met the inclusion criteria for the study and provided written consent to participate. Fifty-nine percent (n=296) of the students participating in the study were female, with a mean age of 12.07+/-1.38. As a result of the analysis, the scale, "Epilepsy Self-Management Scale For Peers"; consisting of a total of 12 items and 3 subscales: the first subscale (4 items) covering students' self-management before seizures, the second subscale (2 items) covering students' self-management after seizures, and the third subscale (6 items) covering students' self-management during seizures. The total score obtained from the scale ranges from 12 to 60 points; an increase in the score indicates an increase in peers' self-management of epilepsy. The scale is a five-point Likert-type measurement tool. The total Cronbach's alpha coefficient of the scale is 0.85, and the Cronbach's alpha values of the subscales are as follows: first subscale 0.85, second subscale 0.80, third subscale 0.65. Item-total correlations range from 0.315 to 0.509 ($p<0.05$). Exploratory factor analysis revealed that the three-subscale scale explained 40% of the total

variance, and item factor loadings ranged from 0.382 to 0.866. Confirmatory factor analysis yielded fit indices greater than 0.90 and an RMSEA value less than 0.08.
Discussion and Conclusion: The Epilepsy Self-Management Scale For Peers, which was developed and whose psychometric properties were examined in Turkish, is a valid and reliable measurement tool. Using this measurement tool, it is possible to assess whether peers have sufficient knowledge about epilepsy, its management, and preventive measures, as well as their epilepsy self-management. Due to its universal elements regarding peers' knowledge and attitudes about epilepsy and its user-friendly structure, this scale can be used in future studies in Turkish society.
Keywords: Epilepsy, Peer, Self-Management

A CENTRAL MARBLE SLAB IN THE BAPTISMAL COURTYARD AT THE BAPTISM SITE (AL-MAGHTAS): AN ARCHITECTURAL–LITURGICAL INTERPRETATION FROM THE BYZANTINE PERIOD

By Mohammed Waheeb
Professor in Archaeology; Department of Sustainable Tourism, Queen Rania Faculty of Archaeology Heritage, & Tourism (QRFTH), The Hashemite University.

Abstract

This paper presents an architectural–liturgical analysis of a distinctive marble slab located at the center of a paved courtyard at the end of a ritual stairway leading from John the Baptist church to the Jordan River at the Baptism Site (Bethany Beyond the Jordan). The slab differs in size and placement from the surrounding pavement and lies on a direct visual axis toward the river before turning its courses . The study proposes that this element was not random or purely structural, but was deliberately designed as a silent architectural marker intended to designate a ritual standing place associated in early Christian memory with the location of Christ's baptism. The paper employs spatial and dimensional analysis, along with architectural comparison, to explore how religious memory was embodied in Byzantine architecture without reliance on inscription or ornament.

The Baptism Site represents one of the most significant locations associated with early Christian baptismal tradition. Previous archaeological studies have focused primarily on the site's general layout and its ecclesiastical and hydraulic structures. However, certain individual architectural elements particularly those lacking inscriptions or decorative features have received limited focused analysis. Among these is a marble slab positioned at the center of a baptismal courtyard at the termination of a clearly defined descending route from John the Baptist church toward the Jordan River.

This slab is distinguished by its larger dimensions and material quality in comparison with the surrounding pavement, as well as by its central placement within the courtyard and its alignment along a direct visual axis to the river. The absence of inscriptions or explicit symbolic markers suggests an intentional reliance on spatial expression rather than textual or decorative communication. This distinction gains further significance in light of historical accounts that associate this area with the traditional location where Christ stood during his baptism by John the Baptist.

An examination of the slab's dimensions, approximately 105 × 95 cm, reveals a close correspondence with the human scale of stationary standing rather than movement or circulation. Such dimensions direct the body toward pause and stability, consistent with a ritual standing function within a liturgical procession. No established symbolic numerical meaning is associated with these measurements, reinforcing the interpretation that significance lies in the act and location rather than in numerical symbolism.

Comparative analysis with other Byzantine baptismal sites in the Jordan Valley and historical Palestine situates similar items within a broader architectural tradition in which silent central elements were employed to mark significant ritual locations through variation in size or material rather than through inscriptions or monumental markers. This approach reflects a Byzantine understanding of religious memory as a spatial and bodily experience enacted within architecture.

This study in this phase does not seek to establish a definitive historical identification of the precise spot where Christ stood during the baptism. Rather, it examines how Byzantine architects materialized religious memory through architectural means. The evidence suggests a deliberate architectural intention to emphasize a specific ritual standing point using centrality, dimensional distinction, and visual alignment instead of explicit symbolic representation. The central marble slab at the Baptism Site may thus be understood as a silent architectural–

liturgical marker, designed to articulate a sacred moment through space, movement, and embodied experience rather than through ornament or text.

Keywords: Byzantine, Jordan, Church, Marble Slab, Baptism

THE GLOBAL IMPACT OF THE DISCOVERY OF THE BAPTISM SITE ON THE EASTERN BANK OF THE JORDAN RIVER

By Mohammed Waheeb
Professor in Archaeology; Department of Sustainable Tourism, Queen Rania Faculty of Archaeology Heritage, & Tourism-Jordan (QRFTH), The Hashemite University.

Abstract
The discovery of the Baptism Site on the eastern bank of the Jordan River has had a profound and far-reaching global impact. It is directly linked to one of the most significant events in Christian heritage—the Baptism of Jesus Christ. The importance of this discovery extends beyond local and regional boundaries, contributing to the reshaping of Christian pilgrimage routes, influencing international tourism policies, and fostering a global movement to protect religious heritage of exceptional human value.
At the global level, the recognition of the Baptism Site as the true location of Christ's baptism has transformed Christian pilgrimage routes. The site has become a crucial part of pilgrimage programs recognized by churches and religious institutions worldwide. This has led to an increase in the number of pilgrims from Europe, North America, Latin America, and Southeast Asia, who visit either as part of organized tours or individually. This shift has brought the site to the forefront of global religious awareness, emphasizing the importance of visiting original religious sites tied to key historical events.
In addition, the discovery has redirected international religious tourism, bringing Jordan into the global religious tourism map. International travel agencies and tourism boards have integrated the site into Christian pilgrimage circuits in the Middle East. This has not only diversified the global religious tourism offering but also reduced the concentration of such tourism in a limited number of destinations, aligning with principles of sustainable tourism and the fair distribution of economic benefits.
The discovery has also had a direct influence on the stance of global Christian denominations, which have adopted the site as the official location for the Baptism of Jesus. Annual religious visits and pilgrimages have been organized, reinforcing a shared spiritual and symbolic connection across different Christian sects. This has contributed to a greater unity in religious discourse surrounding the site, fostering values of religious cooperation and cultural dialogue.
Academically, the discovery has sparked a renewed interest in historical, theological, and archaeological research. The Baptism Site has been incorporated into educational curricula and research programs related to early Christian history, encouraging interdisciplinary studies that bring together archaeology, religious studies, historical geography, and heritage management. This has enhanced the site's status as a reliable source of knowledge and deepened the understanding of the region’s pivotal role in the development of monotheistic religions.
The international recognition of the Baptism Site has also played a crucial role in strengthening global efforts to protect religious heritage sites. Legal and administrative frameworks have been established to ensure the preservation of the site, ensuring its sustainability for future generations. The site serves as a model for cooperation between national and international institutions in heritage site management, aligned with international standards for the protection of both cultural and natural heritage.
In conclusion, the discovery of the Baptism Site on the eastern bank of the Jordan River is not only a significant local and religious event but also a global turning point in the understanding of religious history, the management of spiritual tourism, and the preservation of shared human heritage. Its impact continues to resonate globally, fostering cultural dialogue, promoting religious pluralism, and solidifying Jordan's role as a key player in international efforts to protect and celebrate global heritage.
Keywords: Baptism, Global, Jordan River, Excavations, Tourism & Archaeology.

CURRENT ADVANCES AND FUTURE PROSPECTS IN CANCER IMMUNOTHERAPEUTICS

B. Monika
Department of Biotechnology, Faculty of Science and Humanities, SRM Institute of Science and Technology, Ramapuram Campus, Chennai – 600089, Tamil Nadu, India.
G. Priya
Department of Biotechnology, Faculty of Science and Humanities, SRM Institute of Science and Technology, Ramapuram Campus, Chennai – 600089, Tamil Nadu, India.
Murugesan Kamaraj
Department of Biotechnology, Faculty of Science and Humanities, SRM Institute of Science and Technology, Ramapuram Campus, Chennai- 600089, Tamil Nadu, India.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0111-8524

ABSTRACT:
Cancer, a malady characterized by unregulated cellular proliferation and aberrant growth, remains a leading cause of global mortality, second only to cardiovascular diseases. Notwithstanding advances in early detection methodologies, which have contributed to declining mortality rates across various cancer subtypes, the imperative for efficacious therapeutic interventions persists. Concomitant with elucidation of the molecular underpinnings of oncogenesis, cancer treatment paradigms have undergone a paradigm shift. A paramount objective of contemporary research is the development of treatment modalities that maximize therapeutic response rates while minimizing iatrogenic toxicity. In this context, immunotherapeutic strategies have ushered in a new epoch in oncology, offering promising avenues for cancer management. Immunotherapy has emerged as a pivotal therapeutic paradigm in the management of diverse hematological and solid malignancies. This modality can be dichotomized into passive and active immunotherapeutic approaches, contingent upon the nature of the elicited immune response. Passive immunotherapy entails the administration of exogenous agents, including lymphocytes, cytokines, or monoclonal antibodies, to augment extant anti-tumor immunity. Conversely, active immunotherapy encompasses strategies such as vaccination, non-specific immunomodulation, and targeted activation of immune effectors via engineered antigen receptors, thereby potentiating tumor-specific immune surveillance. Notwithstanding the efficacy of immunotherapeutic interventions, therapeutic outcomes are often constrained by immunosuppressive mechanisms, including intratumoral heterogeneity, impaired generation and functionality of tumor-specific $CD8^+$ T-cells, paucity of immunogenic neoantigens, and defective antigen processing/presentation pathway.
KEYWORDS: Cancer, Immunotherapy, Oncology, Tumor-specific immune surveillance, Monoclonal Antibodies, Passive Immunotherapy, Active immunotherapy

YETİŞKİN BAĞLANMA STİLLERİ, DUYGUSAL YEME VE KENDİNİ SUSTURMA ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Bedirhan GINALI
İstanbul Arel Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Psikoloji Programı
ORCID: 0009-0002-0107-7117
Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ONNAR
İstanbul Arel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü
ORCID: 0000-0003-3861-801X

ÖZET

Giriş ve Amaç:
Bağlanma kuramı, bireylerin erken dönem ilişki deneyimlerinin yetişkinlikteki duygu düzenleme süreçleri ve psikolojik işlevsellik üzerinde belirleyici bir rol oynadığını ileri sürmektedir. Bu çerçevede, yetişkin bağlanma stillerinin özellikle kaygılı ve kaçıngan boyutlarının çeşitli uyumsuz başa çıkma biçimleri ve duygusal düzenleme güçlükleriyle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Duygusal yeme, bireyin olumsuz duygularla başa çıkmak amacıyla yeme davranışına yönelmesi olarak tanımlanmakta ve psikolojik uyum açısından risk oluşturan işlevsiz bir düzenleme stratejisi olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın amacı, yetişkin bağlanma stilleri, ilişkilerde kendini susturma ve duygusal yeme arasındaki ilişkileri incelemektir. Kendini susturma, bireyin ilişkiyi sürdürme amacıyla kendi duygu ve ihtiyaçlarını bastırma eğilimi olarak tanımlanmakta ve ilişkisel bağlamda olumsuz duygusal süreçlerle ilişkili bir özellik olarak ele alınmaktadır.

Materyaller ve Yöntemler:
Araştırmaya, kolayda örnekleme yöntemiyle seçilen ve Türkiye'nin çeşitli illerinde yaşayan, 18 yaş ve üzeri toplam 406 gönüllü birey katılmıştır. Veri toplama sürecinde katılımcılara çevrimiçi ortamda Bilgilendirilmiş Onam Formu sunulmuş; ardından Demografik Bilgi Formu, Türkçe Duygusal Yeme Ölçeği, Yakın İlişkilerde Yaşantılar Envanteri-II ve Kendini Susturma Ölçeği uygulanmıştır. Elde edilen veriler, değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla korelasyon analizleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular:
Korelasyon analizleri sonucunda, kaygılı bağlanma ile kendini susturma arasında yüksek düzeyde, pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunurken; kaygılı bağlanmanın duygusal yeme ile orta düzeyde ve pozitif yönde anlamlı biçimde ilişkili olduğu görülmüştür. Kaçıngan bağlanma ile kendini susturma arasında orta düzeyde, pozitif yönde anlamlı bir ilişki saptanmış; kaçıngan bağlanma ile duygusal yeme arasındaki ilişkinin ise düşük düzeyde ancak istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kendini susturma ile duygusal yeme arasında orta düzeyde, pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Sonuç:
Elde edilen bulgular, yetişkin bağlanma stilleri, ilişkilerde kendini susturma ve duygusal yeme davranışı arasında anlamlı ilişkisel örüntüler bulunduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, duygusal yeme davranışının yalnızca bireysel değil, aynı zamanda ilişkisel bağlam ve duygu düzenleme süreçleriyle birlikte ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yetişkin bağlanma stilleri, duygusal yeme, kendini susturma

EXAMINATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ADULT ATTACHMENT STYLES, EMOTIONAL EATING, AND SELF-SILENCING

ABSTRACT

Introduction and Aim:

Attachment theory posits that individuals' early relational experiences play a determining role in emotional regulation processes and psychological functioning in adulthood. In this context, research has shown that adult attachment styles—particularly anxious and avoidant dimensions—are associated with various maladaptive coping strategies and difficulties in emotion regulation. Emotional eating is defined as the tendency to engage in eating behavior in response to negative emotions and is considered a dysfunctional regulation strategy that poses a risk to psychological adjustment.The aim of this study is to examine the relationships among adult attachment styles, self-silencing in relationships, and emotional eating. Self-silencing is defined as the tendency to suppress one's own emotions and needs in order to maintain a relationship and is conceptualized as a relational characteristic associated with negative emotional processes.

Materials and Methods:

The sample consisted of 406 volunteer individuals aged 18 and above, residing in various regions of Türkiye, who were recruited using convenience sampling. During the data collection process, participants were provided with an online Informed Consent Form, followed by the Demographic Information Form, the Turkish Emotional Eating Scale, the Experiences in Close Relationships Inventory-II, and the Self-Silencing Scale. The data were analyzed using correlation analyses to examine the relationships among the variables.

Results:

Correlation analyses revealed a strong, positive, and statistically significant relationship between anxious attachment and self-silencing. Anxious attachment was also found to be moderately and positively associated with emotional eating. A moderate, positive, and significant relationship was observed between avoidant attachment and self-silencing, whereas the relationship between avoidant attachment and emotional eating was low but statistically significant. In addition, self-silencing was moderately, positively, and significantly associated with emotional eating.

Conclusion:

The findings indicate that there are significant relational patterns among adult attachment styles, self-silencing in relationships, and emotional eating behavior. These results suggest that emotional eating should be considered not only as an individual phenomenon but also within the context of relational dynamics and emotion regulation processes.

Keywords: Adult attachment styles, emotional eating, self-silencing

TÜRKİYE KIYILARINDADENİZ KİRLİLİĞİNİN ELEKTRONİK ORTAMDA İZLENMESİ İÇİN TESİS EDİLEBİLECEK KABLOSUZ ALT YAPI SİSTEMLERİ

Doç. Dr. Tayfun ACARER
Piri Reis University, Maritime Vocational High School, Department of Maritime Transportation and Management, 34940, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0003-2407-5552
Dr. Öğr. Üyesi Murat SAKA
Piri Reis University, Maritime Vocational High School, Department of Maritime Transportation and Management, 34940, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8637-0736

ÖZET

Yüz yıllardır insanların yaşamlarında çok önemli yeri olan denizler, son yıllarda birçok ülkede atık alanı olarak kullanılmaktadır. Bunun sonucu son yıllarda denizlerin giderek kirlenmesi dünya ülkelerinin ortak sorunlarından biri olmuştur. Bu amaçla bugüne kadar IMO bünyesinde özel çalışma grupları kurulmuş ve birçok bağlayıcı kararlar alınmıştır.

Deniz kirliliği ile mücadelede farklı kaynaklı kirliliğin en kısa sürede tespiti çok önemlidir. Bunun için öncelikle kıyıdan belirli mesafelere deniz kirliliğini tespitini yapan sensörlerin yerleştirilmesi, daha sonra da bu sensörlerin ürettiği verileri kıyıda tesis edilecek merkezlere transfer edecek haberleşme ağının kurulması gerekmektedir. Sensör verilerinin karaya taşınması için iki farklı sistemin kullanılması mümkündür. Bunlardan ilki 4G, 5G gibi Mobil haberleşme sistemleridir. Özellikle 5G ile birlikte data haberleşmesinde hız ve gecikme süreçlerinde çok olumlu gelişmeler olmuş ve gecikme süresi ms'ler düzeyine yaklaşmıştır.

Deniz kirliliği bilgilerinin karaya iletilmesinde ikinci olarak deniz telsiz haberleşme sistemleri de kullanılabilir. Bu cihazlar farklı özelliklerde ve farklı haberleşme mesafelerine sahiptir. Bunlar içinde kısa mesafedeki datanın iletiminde en uygun olanı VHF telsiz sistemleridir. Türkiye'de Hopa'dan İskenderun'a kadarki sahil şeridindeki dağlara tesis edilen bu sistem ile kıyıdan 60-70 km. mesafelere kadar haberleşme yapmak mümkündür.

Söz konusu iki sistemin değerlendirilmesinde;

- 4G ve 5G Mobil haberleşme sistemlerindeki data hızının ve kapasitesinin deniz telsiz sistemlerine oranla daha fazla olduğu,
- Bu sistemler ile kıyıdan en fazla 3-4 km mesafeye kadar haberleşilirken, VHF sistemleri ile kıyıdan 60-70 km mesafeye kadar iletişim kurulabildiği,
- Mobil sistemler aracılığı ile 6-7 km mesafeden haberleşme yapabilmek için 700 veya 800 MHz bantlarının tercih edilmesi,
- Özellikle kırsal alanda Mobil haberleşme sistemlerinin kapsamında problemler yaşanabileceği,
- Deniz kirliliğine ilişkin verilerin çok büyük hacimde olmaması ve yüksek hız gerektirmeyeceği için, bu amaca en uygun sistemin VHF sistemi olduğu,
- Bunun için Türkiye kıyılarında ayrı bir VHF sisteminin tesis edilmesine gerek olmadığı, Türkiye'de Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü tarafından işletilen ve tüm kıyı şeridimizi kapsayan VHF şebekesinin bulunduğu,
- Bu nedenle hedeflenen sistem için öncelikle mevcut VHF alt yapısının kullanılması, kontrol edilmesi istenilen deniz alanı 5-6 km. ise, bu kapsama için Mobil sistemlerin de kullanılabileceği bir modelin geliştirilebileceği,
- Deniz kirliliğinin takip edileceği alanlara bu amaca yönelik sensörlerin yerleştirilmesi,
- Bu sensörlerde toplanan dataların belirtilen haberleşme sistemleri ile karada belirlenecek merkeze aktarılması,

- Bu dataların depolandığı bir Bilgisayar sistemi ve toplanan dataları değerlendirecek bir Yapay Zeka sisteminin tesis edilmesi,
- Yapay Zeka sistemindeki tespitlere göre bunun Dronlar aracılığı ile resimlendirilmesi ve pozisyon bilgisine göre hareket edecek ekipler, vb. yapılanmanın kurulması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Deniz Kirliliği, Mobil Haberleşme sistemleri, VHF Sistemi, Kirlilik Sensörleri, Telsiz Sistemleri

WIRELESS INFRASTRUCTURE SYSTEMS THAT CAN BE INSTALLED FOR ELECTRONIC MONITORING OF MARINE POLLUTION ALONG TURKEY'S COASTS

ABSTRACT

Seas, which have played a vital role in human life for centuries, have recently been used as dumping grounds in many countries. As a result, increasing marine pollution has become a common problem for countries around the world. To address this, special working groups have been established within the IMO, and many binding decisions have been made.

In combating marine pollution, the rapid detection of pollution from various sources is crucial. This requires, firstly, the placement of sensors that detect marine pollution at specific distances from the shore, and then the establishment of a communication network to transfer the data generated by these sensors to centers located on the shore. Two different systems can be used to transmit sensor data to land. The first is mobile communication systems such as 4G and 5G. Especially with 5G, there have been very positive developments in data communication speed and latency, with latency approaching milliseconds.

Secondly, marine radio communication systems can be used to transmit information about marine pollution to land. These devices have different features and communication ranges. Among these, VHF radio systems are the most suitable for transmitting data over short distances. In Turkey, this system, installed in the mountains along the coastline from Hopa to Iskenderun, makes it possible to communicate up to 60-70 km from the shore.

In evaluating the two systems in question:

- The data speed and capacity of 4G and 5G mobile communication systems are higher than those of marine radio systems,
- While these systems allow communication up to a maximum distance of 3-4 km from the shore, VHF systems allow communication up to a distance of 60-70 km from the shore,
- To be able to communicate over a distance of 6-7 km via mobile systems, 700 or 800 MHz bands are preferred,
- Problems may be experienced within the scope of mobile communication systems, especially in rural areas,
- Since the volume of data related to marine pollution is not very large and does not require high speed, the most suitable system for this purpose is the VHF system,
- There is no need to establish a separate VHF system on the Turkish coasts, as there is a VHF network operated by the General Directorate of Coastal Safety in Turkey covering our entire coastline.

Keywords: Marine Pollution, Mobile Communication Systems, VHF System, Pollution Sensors, Radio Systems

SİMÜLASYON EVRENİNDE SINIFSAL KİMLİKLERİN İNŞASI VE ÇÖZÜLÜMÜ: EVCİLİK (2024) FİLMİ ÜZERİNE GÖSTERGEBİLİMSEL BİR ANALİZ

Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Said TUĞCU
Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Görsel İletişim Tasarımı.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-0598-7097

Bu çalışmada Ümit Ünal'ın *Evcilik* (2024) filmi, Jean Baudrillard'ın simülasyon kuramı ve yapısalcı göstergebilimin ikili karşıtlıklar ilkesi ekseninde analiz edilmektedir. Film, Ege'de bir otele giden kentli Fırat ve Filiz çiftinin, ilişkilerindeki tıkanmayı aşmak amacıyla otel çalışanları Özkan ve Aysun'un şivelerini, davranış kodlarını ve yaşam pratiklerini bir oyun nesnesine dönüştürmesi üzerinden ilerlemektedir. Modern çağda performatifleşen evlilik ilişkilerinin sahicilik krizi, filmde sınıfsal ötekiyi taklit yoluyla aşılmaya çalışılan bir simülasyon alanına dönüşmektedir. Bu doğrultuda çalışmada Saussure'ün ikili karşıtlıklar yaklaşımı ve Barthes'ın anlamın betimleyici düzeyden ideolojik düzeye uzanan çok katmanlı yapısına dair yaklaşımı çerçevesinde, "şehirli/köylü" ve "gerçek/yapay" gibi karşıtlıkların filmde nasıl üretildiği ve yeniden dolaşıma sokulduğu tartışılmaktadır. Kentli karakterler için otel çalışanlarının yaşamı, Baudrillard'ın kavramsallaştırdığı simülasyon evreninde tüketilebilir bir temsil alanına indirgenirken, taklit edilen kimlik, deneyimlenebilir bir gerçeklikten ziyade geçici bir haz ekonomisinin nesnesi haline gelmektedir. Ancak süreç ilerledikçe bu oyun, masum bir eğlence olmaktan çıkarak sınıfsal kodların ve toplumsal maskelerin geçirgenliğini ifşa eden bir krize dönüşmektedir. Simülasyon, temsil ettiği gerçeklikle temas ettiğinde çatışma ortaya çıkmakta, taklit eylemi, taklit edenin kendi kimliğinde bir çözülmeye neden olmaktadır. Elde edilen bulgular, filmin modern bireyin kimlik arayışını, sınıfsal sınır ihlallerini ve bu ihlallerin tetiklediği ontolojik gerilimi temsil eden bir anlatı sunduğunu göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: *Evcilik*, simülasyon, göstergebilim, ikili karşıtlıklar, sınıf kimliği.

CONSTRUCTION AND DISSOLUTION OF CLASS IDENTITIES IN A SIMULATION UNIVERSE: A SEMIOTIC ANALYSIS OF *EVCİLİK* (2024)

This study analyzes Ümit Ünal's *Evcilik* (2024) through Jean Baudrillard's theory of simulation and the principle of binary oppositions in structuralist semiotics. The film follows the urban couple Fırat and Filiz, who travel to a hotel on the Aegean coast and turn the dialects, behavioral codes, and everyday practices of hotel employees Özkan and Aysun into objects of play in an attempt to overcome stagnation in their relationship. The crisis of authenticity in contemporary marriage, increasingly performative in modern society, transforms into a simulation space in which the urban subjects seek to transcend their condition by imitating the rural other. Within this framework, the study discusses how oppositions such as "urban/rural" and "real/artificial" are produced and recirculated in the film through Saussure's binary approach and Barthes's perspective on the multi-layered structure of meaning that extends from descriptive to ideological levels. For the urban characters, the lives of the hotel employees are reduced to a consumable field of representation in the simulation universe conceptualized by Baudrillard, and the imitated identity becomes an object of a temporary economy of pleasure rather than an experiencable reality. As the process unfolds, this game ceases to be an innocent form of entertainment and turns into a crisis that exposes the permeability of class codes and social masks. When the simulation encounters the reality it claims to represent, conflict emerges, and the act of imitation triggers a disintegration within the imitator's own sense of identity. The findings indicate that the film presents a narrative reflecting the modern individual's search for identity, the transgression of class boundaries, and the ontological tension generated by such transgressions.
Keywords: *Evcilik*, simulation, semiotics, binary oppositions, class identity.

ATIK LASTİKLER KULLANILARAK DARBE SÖNÜMLEYİCİ BARİYER TASARIMI VE ANALİZİ

Seyit Ali ÇENGEL
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Automotive Engineering, Ankara, Türkiye.
ORCID: 0009-0004-3405-8240
Turgay ERGİN
Gazi University, Faculty of Technology, Department of Automotive Engineering, Ankara, Türkiye.
ORCID: 0000-0002-6396-1277

ÖZET
Geleneksel otoyol bariyerleri, kaza anında araçlarda ve yolcularda ciddi yaralanma veya ölümlere neden olabilmektedir. Bu çalışma, çarpışma anında açığa çıkan yüksek kinetik enerjiyi maksimum düzeyde sönümleyerek araç üzerindeki deformasyonu ve can kaybı riskini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda, geri dönüşümü maliyetli olan katı atık otomobil lastikleri ile oluşan çevre kirliliğini önleyerek sürdürülebilirliği sağlamak bu çalışmanın diğer bir amacıdır. Tasarımı yapılan sönümleyici bariyer sistemi, dört adet yüksek yay sabiti ve sönüm oranına sahip sönümleyici mekanizmaların atık bir otomobil lastiğinin içerisine eşit açılarla yerleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Sönümleyici mekanizma, lastiğe bir kasnak ile kaynaklanarak yerleştirilmiştir. Lastikle birleştirilen sönümleyici sistemin bariyerin dış iskeleti ile bağlantısı bir mil ile yapılmış olup sönümleyici lastik de mile rulman ile bağlanarak bariyere gelen darbelerin bir kısmının mekanizmanın dönmesi ile birlikte azaltılması amaçlanmıştır. Tasarlanan bariyer sistemi üzerinde, sönümleyici sistemin etkinliğini hesaplayabilmek için öncelikle aracın bariyere çarpma anında aktardığı kuvvetler uygulanarak analiz yapılmış ve bariyer üzerindeki deformasyon miktarı, gerilme miktarı ve bariyere aktarılan enerji miktarı elde edilmiştir. Darbe sönümleyici sistem bariyere entegre edilerek aynı analizler tekrar edilmiş, sönümleyici sistemin bariyer üzerindeki deformasyon miktarını, gerilme miktarını ve aktarılan enerji miktarını hangi oranlarda azalttığı teorik olarak hesaplanmıştır. Sönümleyici sistemde kullanılan yay sabitinin artırılması sonucunda bariyere çarpan aracın bariyere uyguladığı kuvvetin yaklaşık %50 oranında azaldığı görülmüştür. Yapılan teorik hesaplamalar ve analiz sonuçlarına göre darbe sönümleyici sistemin bariyer üzerindeki deformasyon, gerilme ve aracın bariyere aktardığı enerjiyi ciddi oranlarda azalttığı görülmüştür. Sonuç olarak, tasarlanan bariyer sisteminin kaza anında aracın maddi hasarlarını azaltabileceği ve ölümlü ya da ağır yaralanmalı kazaların etkilerini azaltabileceği öngörülmüştür.
Anahtar Kelimeler: Atık lastik, sönümleyici bariyer, sönümleyici tasarımı, darbe sönümleme

DESIGN AND ANALYSIS OF IMPACT ABSORBER BARRIER USING WASTE TIRES

ABSTRACT
Conventional highway barriers can cause serious injury or fatalities to vehicles and passengers in the event of an accident. This study aims to minimize vehicle deformation and the risk of fatalities by maximizing the absorption of the high kinetic energy released during a collision. Another objective of this study is to ensure sustainability by preventing environmental pollution caused by the costly recycling of waste automobile tires. The designed absorber barrier system consists of four damping mechanisms with high spring constants and damping ratios, placed at equal angles inside a waste automobile tire. The absorber mechanism is welded to the tire with a pulley. The absorber system, integrated with the tire, is connected to the barrier's outer frame by a shaft, and the absorber tire is connected to the shaft with a bearing, aiming to reduce some

of the impacts on the barrier as the mechanism rotates. To calculate the effectiveness of the absorber system, the forces transmitted by the vehicle during impact with the barrier were first applied to the system for analysis, and the amount of deformation, stress, and energy transferred to the barrier were obtained. The same analyses were repeated by integrating the impact absorber system into the barrier, and the rates at which the damping system reduces the amount of deformation, stress, and energy transferred to the barrier were theoretically calculated. It was observed that increasing the spring constant used in the absorber system reduced the force applied by the vehicle hitting the barrier by approximately 50%. According to the theoretical calculations and analysis results, the impact absorber system significantly reduces the deformation, stress, and energy transferred by the vehicle to the barrier. In conclusion, it is predicted that the designed barrier system can reduce material damage to vehicles in the event of an accident and mitigate the effects of fatal or serious injury accidents.
Keywords: Waste tire, absorber barrier, damper design, impact damping

BİLSEM GÖRSEL SANATLAR ÖĞRETMENLERİNİN TPAB YETERLİKLERİ

Elif TUNCER
Gazi University, Institute of Educational Sciences, Division of Art Education, Ankara, Türkiye
ORCID: 0009-0006-0720-2643
Reyhan YÜKSEL GEMALMAYAN
Gazi University, Institute of Educational Sciences, Division of Art Education, Ankara, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7124-852X

ÖZET
Günümüz eğitiminde dijital teknolojilerin yaygınlaşması, öğretmenlerin teknolojik bilgi, pedagojik bilgi ve alan bilgisini bütünleştirerek kullanabilme yeterliklerini önemli hâle getirmiştir. Bu durum özel yetenekli öğrencilerin eğitim aldığı Bilim ve Sanat Merkezlerinde (BİLSEM) görev yapan öğretmenlerin yeterliklerinin belirlenmesini gerekli kılmıştır. Araştırma, BİLSEM'lerde görev yapan görsel sanatlar öğretmenlerinin dijital sanat uygulamaları kazanımlarının öğretiminde Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPAB) düzeylerini incelemeyi amaçlamaktadır. Nicel araştırma yöntemlerinden betimsel tarama modeliyle yürütülen çalışmada, Türkiye genelindeki 393 BİLSEM evren olarak kabul edilmiş; tabakalı örnekleme yöntemiyle seçilen 196 görsel sanatlar öğretmeni örneklemi oluşturmuştur. Veriler, "Görsel Sanatlar Öğretmenlerine Yönelik TPAB Öz-Yeterlik Ölçeği" ve araştırmacı tarafından hazırlanan Kişisel Bilgi Formu aracılığıyla çevrimiçi ortamda toplanmıştır. Verilerin analizinde SPSS 25 paket programı kullanılmıştır. Betimsel analiz, bağımsız örneklem t-testi ve Kruskal-Wallis H testi uygulanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen bulgular, öğretmenlerin genel TPAB düzeylerinin yüksek olduğunu göstermiştir. Teknolojik bilgi boyutunda erkek öğretmenler lehine anlamlı bir farklılık belirlenirken, pedagojik bilgi ve alan bilgisi boyutlarında cinsiyete göre anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Yaş değişkenine göre ise genç öğretmenlerin teknolojik bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, BİLSEM görsel sanatlar öğretmenlerinin TPAB yeterliklerinin genel olarak güçlü olduğu; ancak teknolojik bilgi düzeylerinde yaş ve cinsiyete bağlı farklılıkların devam ettiği ortaya konmuştur. Bu kapsamda, öğretmenlerin dijital yeterliklerini artırmaya yönelik uygulama temelli hizmet içi eğitimlerin desteklenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Görsel Sanatlar Eğitimi, BİLSEM, TPAB, Dijital Sanat, Öğretmen Yeterlikleri.
*Bu çalışma, Doç. Dr. Reyhan YÜKSEL GEMALMAYAN'ın danışmanlığında çalışılan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

TPAB COMPETENCIES OF BİLSEM VISUAL ARTS TEACHERS

ABSTRACT
The increasing use of digital technologies in visual arts education today has made it crucial for teachers to integrate and utilize technology, pedagogical knowledge, and subject matter expertise. This situation has made it necessary to determine the qualifications of teachers working in Science and Art Centers (BİLSEM) where gifted students receive education. This research aims to examine the levels of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) of visual arts teachers working in Science and Art Centers (BİLSEM) in teaching digital art applications. In this study, conducted using a descriptive survey model from quantitative research methods, 393 Science and Art Centers (BİLSEM) across Türkiye were considered as the population; and 196 visual arts teachers selected using stratified sampling constituted the sample. Data were collected online through the "TPAB Self-Efficacy Scale for Visual Arts Teachers" and a Personal Information Form prepared by the researcher. The SPSS 25 software

package was used for data analysis. Descriptive analysis, independent samples t-test, and Kruskal-Wallis H test were applied. The analysis results showed that teachers had high overall TPAB levels. While a significant difference was found in favor of male teachers in the dimension of technological knowledge, no significant difference was found according to gender in the dimensions of pedagogical knowledge and subject matter knowledge. In terms of age, it was observed that younger teachers had a higher level of technological knowledge. In conclusion, the study revealed that visual arts teachers at BİLSEM schools generally have strong TPAB (Technology, Culture, Arts, and Technology) competencies; however, age and gender-based differences in technological knowledge levels persist. In this context, it is recommended to support application-based in-service training programs aimed at improving teachers' digital competencies.

Keywords: Visual Arts Education, BİLSEM (Science and Art Centers), TPAB (Turkish Language and Literature Association), Digital Art, Teacher Competencies.

*This study is derived from a master's thesis supervised by Assoc. Doç. Dr. Reyhan YÜKSEL GEMALMAYAN.

GÜNEŞ PANELLERİNDE BUSBAR SAYISINDAN BAĞIMSIZ OTOMATİK HÜCRE SEGMENTASYONU İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ RLSA TABANLI BİR YAKLAŞIM

Ferdi DOĞAN
Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Adıyaman University, Adiyaman 02040, Türkiye
ORCID: 0000-0002-9203-697X

ÖZET
Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelim gün geçtikçe artmaktadır. Güneş enerjisi üretiminde kullanılan Fotovoltaik (PV) panellerin üretiminde kalite kontrol süreçleri de enerji üretiminde önemli bir yere sahiptir. Elektrolüminesans (EL), PV panel üretiminde panellerin görüntülerini almaya yarayan bir görüntüleme cihazıdır. Bu cihaz ile alınan görüntüler panelde yer alan hücrelerin kusurlarını ve kusur türlerini tespit etmek için kullanılmaktadır. Panel görüntüleri bir bütün olarak yer aldığından dolayı hücrelerin her birinin ayrı şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Paneller farklı busbar ve hücre sayılarına sahip olduklarından panelde yer alan hücrelerin ayrıştırılması gerekmektedir. Panel görüntülerinin farklı aydınlatma koşulları, ızgara yapısı, busbar sayısı sebebiyle hücrelerin otomatik olarak ayrıştırılması zorlu bir süreçtir. Bu çalışma ile farklı busbar ve hücre sayılarına sahip fotovoltaik panellerdeki hücrelerin bölütlenmesi için geliştirilmiş Run-Length Smoothing Algorithm (RLSA) tabanlı görüntü işleme yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntem ile morfolojik işlemler ve bağlı bileşen analizi ile desteklenerek panel hücrelerindeki sınırların belirginleştirilmesi ve hücre bölgelerinin güvenilir şekilde ayrıştırılması sağlanmaktadır. Çalışma için kullanılan 1000 görüntü üzerinde yapılan uygulamada %97.1 başarı oranına ulaşılmıştır. Başarısız olan örneklerin büyük bir bölümü ise düşük kontrast, homojen olmayan aydınlatma, bulanıklık gibi çekim kaynaklı hatalardan kaynaklandığı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar yüksek doğrulukla hücre bölütlemesini yapabildiği görülmüştür. Bu çalışma ile panel görüntülerinden hücre bölütlemesi yapılarak, hücre hasar sınıflandırma ve tespit modelleri için ölçeklenebilir bir veri kümesi oluşturulmasına katkı sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Elektrolüminesans (EL), fotovoltaik panel, hücre bölütleme, RLSA, görüntü işleme.

AN IMPROVED RLSA-BASED APPROACH FOR AUTOMATED CELL SEGMENTATION IN SOLAR PANELS, INDEPENDENT OF BUSBAR NUMBER

ABSTRACT
The trend towards renewable energy sources is increasing day by day. Quality control processes in the production of photovoltaic (PV) panels used in solar energy production also play a significant role. Electroluminescence (EL) imaging is a device used to capture images of PV panels during production. The images obtained with this device are used to detect defects and defect types in the cells within the panel. Since the panel images are presented as a whole, each cell must be evaluated separately. Because panels have different busbar and cell numbers, it is necessary to separate the cells within the panel. Automatically separating cells is a challenging process due to varying lighting conditions, grid structure, and busbar numbers in the panel images. This study proposes a Run-Length Smoothing Algorithm (RLSA) based image processing method developed for segmenting cells in photovoltaic panels with different busbar and cell numbers. The proposed method, supported by morphological processing and coupled component analysis, ensures the clarity of boundaries within panel cells and reliable separation of cell regions. The application performed on 1000 images used in the study achieved a 97.1% success rate. A large portion of the unsuccessful samples were observed to be due to imaging errors such as low contrast, uneven lighting, and blurring. The results showed that cell segmentation could be performed with high accuracy. This study contributes to the creation of

a scalable dataset for cell damage classification and detection models by performing cell segmentation from panel images.

Keywords: Electroluminescence (EL), photovoltaic panels, cell segmentation, RLSA, image processing.

1. INTRODUCTION

Renewable energy sources are an alternative to fossil fuels. One of these renewable energy sources is solar energy. Solar panels are needed for efficient and reliable electricity production from solar energy (Hemavathi et al., 2025). Photovoltaic (PV) solar panels are formed by the combination of various numbers of solar cells. They are an important part of the renewable energy system. The need for PV systems to reduce carbon footprint is increasing (Kaligambe et al., 2023). As the need for PV systems increases, production must increase and higher quality PV systems must be produced.

The quality of the panels produced in PV systems affects the amount of energy produced. During panel production, solar cells are assembled. The cells are connected with thin solder strips. Images of the assembled cells are taken with an Electroluminescence (EL) device. The EL device uses the light-emitting property of the cells and helps to evaluate the health of the cells. It checks for connection problems, microcracks, solder defects, and broken cells. If there are no problems or defects in the cells in the panel, it undergoes lamination and the panel is formed. If errors are detected in the cells, the faulty cell is removed before lamination and a healthy cell is put in its place. In this way, both the panel quality is improved by detection before lamination and energy production losses caused by faulty panels are eliminated (Crozier et al., 2015). In the panel image obtained with the EL device, each cell is evaluated individually by an expert. The process is carried out by manual operation by the expert. Fig 1 shows the EL image taken from the PV production line.

Fig 1. EL imaging device and PV image acquisition process.

Deep learning and artificial intelligence approaches are used in the analysis of images obtained from EL devices (Aktas et al., 2021; Aktaş et al., 2024). The success of these approaches depends on the process of correctly separating and labeling the cells obtained from the panels. Images obtained from EL devices are at the panel level. For the models to perform accurate analyses, each cell within the panel must be analyzed separately. The cells must be correctly segmented and consistent. Correct segmentation of panel cells forms the basis of both manual and automatic labeling processes. This directly affects artificial intelligence models.

The currently used panel cell segmentation requires parameters dependent on grid structures and the number of busbars in the panel (3BB, 4BB, 5BB, etc.). Each panel has different cell numbers, such as 6x10, 6x12, etc. Such differences in panels make automatic cell extraction difficult in traditional methods. Therefore, there is a need for a system that can completely and accurately separate the cells in the panel.

This study proposes an image processing technique that can separate cells in PV panels without requiring parameters in busbar and grid structures. The proposed method encompasses a technique enhanced with morphological image processing techniques of the Run-Length Smoothing Algorithm (RLSA). The contributions of the study can be stated as follows:
Panel images can be separated into cells independently of the busbar number.
A new dataset will be created by separating PV panel cells, and damage detection systems can be built using these cells with various methods.
The images in Fig 2 show examples of the cell segmentation process in EL devices, depending on the busbar, cell number, and grid process. In such cases, it is observed that cells are mixed with other cells, and a complete cell image cannot be extracted. This study proposes an automated method that aims to eliminate this problem.

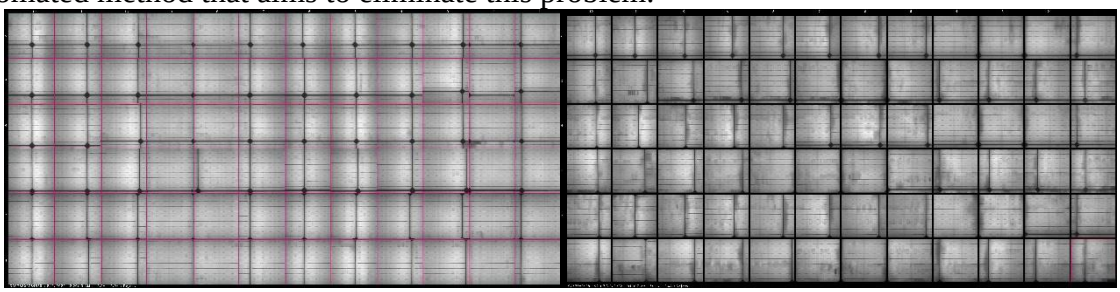


Fig 2. Panel images obtained from the EL device, which are attempted to be decomposed into cells using grid and busbar-related parameters.

2. RELATED WORKS

Traditional image processing methods are the basic techniques of digital image processing. These techniques include edge detection and thresholding. Edge detection enables the detection of transitions between objects in the image. It shows pixel transitions in the image. Thresholding is mainly used for segmenting images by separating them into different regions. These methods are generally sensitive to noise. Optimization studies are carried out to overcome this situation (Patil et al.). Gradient-based methods are used for edge detection techniques. Some of these methods are Sobel, Prewitt, and Canny (Sun et al., 2022). In some studies, multiple threshold methods that apply more than one threshold value for edge extraction are used. It is stated that this method improves the quality of edge detection (Ashour et al., 2014). Contour extraction, which provides edge detection, is another method used. It is stated that edge extraction based on noise is performed with this method (Özcan, 2014). Histogram thresholding and adaptive local thresholding methods are used to segment the image. Histogram is used to divide the image into meaningful regions. It is a very effective method, especially for images with different lighting conditions (Kılıçaslan et al., 2017). Adaptive local thresholding technique performs edge detection in images with different densities. This method is said to be more successful than methods such as Sobel and Prewitt (Incetas et al., 2019). These image processing techniques are used in various applications such as medical imaging and autonomous vehicle vision (Patil et al.).
RLSA is an image processing technique used in text and document images. It is used to correct distortion in the text within the document. Images of these documents are taken with cameras or scanners. Lines can be distorted and readability can decrease during document image acquisition. It is a technique developed to correct distorted text in documents (Salagar & Patil, 2020; Wong et al., 1982). In short, it is a preprocessing technique used to extract text from documents.
Applications for cell segmentation in solar energy panels are quite limited. Cell segmentation is used for defect detection, image processing, and enhancement. Image processing techniques, feature-based classification, and deep learning approaches (Doğan, 2022; Doğan et al., 2024; Doğan et al., 2025; Doğan & Türkoğlu, 2018, 2019) are used for cell segmentation in PV images. Image processing techniques include extracting image boundaries, thresholding, and

morphological operations. Tsai et al. used the Canny edge detector to identify cell boundaries in EL images (Tsai et al., 2012). Anwar and Abdullah proposed separating cells with a fixed grid mask. However, it was noted that this method lacks flexibility in terms of panel size and busbar (Anwar & Abdullah, 2014). With the widespread use of deep learning-based methods, these methods have begun to be used for defect detection in PV panels. With deep learning achieving high accuracy, these methods have become more dominant. Architectures such as U-Net have been used for segmentation and classification of cells in PV panels. There are various studies that use deep learning methods to detect defects in images (Tang et al., 2020). When the studies are examined, it is seen that deep learning and machine learning methods are mostly used in defect detection processes. To detect defects in cells, it is first necessary to separate the cells in the PV panels and record each cell separately.

Although various methods have been used for segmenting cells in PV images, they have some limitations. The main limitation is the difference in the number of busbars in PV images. This creates significant challenges for the different methods used. Therefore, it causes application problems in real-world use environments. In addition to these limitations and challenges, other negative consequences are given in Table 1.

Table 1. Challenges encountered in segmentation of PV cells and identification of these challenges.

Limitations	**Sınırlamanın Tanımı**
Dataset Size and Diversity (Deitsch et al., 2021; Rodriguez et al., 2022)	Many studies rely on relatively small or specific datasets, limiting the external validity and generalizability of their findings. This limitation affects the robustness of segmentation models when applied to various real-world PV panel images with varying defects and conditions.
Image Distortions and Noise (Deitsch et al., 2021; Sovetkin & Steland, 2019)	Image distortions such as perspective variations, lens aberrations, and background noise pose significant challenges to segmentation accuracy. These methodological limitations reduce model reliability, especially in outdoor or uncalibrated imaging scenarios.
Computational Efficiency and Runtime (Wang et al., 2024)	Various segmentation methods exhibit high computational costs or slow processing times, hindering their applicability in real-time or large-scale PV inspection systems. This limitation impacts scalability and operational deployment feasibility.
Limited Real-World Deployment Evaluation (Hijjawi et al., 2023; Song et al., 2025)	Few studies comprehensively evaluate the scalability and robustness of segmentation methods under operational or field conditions, limiting practical performance understanding and hindering technology transfer from the laboratory to industry.
Difficulty in Partitioning Severely Defecting or Disconnected Cells (Deitsch et al., 2021)	Segmentation algorithms struggle with cells exhibiting serious defects or high rates of linkage/dark cells, leading to false grid detection and segmentation failures. This limitation reduces the reliability of defect localization in challenging situations.
Dependence on Manual Preprocessing (Sovetkin et al., 2023; Sovetkin & Steland, 2019)	Some methods require manual or semi-automatic preprocessing steps, such as image cropping or perspective correction, which introduce subjectivity and limit automation potential, thus affecting repeatability and operational efficiency.

The challenges encountered in segmenting and removing PV panel cells highlight the importance of this issue. Accurate segmentation of PV cells is crucial for damage detection. Therefore, research in this area will make significant contributions to the literature.

3. PROPOSED METHOD

This study focuses on isolating cells from a PV panel image obtained from an EL device, regardless of the busbar count. This cell isolation will provide a dataset enabling damage detection. Thus, researchers will have a dataset for classifying errors occurring in the cells. The roadmap flowchart for this study is given in Fig 3.

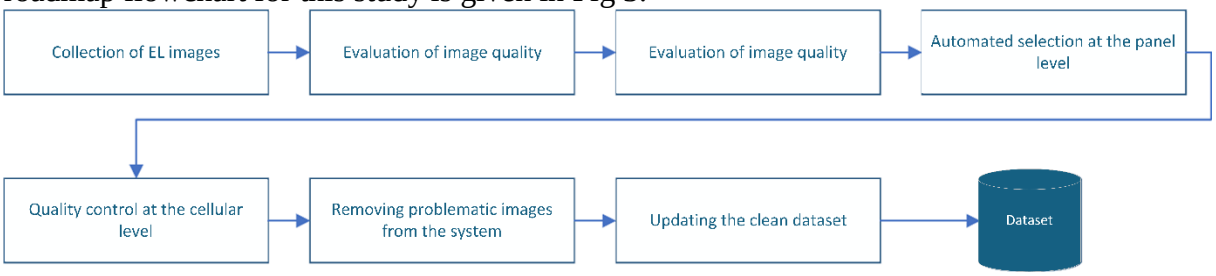


Fig 3. Image extraction flowchart.

3.1. Data set and preprocessing

Images of the cells in the PV panels were obtained from a specialized company. 1000 PV panel images were analyzed from these images. Images with different busbar numbers are included in this image set. The resulting images are JPEG files obtained using an EL device for quality control purposes. Examples of these images are shown in Fig 4.

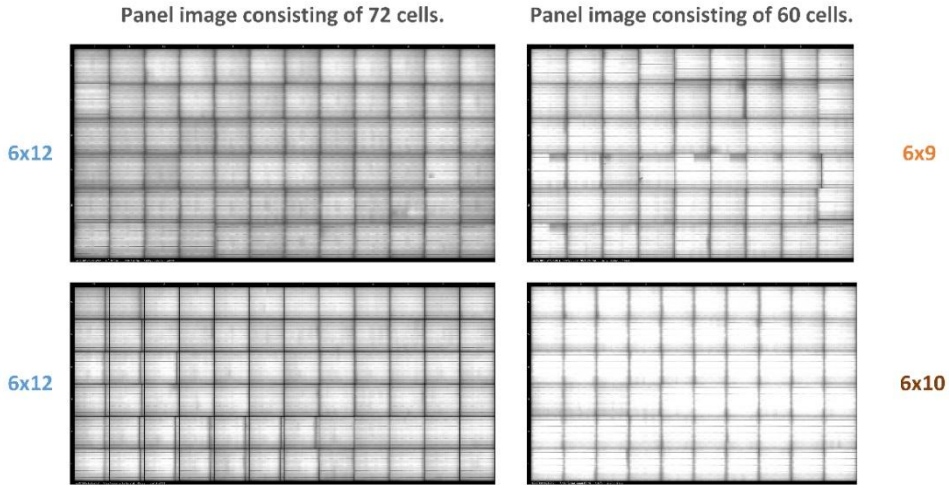


Fig 4. Sample images of panels with different cell numbers obtained from the EL device.

When these images are examined, they contain 60-cell and 72-cell panel images. They have different busbar counts. The PV panels in these images are composed of polycrystalline and monocrystalline materials. It has been observed that the images are of different sizes. Some image sizes are 4811x2967, 4841x2979, 5902x3048, etc. As seen in Fig 4, some of the images taken with the EL device contain a 6x9 panel image due to a shooting error.

It was determined that the images obtained from the EL device were unsuitable due to some technical reasons. The factors negatively affecting image quality can be listed as follows:

• Low brightness and loss of contrast: This causes the desired details in the images to be insufficient.
• Blurring: The image becomes blurry and loses sharpness.
• Distorted or cropped images: PV panel images are not displayed completely.
• Noise: Random spotting occurs on the image.
• Sensor errors: Digital interference that occurs during shooting.

Upon examination of the images obtained from the EL device, it was observed that there were PV images resulting from shooting errors. These erroneous images are shown in Fig 5. These images have been removed from the dataset.

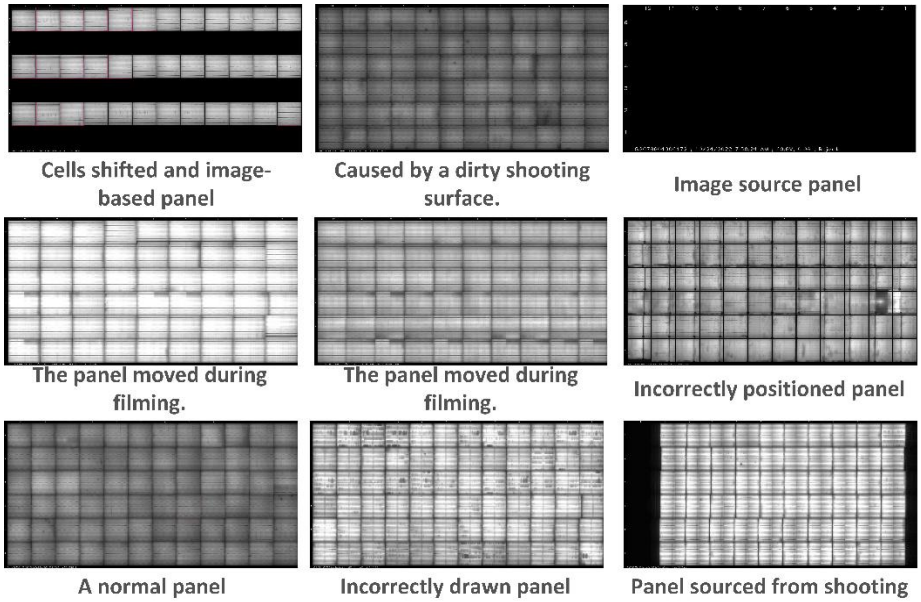


Fig 5. Image samples taken from the EL device.

After removing negative data samples from the generated dataset, the image samples shown in Fig 6 remained in the dataset. These are the panel images in the dataset that will be used to obtain cells from the PV panel images.

Fig 6. Sample images showing PV panel displays.

3.2. RLSA-Based Segmentation Infrastructure

Firstly, the Run-Length Smoothing Algorithm (RLSA) method was used to segment the panel images. While this method was beneficial in aligning busbar lines and highlighting the separation between cells when applied to panel images, it was insufficient on its own to accurately reveal cell boundaries. An original panel image is given in Fig 7.

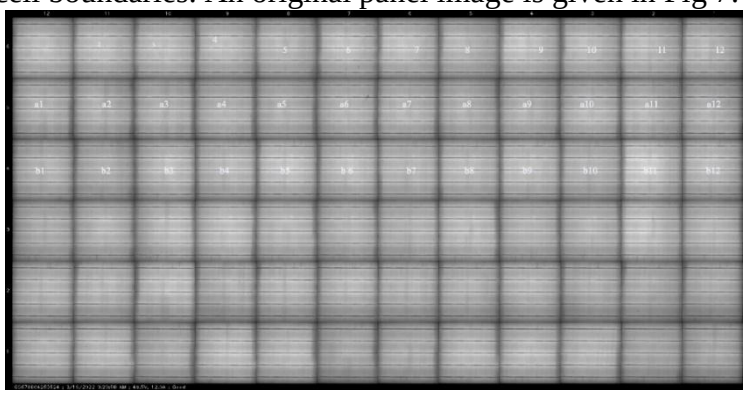


Fig 7. An original panel image.

Some of the cells in the image have been named to verify the accuracy of the operation. In the image, starting from the left, the cell numbered 12 is located in the first row. Then, in the next row, cells a1, a2, ... a12 are located. The image obtained after applying the RLSA technique to the original panel image is shown in Fig 8.

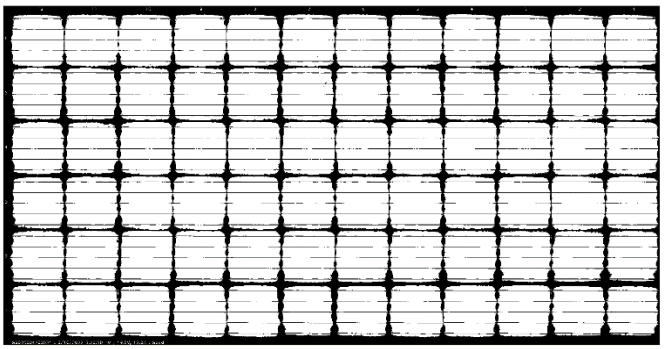


Fig 8. A panel view with RLSA applied.

As shown in Fig 7, the original image was first converted from grayscale to black and white. In this image, the predominantly white area is where the cell is located. However, the stripes on the cell in that area prevent the cell from being fully perceived.

3.3. Improvement through morphological processes

The goal is to clearly define the cell's edge points by performing morphological operations on this image. Furthermore, it is observed that the cell row and column numbers, obtained from the EL device, are still present in the panel image. Therefore, the initial morphological operation resulted in the image shown in Fig 9. To obtain this image, small non-cell objects were removed. Indistinct rows and columns in the image were eliminated. The MATLAB bwareaopen command was used for this purpose.

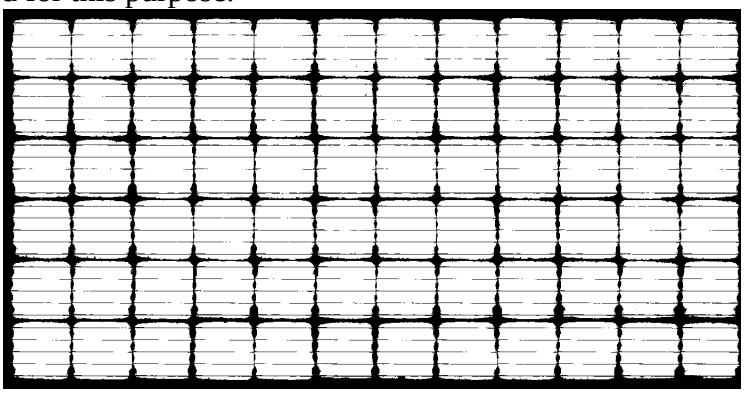


Fig 9. The image shows the small objects removed.

The following problems were observed in the examples where RLSA was applied:

- Segmentation lines were distorted due to changes in light intensity in the panel images.
- Some cell boundaries could not be clearly separated.
- Cell clusters were mixed together, especially in panels with a high number of busbars, due to incorrect pixel merging.

After the first method was applied, the connections between the cells in the panel were broken and the cells appeared separately (Fig 9).

The resulting image was then augmented to eliminate gaps and fill in edges. This process ensured that the white area represented the cell, allowing for precise identification of the cell's location. Fig 10 shows the resulting panel image.

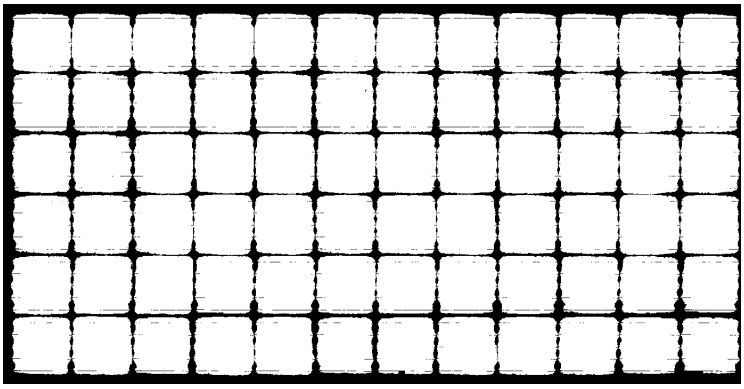


Fig 10. Panel view with cell sections highlighted.

For these reasons, morphological image processing techniques were applied to RLSA results to improve segmentation performance. These processing steps, developed in the MATLAB environment, were carried out as follows:

- Binary thresholding was used to convert RLSA outputs into binary image format.
- Morphological closing (dilation followed by erosion) operations were used to strengthen cell boundaries on the panel.
- Connected component analysis was used to identify each cell region, geometrically separate it, and cut it using ROI (region of interest) logic.
- Each cell was systematically named and saved in the format of panel image file name + cell number.

3.4. Cell coordinate detection and automatic cropping

Each cell in the panel images has the same size. Instead of finding the size of each cell individually, finding the size of the first cell provides valuable data for estimating the sizes of subsequent cells. Identifying the first pixel on the x1 and y1 axes of the first cell in the panel image, as well as the endpoints of the first cell on the x2 and y2 axes, is crucial for understanding the cell sizes. Therefore, an algorithm was written to determine the cell sizes of the first cell. This is shown in Fig 11.

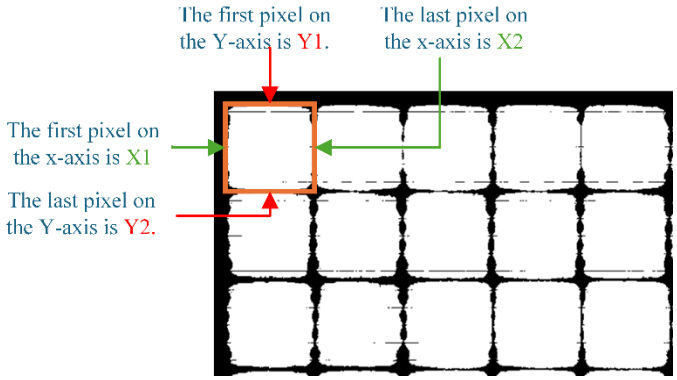
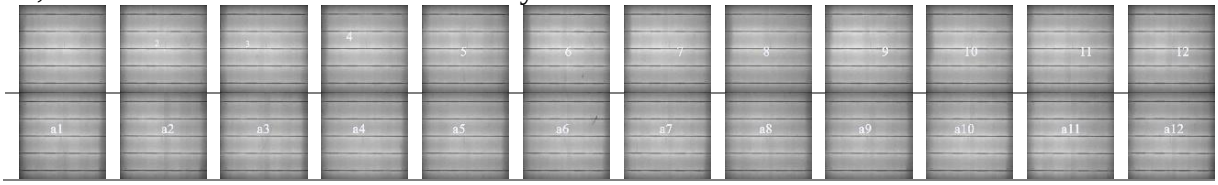


Fig 11. Finding the x1, y1 and x2,y2 points of the cells.

Once the starting and ending points of the cells are determined, extracting cells along the horizontal and vertical axes becomes easier. Accordingly, cells are automatically extracted along the followed path, and cells are obtained regardless of the number of busbars.

4. EXPERIMENTAL STUDY AND RESULTS

The automatic segmentation and cell generation processes shown in Fig 6 are combined in Fig 12, where each cell is shown individually.



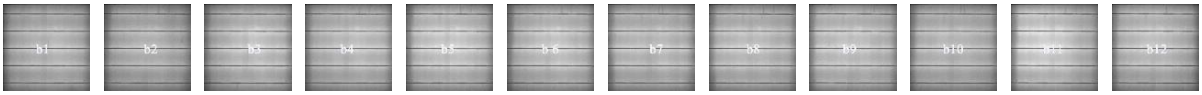


Fig 12. Cells obtained after segmentation.

Figu 12 shows a three-row image obtained by removing 12 cells from each row. Each image is saved as a file with the format panel_name_cell_number_in_panel.

The following steps were taken to ensure the cells could be extracted correctly:

All panel images were normalized in terms of resolution and size before processing.

For each panel, fixed segmentation was performed based on geometric constants (e.g., 10x6 or 12x6 cell layout) without automatically detecting the number of cells. This is shown in Fig 13.

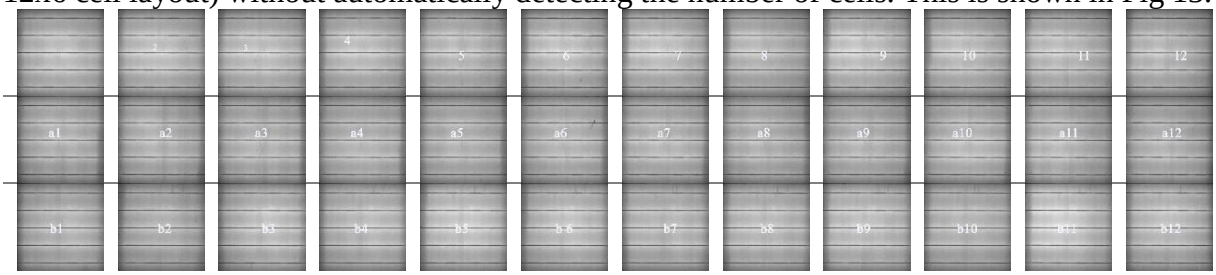


Fig 13. Segmented and saved cell images.

Each segmented cell is associated with the name of the panel from which it was obtained, and is also given a sequence number indicating the cell's position.

For example: the file panel_045_12.jpg represents cell 12 of panel 45.

This structure provides ease in both file system and labeling processes; it also supports the traceability of examples in model training.

High-accuracy cell segmentation directly affects the performance of classification models. If cell edges are not clearly defined, content inconsistent with class labels is learned during model training, and this reduces the overall accuracy of the model. Therefore, cells need to be correctly segmented. With the improved RLSA technique, cells are correctly segmented and transformed into a dataset that can be used in different studies.

The resulting clear and distinct cell images:

- Increased the overall consistency of the dataset,
- Minimized segmentation errors,
- Facilitated the cell-based labeling process.

The ability to establish a single segmentation structure across all panel types, regardless of the number of busbars, provided a significant advantage in terms of data standardization. Information regarding the results and evaluation process is presented in Table 2.

Table 2. Summary of panel-to-cell segmentation performance with enhanced RLSA.

Criteria	Value	Description / Note
Total test panel	1000	EL panel images with different busbar and cell counts (60/72 etc.)
Number of successfully segmented panels	971	Panels where cells are separated in the expected order
Number of failed/problematic panels	29	Non-segregation or incorrect segmentation due to image acquisition (merge/split, shift, missing cells etc.)
Success rate	97.10%	971 / 1000
Failure rate	2.90%	29 / 1000
95% confidence interval (Wilson)	95.87% – 97.97%	Sampling uncertainty of success rate (n=1000)
Evaluation method	Manual visual inspection + criteria table	Each panel output was examined according to cell count, alignment and merge/split errors

Output format (recommended reporting)	PanelName_CellNo	Archiving of each cell with panel name and cell sequence number (traceability)

Analysis of the results obtained from PV panel images shows that an efficiency rate of over 97% has been achieved.

5. DISCUSSION AND FUTURE WORK

This study aimed to extract cells with different busbar numbers using an RLSA-based segmentation technique. 1000 EL images were used, and 971 images were successfully separated. This process was achieved by combining morphological processing and the analysis of related components, built upon the classical RLSA technique. It provided a significant contribution to the successful conversion of panels to cells. The errors identified highlight areas for field improvement. The conclusions presented in Table 3 were drawn from the analysis of the erroneous samples.

Table 3. Inferences drawn from examining the erroneous images.

Error group	**Subtype of error**	**Symptoms**	**Possible root cause**	**Impact**	**Proposed solution/improvement**
Image capture-related failure to segment	Low contrast / non-uniform illumination	Cell boundaries are not clearly defined, RLSA connections are incorrect	EL shooting parameters, exposure, noise, lens effect	Not all cells are removed or significant drift occurs	Standardization of imaging protocol, contrast enhancement (CLAHE), adaptive thresholding
	Blur / movement	Cell lines are "scattered", boundaries are broken	Camera/panel vibration, out-of-focus	Missing cells or fragmented cells	Image stabilization, focus control, sharpening filter
Incorrect segmentation	Merge (merging of adjacent cells)	2 cells appear as a single ROI	RLSA thresholds/closing too aggressive	Incorrect cell count, labeling error	Structural element size adjustment, merge detection (with ROI aspect ratio)
	Split (fragmentation of a single cell)	Cell divides into multiple ROIs	Noise, scratches/cracks, low SNR	Dataset becomes bloated, incorrect class distribution	Small component elimination (bwareaopen), morphological binding improvement
	Grid shift / misalignment	Cell ROIs extend beyond the boundary or some cells are cut	Perspective, panel position error, distortion	ROI quality decreases, classification performance is affected	Perspective correction (homography), automatic alignment with row-column line detection

	Failure to reach the expected cell count.	Different number of ROIs formed instead of 60/72	Low contrast in edge areas, panel are framing effect	Data integrity is compromised	Expected cell count control + automatic reprocessing

Table 3 presents inferences about the reasons for the failure of the erroneous images. Examination of the erroneous images reveals that image-related problems are particularly prominent. Low contrast, uneven lighting, and blurry images are examples of these. Although the success rate achieved in the study is high, it is thought that processes such as preprocessing could reduce some image-related problems. It is predicted that the use of adaptive preprocessing would be more appropriate here. Using local contrast enhancement and adaptive thresholding processes for improvement will increase robustness under field conditions.

The most significant problems encountered in errors are issues such as the merging of neighboring cells and the fragmentation of single cells. The thresholding value used in the RLSA technique and the selection of morphological processes can also be considered influential here. However, sufficient trials have been conducted with the used thresholds and morphological values, and it is believed that the most optimal result has been produced.

Table 3 shows that the error types classified are related to imaging conditions and image quality. These conditions emerge as the most important factors reducing performance in studies. Therefore, in future studies...

- Standardization of imaging conditions
- Quality control and reprocessing for panels with low image quality
- The goal is to add simple rule-based controls that will automatically detect merge/split errors.

These improvements will further increase the current success rate of 97.10%. Additionally, the generated cell data pool is expected to become a more reliable input for damage classification/detection models to be developed in the next phase.

Acknowledgements

This study was supported by grant number 123E697 from the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK). The authors thank TÜBİTAK for their support.

REFERENCE

Aktas, M., Doğan, F., & Türkoğlu, İ. (2021). Analysis Of Cracks In Photovoltaic Module Cells From Electroluminescence Images By Deep Learning. 1st International Conference on Computing and Machine Intelligence,

Aktaş, M., Doğan, F., & Türkoğlu, İ. (2024). Classification of Solar Cells EL Images with Different Busbars Via Deep Learning Models. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, *7*(2), 217-226.

Anwar, S. A., & Abdullah, M. Z. (2014). Micro-crack detection of multicrystalline solar cells featuring an improved anisotropic diffusion filter and image segmentation technique. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, *2014*(1), 15.

Ashour, A. S., El-Sayed, M. A., Waheed, S. E., & Abdel-Khalek, S. (2014). New method based on multi-threshold of edges detection in digital images. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *5*(2).

Crozier, J., van Dyk, E., & Vorster, F. (2015). Evaluating the relationship between electroluminescence (EL) imaging and the power output of photovoltaic modules.

Deitsch, S., Buerhop-Lutz, C., Sovetkin, E., Steland, A., Maier, A., Gallwitz, F., & Riess, C. (2021). Segmentation of photovoltaic module cells in uncalibrated electroluminescence images. *Machine Vision and Applications*, *32*(4), 84.

Doğan, F. (2022). Comparison of deep learning models in terms of multiple object detection on satellite images. *Journal of Engineering Research*, *10*(3), 89-108.

Doğan, F., Aktaş, M., & Gürsoy, M. İ. (2024). Classification of Skin Diseases with Different Deep Learning Models and Comparison of the Performances of the Models. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, *13*(3), 117-123.
Doğan, F., Oyucu, S., Bicer, E., & Aksoz, A. (2025). Deep learning models for damage type detection in wind turbines. *PeerJ Computer Science*, *11*, e3163.
Doğan, F., & Türkoğlu, İ. (2018). Derin öğrenme algoritmalarının yaprak sınıflandırma başarımlarının karşılaştırılması. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, *1*(1), 10-21.
Doğan, F., & Türkoğlu, İ. (2019). Derin öğrenme modelleri ve uygulama alanlarına ilişkin bir derleme. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, *10*(2), 409-445.
Hemavathi, R., Umavathi, M., Sushmitha, K., Swathi, S., Jeykishan Kumar, K., & Praveen, C. R. (2025). Electroluminescence Imaging For Defect Analysis In Polycrystalline Solar Cells. *Metallurgical and Materials Engineering*, 1279-1288.
Hijjawi, U., Lakshminarayana, S., Xu, T., Fierro, G. P. M., & Rahman, M. (2023). A review of automated solar photovoltaic defect detection systems: Approaches, challenges, and future orientations. *Solar Energy*, *266*, 112186.
Incetas, M. O., Demırcı, R., & Yavuzcan, H. G. (2019). Automatic color edge detection with similarity transformation. *Gazi University Journal of Science*, *32*(2), 458-469.
Kaligambe, A., Nakagawa, K., & Fujita, G. (2023). Cost-Effective Electroluminescence Imaging for Solar PV Inspection Using a Modified Consumer Camera. 2023 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET),
Kılıçaslan, M., Tanyeri, U., İncetaş, M. O., Girgin, B. Y., & Demirci, R. (2017). Eşikleme Tekniklerinin Renk Uzayı Tabanlı Kümeleme Yönteminin Başarısına Etkisi. SETSCI-Conference Proceedings,
Özcan, B. (2014). Multi-sensor Lane Tracking And Lane Departure Warning System Design.
Patil, R. V., Gosavi, V. R., Poddar, G. M., & Swarnkar, S. K. Comparative study of traditional edge detection methods and phase congruency based method. *Int J Inf & Commun Technol ISSN*, *2252*(8776), 8776.
Rodriguez, A. R., Holicza, B., Nagy, A. M., Vörösházi, Z., Bereczky, G., & Czúni, L. (2022). Segmentation and error detection of PV modules. 2022 IEEE 27th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA),
Salagar, R., & Patil, P. B. (2020). Application of RLSA for skew detection and correction in Kannada text images. 2020 Fourth International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC),
Song, X., Odongo, K., Pascual, F. G., & Hong, Y. (2025). A comprehensive case study on the performance of machine learning methods on the classification of solar panel electroluminescence images. *Journal of Quality Technology*, *57*(1), 93-109.
Sovetkin, E., Pieters, B. E., Gerber, A., Stoicescu, L., & Koelblin, P. (2023). Fast cell detection and distortion correction for outdoor electroluminescence images. 2023 IEEE 50th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC),
Sovetkin, E., & Steland, A. (2019). Automatic processing and solar cell detection in photovoltaic electroluminescence images. *Integrated Computer-Aided Engineering*, *26*(2), 123-137.
Sun, R., Lei, T., Chen, Q., Wang, Z., Du, X., Zhao, W., & Nandi, A. K. (2022). Survey of image edge detection. *Frontiers in Signal Processing*, *2*, 826967.
Tang, W., Yang, Q., Xiong, K., & Yan, W. (2020). Deep learning based automatic defect identification of photovoltaic module using electroluminescence images. *Solar Energy*, *201*, 453-460.
Tsai, D.-M., Wu, S.-C., & Li, W.-C. (2012). Defect detection of solar cells in electroluminescence images using Fourier image reconstruction. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, *99*, 250-262.

Wang, Y., Zhang, Z., Zhang, J., Han, J., Lian, J., Qi, Y., Liu, X., Guo, J., & Yin, X. (2024). Research on Surface Defect Detection Method of Photovoltaic Power Generation Panels--Comparative Analysis of Detecting Model Accuracy. *EAI Endorsed Transactions on the Energy Web*, *11*(1).

Wong, K. Y., Casey, R. G., & Wahl, F. M. (1982). Document analysis system. *IBM journal of research and development*, *26*(6), 647-656.

BİYOPSİKOSOSYAL YAPAY ZEKA MODELİ İLE BRANŞ TAHMİNİ ERKEN YAŞ SPORCU YÖNLENDİRMESİNDE BİYOPSİKOSOSYAL TEMELLİ KARAR DESTEĞİ

Aslı Serife Sertcelik
İstanbul Topkapı Üniversitesi Yapay Zeka

ABSTRACT
In this study, a biopsychosocial-based artificial intelligence model is proposed to overcome the limitations of traditional physical-based evaluation approaches commonly used in early-age athlete branch orientation. Conventional athlete selection systems mainly rely on physical performance measurements and often fail to adequately consider psychological, biological, and social factors. This limitation may lead to incorrect or premature branch assignments and decreased motivation, particularly among children and young athletes during developmental stages.
A multidimensional data structure incorporating physical (agility, endurance, strength), psychological (motivation, anxiety), social (family support), and biological (age, height, weight) variables was utilized in this study. Due to ethical and logistical constraints in accessing real field data, a synthetic dataset representing 200 athletes was generated based on measurement ranges and statistical distributions reported in the literature. Using this dataset, the Random Forest classification algorithm was employed to predict athlete orientation into athletics, football, basketball, or general sports categories.
Model performance was evaluated using accuracy and confusion matrix metrics. The results indicate that the proposed biopsychosocial artificial intelligence approach achieves high accuracy and balanced class performance in athlete branch prediction. This study aims to contribute to making early-age athlete orientation processes more scientific, personalized, and sustainable.
Keywords:
Biopsychosocial approach, athlete branch orientation, early-age athlete selection, artificial intelligence, machine learning, Random Forest, synthetic data, sports sciences.

BIOPSYCHOSOCIAL-BASED DECISION SUPPORT FOR EARLY-AGE ATHLETE ORIENTATION

ÖZET
Bu çalışmada, erken yaş sporcu branş yönlendirmesinde yaygın olarak kullanılan fiziksel temelli değerlendirme yaklaşımlarının sınırlılıklarını aşmak amacıyla biyopsikososyal temelli bir yapay zekâ modeli önerilmektedir. Geleneksel sporcu yönlendirme sistemleri çoğunlukla fiziksel performans ölçümlerine dayanmakta, psikolojik, biyolojik ve sosyal faktörleri yeterince dikkate almamaktadır. Bu durum, özellikle gelişim çağındaki çocuk ve genç sporcularda yanlış veya erken branş yönlendirmelerine ve motivasyon kaybına yol açabilmektedir.
Çalışmada fiziksel (çeviklik, dayanıklılık, kuvvet), psikolojik (motivasyon, kaygı), sosyal (aile desteği) ve biyolojik (yaş, boy, kilo) değişkenleri kapsayan çok boyutlu bir veri yapısı ele alınmıştır. Gerçek saha verilerine erişimde yaşanan etik ve lojistik kısıtlar nedeniyle, literatürde raporlanan ölçüm aralıkları ve dağılımlar temel alınarak 200 sporcuya ait sentetik bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri seti kullanılarak Random Forest sınıflandırma algoritması ile sporcuların atletizm, futbol, basketbol ve genel branş kategorilerine yönlendirilmesi hedeflenmiştir.
Model performansı doğruluk (accuracy) ve karışıklık matrisi (confusion matrix) üzerinden değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, biyopsikososyal temelli yapay zekâ yaklaşımının

branş tahmininde yüksek doğruluk ve dengeli sınıf performansı sunduğunu göstermektedir. Bu çalışma, erken yaş sporcu yönlendirme süreçlerinin daha bilimsel, kişiselleştirilmiş ve sürdürülebilir hale getirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Keywords:
Biopsychosocial approach, athlete branch orientation, early-age athlete selection, artificial intelligence, machine learning, Random Forest, synthetic data, sports sciences.

INTRODUCTION

Early-age athlete orientation plays a critical role in shaping an individual's physical development, psychological well-being, and long-term athletic performance potential. Branch selection during childhood and adolescence directly influences athletes' long-term performance, commitment to sport, and motivation. Therefore, it is essential that athlete orientation processes are grounded in scientific principles.

Current athlete screening and orientation systems implemented in Turkey and worldwide are predominantly based on physical performance tests. Metrics such as endurance, agility, and strength are commonly used as primary criteria for branch selection. However, differences in biological maturation, psychological characteristics, and social environment are often neglected. This oversight may result in incorrect early-age branch assignments and an incomplete evaluation of athletes' true potential.

In recent years, the application of artificial intelligence and machine learning techniques in sports sciences has increased significantly. Thanks to their ability to analyze multidimensional datasets, AI-based models provide substantial advantages in athlete performance evaluation and talent identification. Approaches that integrate biological, psychological, and social factors enable a more holistic assessment of athletes.

Within this context, biopsychosocial-based artificial intelligence models emerge as a promising approach for early-age athlete orientation. This study aims to develop an AI model that integrates physical, psychological, social, and biological variables to guide athletes toward the most suitable sports branch.

GİRİŞ

Erken yaşta sporcu yönlendirme, bireyin fiziksel gelişimi, psikolojik durumu ve sportif başarı potansiyelinin şekillenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle çocukluk ve ergenlik döneminde yapılan branş seçimleri, sporcunun uzun vadeli performansını, spora bağlılığını ve motivasyonunu doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle sporcu yönlendirme süreçlerinin bilimsel temellere dayanması büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'de ve dünyada uygulanan mevcut sporcu tarama ve yönlendirme sistemleri çoğunlukla fiziksel performans testlerine dayalıdır. Dayanıklılık, çeviklik ve kuvvet gibi ölçütler, branş seçiminde temel belirleyiciler olarak kullanılmaktadır. Ancak bireyler arasındaki biyolojik olgunlaşma farklılıkları, psikolojik faktörler ve sosyal çevrenin etkisi çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Bu durum, erken yaşta yapılan branş yönlendirmelerinde hatalı kararların alınmasına ve sporcuların potansiyellerinin tam olarak değerlendirilememesine neden olmaktadır.

Son yıllarda yapay zekâ ve makine öğrenmesi tekniklerinin spor bilimleri alanında kullanımı giderek artmaktadır. Çok boyutlu veri setlerini analiz edebilme yeteneği sayesinde yapay zekâ tabanlı modeller, sporcu performansının değerlendirilmesi ve yetenek keşfi süreçlerinde önemli avantajlar sunmaktadır. Özellikle biyolojik, psikolojik ve sosyal faktörleri bir arada ele alan yaklaşımlar, sporcunun bütüncül olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Bu bağlamda, biyopsikososyal temelli yapay zekâ modelleri, erken yaş sporcu yönlendirme süreçlerinde yeni ve umut vadeden bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, fiziksel, psikolojik, sosyal ve biyolojik değişkenleri bütünleşik bir yapıda ele alarak, sporcuların en uygun branşa yönlendirilmesini amaçlayan bir yapay zekâ modelinin geliştirilmesini hedeflemektedir.

PROBLEM DEFINITION

Early-age athlete orientation processes play a crucial role in shaping an athlete's sports career. However, many existing athlete screening systems rely heavily on physical performance tests. While endurance, agility, and strength are considered primary criteria, psychological state, biological maturation, and social environment are often overlooked.

This one-dimensional approach may cause significant problems, particularly for children and young athletes in developmental stages. Ignoring differences between biological and chronological age may lead to incorrect branch assignments for early- or late-maturing athletes. Similarly, neglecting psychosocial factors such as motivation, anxiety, and family support can negatively affect long-term performance and sports engagement.

In Turkey, these issues are particularly evident in athlete screening programs, where athletes who perform well in physical tests but lack psychological or social support tend to drop out of sports over time. Therefore, decision-making mechanisms based solely on physical data are insufficient, highlighting the need for more holistic, scientific, and data-driven approaches.

The main limitations of existing athlete orientation systems can be summarized as follows:

- Predominant reliance on physical performance tests
- Lack of systematic evaluation of psychological factors (motivation, anxiety, self-confidence)
- Exclusion of social environment and family support from the evaluation process
- Neglect of biological age and developmental differences

As a result, athletes may be directed toward branches that do not match their abilities and potential, leading to inefficiencies at both individual and system levels.

PROBLEMİN NET TANIMI

Erken yaş sporcu yönlendirme süreçleri, bireyin sportif kariyerinin şekillenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Ancak günümüzde uygulanan birçok sporcu tarama ve yönlendirme sistemi, büyük ölçüde fiziksel performans testlerine dayanmaktadır. Dayanıklılık, çeviklik ve kuvvet gibi ölçütler branş seçiminde temel kriterler olarak kullanılmakta; sporcunun psikolojik durumu, biyolojik olgunlaşma düzeyi ve sosyal çevresinin etkisi çoğu zaman göz ardı edilmektedir.

Bu tek boyutlu yaklaşım, özellikle gelişim çağındaki çocuk ve genç sporcularda önemli sorunlara yol açabilmektedir. Biyolojik yaş ile kronolojik yaş arasındaki farklılıklar dikkate alınmadığında, erken veya geç olgunlaşan sporcular yanlış branşlara yönlendirilebilmektedir. Benzer şekilde motivasyon düzeyi, kaygı durumu ve aile desteği gibi psikososyal faktörlerin göz ardı edilmesi, sporcunun uzun vadeli performansını ve spora bağlılığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Türkiye'de uygulanan sporcu tarama programlarında bu durum daha belirgin hale gelmekte; fiziksel testlerde başarılı olan ancak psikolojik veya sosyal açıdan yeterli destek alamayan sporcuların zamanla spordan uzaklaştığı gözlemlenmektedir. Bu bağlamda, erken yaş sporcu yönlendirmesinde yalnızca fiziksel veriye dayalı karar mekanizmaları yetersiz kalmakta ve daha bütüncül, bilimsel ve veri temelli yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Mevcut sporcu yönlendirme sistemlerinin temel problemleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir:
Sporcu değerlendirmelerinin çoğunlukla yalnızca fiziksel performans testlerine dayanması
Psikolojik faktörlerin (motivasyon, kaygı, özgüven) sistematik olarak ölçülmemesi
Sosyal çevre ve aile desteği gibi unsurların değerlendirme sürecine dahil edilmemesi
Biyolojik yaş ve gelişim farklılıklarının göz ardı edilmesi

Bu eksiklikler sonucunda sporcular, yetenek ve potansiyellerine uygun olmayan branşlara yönlendirilebilmekte; bu durum hem bireysel hem de sportif sistem açısından verim kaybına yol açmaktadır.

PROPOSED SOLUTION: BIOPSYCHOSOCIAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACH

To address these limitations, this study proposes a biopsychosocial-based artificial intelligence model. The proposed approach aims to provide more accurate and personalized branch predictions by integrating physical, psychological, biological, and social variables.

In the developed model, physical performance indicators such as agility, endurance, and strength are combined with psychological factors (motivation and anxiety) and social factors (family support). Biological variables including age, height, and weight are also incorporated to account for developmental differences among athletes. This multidimensional dataset is analyzed using machine learning algorithms to predict the most suitable sports branch: athletics, football, basketball, or general sports.

The Random Forest classification algorithm was selected due to its robustness against overfitting and its ability to handle multiple variables simultaneously. This enabled the effective integration of different data types and resulted in balanced branch prediction performance. In addition to providing branch predictions, the model allows interpretation of the variables influencing the decision-making process.

The proposed biopsychosocial AI approach contributes to making early-age athlete orientation processes more scientific, transparent, and sustainable, offering a supportive decision-making tool for coaches, families, and policymakers.

ÖNERİLEN ÇÖZÜM: BİYOPSİKOSOSYAL YAPAY ZEKÂ YAKLAŞIMI

Bu çalışmada, yukarıda belirtilen sınırlılıkları aşmak amacıyla biyopsikososyal temelli bir yapay zekâ modeli önerilmektedir. Önerilen yaklaşım, sporcu yönlendirme sürecinde fiziksel, psikolojik, biyolojik ve sosyal değişkenleri bütünleşik bir yapı içerisinde ele alarak, daha doğru ve kişiselleştirilmiş branş tahminleri yapılmasını hedeflemektedir.

Geliştirilen modelde, sporculara ait çeviklik, dayanıklılık ve kuvvet gibi fiziksel performans ölçümlerinin yanı sıra motivasyon ve kaygı düzeyleri psikolojik faktörler olarak; aile desteği ise sosyal faktör olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca yaş, boy ve kilo gibi biyolojik değişkenler modele dahil edilerek bireyler arasındaki gelişimsel farklılıkların etkisi dikkate alınmıştır. Bu çok boyutlu veri yapısı, makine öğrenmesi algoritmaları tarafından analiz edilerek sporcunun atletizm, futbol, basketbol veya genel branş kategorilerinden hangisine daha uygun olduğu tahmin edilmektedir.

Modelleme aşamasında Random Forest sınıflandırma algoritmasının tercih edilmesinin temel nedeni, algoritmanın çok sayıda değişkenle çalışabilme yeteneği ve aşırı öğrenmeye karşı dayanıklı yapısıdır. Bu sayede farklı veri türlerinin bir arada değerlendirilmesi mümkün olmuş ve branş tahmininde dengeli bir performans elde edilmiştir. Elde edilen çıktılar, yalnızca branş tahmini sunmakla kalmayıp, karar sürecine etki eden değişkenlerin de yorumlanmasına olanak tanımaktadır.

Önerilen biyopsikososyal yapay zekâ yaklaşımı, erken yaş sporcu yönlendirme süreçlerinin daha bilimsel, şeffaf ve sürdürülebilir hale getirilmesine katkı sunmaktadır. Bu yaklaşımın, sporcu tarama programlarında antrenörler, aileler ve karar vericiler için destekleyici bir araç olarak kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Önerilen yaklaşımda:

Fiziksel, psikolojik, sosyal ve biyolojik değişkenler birlikte ele alınmakta

Çok boyutlu veri yapısı Random Forest algoritması ile modellenmekte

Branş tahminleri objektif ve tekrarlanabilir şekilde gerçekleştirilmektedir

Bu sayede sporcuların bireysel özelliklerine daha uygun branşlara yönlendirilmesi ve uzun vadeli sportif başarının desteklenmesi amaçlanmaktadır

DATASET

The dataset used in this study consists of a synthetic structure incorporating biopsychosocial variables for early-age athlete branch orientation. Due to ethical, legal, and logistical limitations

in accessing real field data, synthetic data were generated based on measurement ranges and statistical distributions reported in the literature.

The dataset includes information from 200 athletes aged between 8 and 14 years. Physical, psychological, social, and biological variables were included for each athlete. Table 2 presents the dataset variables and their descriptions, while Table 3 provides a sample of the dataset.

VERİ SETİ

Bu çalışmada kullanılan veri seti, erken yaş sporcu branş yönlendirmesine yönelik biyopsikososyal değişkenleri kapsayan sentetik bir yapıdadır. Gerçek saha verilerine erişimde karşılaşılan etik, yasal ve lojistik kısıtlar nedeniyle, literatürde raporlanan ölçüm aralıkları ve istatistiksel dağılımlar esas alınarak sentetik veri üretimi gerçekleştirilmiştir.

Veri seti, 8–14 yaş aralığında 200 sporcuya ait bilgileri içermektedir. Her bir sporcu için fiziksel, psikolojik, sosyal ve biyolojik değişkenler modele dahil edilmiştir. Veri setindeki değişkenler ve açıklamaları Tablo 2'de sunulmaktadır.Tablo 3'de ise data seti örneği sunulmaktadır.

Değişken	Açıklama
Yaş	Kronolojik yaş
Boy	Sporcu boyu (cm)
Kilo	Sporcu ağırlığı (kg)
Çeviklik	Fiziksel çeviklik puanı (1-100)
Dayanıklılık	Kardiyovasküler dayanıklılık (1-100)
KuvvetKas	kuvveti göstergesi (1-100)
Motivasyon	Psikolojik motivasyon düzeyi (1-5)
Kaygı	Psikolojik kaygı düzeyi (1-5)
Aile Desteği	Sosyal destek göstergesi (1-5)
Branş Etiketi	Atletizm, Basketbol, Futbol, Genel

Tablo 2. Veri seti konu başlıkları

Yaş	Boy (cm	Kilo (kg)	Çeviklik	Dayanıklılık	KuvvetMotivasyon	Kaygı	Aile Desteği	Branş
10	171	47.571	52.884	60.035	75.668	4	4	4	Basketbol
14	183.	53.032	63.985	80.795	104.59	3	1	2	Basketbol
13	180.69	52.76	50.457	77.893	56.485	3	4	4	Genel
12	184.43	48.143	62.735	49.533	70.234	5	3	2	Genel
9	166.07	44.203	65.085	82.652	79.135	3	4	3	Basketbol
9	161.11	42.734	69.691	80.752	59.651	5	2	5	Atletizm
8	153.47	35.337	58.206	70.478	76.639	2	3	3	Genel
14	193.02	56.726	74.032	73.794	63.6	2	2	4	Genel
12	176.55	46.896	69.846	66.766	75.506	2	3	5	Basketbol
12	177.55	46.935	51.987	48.453	82.52	4	1	5	Basketbol

Tablo 3. Veri seti örnek görüntü

EXPERIMENTAL RESULTS

The Random Forest classification algorithm was applied to the biopsychosocial athlete branch prediction problem. Model performance was evaluated using accuracy, class-based precision, recall, and F1-score metrics.

The Random Forest model achieved an overall accuracy of 90% on the synthetic dataset. While basketball and general sports branches exhibited high recall and F1-scores, relatively lower recall values were observed in athletics and football due to false negatives. Nevertheless, the Macro F1-score of 86.9% indicates balanced and reliable classification performance across classes.

Confusion matrix analysis reveals that although athletics and football classes achieved high precision, some instances were misclassified as the general category. In contrast, basketball and

general branches demonstrated both high precision and recall, resulting in strong F1 performance.

TEST SONUÇLARI (EXPERIMENTAL RESULTS)

Biyopsikososyal temelli sporcu branş tahmini problemi için Random Forest sınıflandırma algoritması kullanılmıştır. Model performansı; doğruluk (accuracy), sınıf bazlı precision, recall ve F1-score metrikleri ile değerlendirilmiştir.

Random Forest, birden fazla karar ağacının oluşturduğu topluluk yapısı sayesinde sınıflandırma performansını artıran bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Bootstrap örnekleme ve rastgele özellik seçimi prensipleriyle çalışan Random Forest, aşırı öğrenmeyi azaltarak genelleme yeteneği yüksek modeller üretir. Bu çalışmada Random Forest algoritması, biyopsikososyal değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi amacıyla tercih edilmişt

Karışıklık Matrisi -Confusion Marix

```
CM = [5 0 0 3;
      0 11 0 0;
      0 0 5 2;
      0 1 0 33];
classes = {'Atletizm','Basketbol','Futbol','Genel'};
```

Okuma Kuralı:

Satırlar : Y ekseni (gerçek sınıflar)

Sütunlar: X ekseni (modelin tahmin ettiği sınıflar)

Örneğin 5 atletizm sporcusu doğru tahmin edilmiş, 3 atletizm sporcusu genel şeklinde yanlış sınıflandırılmış.

Sınıf	Gerçek Sayı	Doğru	Yanlış
Atletizm	8	5	3
Basketbol	11	11	0
Futbol	7	5	2
Genel	34	33	1

Sınıf	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)
Atletizm	100.0	62.5	76.9
Basketbol	91.7	100.0	95.7
Futbol	100.0	71.4	83.3
Genel	86.8	97.1	91.7

Macro F1-score: 86.89 %

Sınıf	Precision	Recall	F1	Confusion Matrix Yorumu
Atletizm	Çok yüksek	Düşük	Orta	Genel ile karışıyor
Basketbol	Yüksek	Mükemmel	Çok yüksek	Net ayrılıyor
Futbol	Çok yüksek	Orta	Yüksek	Genel’e kaçış var
Genel	Yüksek	Çok yüksek	Çok yüksek	Baskın sınıf

Random Forest modeli, biyopsikososyal temelli sentetik veri seti üzerinde %90 genel doğruluk elde etmiştir. Basketbol ve Genel branşlarında yüksek geri çağırım (recall) ve F1-skorları gözlemlenirken, Atletizm ve Futbol branşlarında yanlış negatiflerin etkisiyle geri çağırım değerleri görece düşmüştür. Buna rağmen modelin Macro F1-skorunun %86.9 olması, sınıflar arasında dengeli ve güvenilir bir tahmin performansına işaret etmektedir.

Confusion matrix analizi, Precision, Recall ve F1-skoru metriklerinin sınıf bazlı davranışlarını doğrudan açıklamaktadır. Atletizm ve Futbol branşlarında yüksek precision değerlerine rağmen görece düşük recall değerleri, bu sınıflara ait bazı örneklerin Genel sınıfı ile karıştığını göstermektedir. Buna karşılık Basketbol ve Genel branşları, hem yüksek precision hem de yüksek recall değerleri ile dengeli bir F1 performansı sergilemiştir.

CONCLUSION

This study proposes a biopsychosocial-based artificial intelligence approach for early-age athlete branch orientation. Unlike traditional systems that focus solely on physical performance metrics, the proposed model integrates psychological, biological, and social factors to provide a holistic evaluation framework. Using a synthetic dataset and the Random Forest classification algorithm, effective branch prediction was achieved.

Experimental results demonstrate that the proposed model delivers high and balanced performance, achieving 90% overall accuracy and an 86.9% Macro F1-score. Class-based analyses highlight that different branches are influenced by different variables, emphasizing the importance of multidimensional evaluation in athlete orientation.

The findings underscore the significance of considering biopsychosocial factors in early-age athlete orientation processes. The proposed approach offers a supportive decision-making mechanism for coaches, sports scientists, and policymakers, contributing to the reduction of incorrect branch assignments and athlete dropout. Future studies aim to enhance the model using real-world data and explainable artificial intelligence techniques.

SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada, erken yaş sporcu branş yönlendirme problemine biyopsikososyal temelli bir yapay zekâ yaklaşımı önerilmiştir. Geleneksel yönlendirme sistemlerinin aksine, yalnızca fiziksel performans ölçütlerine değil; psikolojik, biyolojik ve sosyal faktörlere de odaklanan bütüncül bir model geliştirilmiştir. Bu kapsamda, sentetik veri seti kullanılarak Random Forest sınıflandırma algoritması ile branş tahmini gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen deneysel sonuçlar, önerilen modelin %90 genel doğruluk ve %86.9 Macro F1-skoru ile yüksek ve dengeli bir performans sergilediğini göstermektedir. Sınıf bazlı analizler, farklı branşların farklı değişkenlerden etkilendiğini ortaya koymuş; atletizm ve futbol branşlarında çeviklik ve dayanıklılık, basketbol branşında ise boy, kuvvet ve aile desteği gibi faktörlerin öne çıktığı belirlenmiştir.

Bu bulgular, erken yaş sporcu yönlendirme süreçlerinde biyopsikososyal faktörlerin birlikte değerlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Önerilen yaklaşım, antrenörler, spor bilimciler ve karar vericiler için destekleyici bir karar mekanizması sunmakta; yanlış branş yönlendirmelerinin ve motivasyon kayıplarının azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Gelecek çalışmalarda, gerçek saha verileri ve açıklanabilir yapay zekâ yöntemleri ile modelin daha da geliştirilmesi hedeflenmektedir.

BRIDGING THE EDUCATION GAP: THE ROLE OF FINANCIAL INCLUSION IN ENHANCING HIGHER EDUCATION PARTICIPATION OF ST YOUTH IN TAMIL NADU

Dr. Kavita Singh
Associate Professor,
Faculty of Management Studies, SRM University,
Delhi-NCR, Sonepat, Haryana
Komal
Research Scholar,
Faculty of Management Studies,
SRM University, Delhi-NCR, Sonepat, Haryana
Yaditi Singh
Student, ZHDC

Abstract

Financial inclusion has emerged as a critical enabler of educational equity, particularly for Scheduled Tribe (ST) communities who face systemic socio-economic disadvantages. This review looks at how financial inclusion programs and access to higher education among Tamil Nadu's ST youth interact. The chapter emphasizes how specific programs—like the Pradhan Mantri Jan Dhan Yojana (PMJDY), scholarship payments, and Self-Help Group (SHG) credit linkages—have increased educational enrolment by lowering financial obstacles, drawing on recent empirical research and policy analysis. Financial literacy, personality qualities, and home income have a significant impact on tribal students' decision to pursue higher education, according to data from case studies conducted in Coimbatore, the Nilgiris, and surrounding areas (Govindharaj, 2024; Veluchamy, 2019). Even while more people have access to formal banking, there are still gaps in knowledge, digital inclusion, and timely scholarship payout, which frequently cause students' academic continuity to be disrupted (IMPRI, 2023; PSGCAS, 2022). Moreover, despite legislative efforts, sociocultural elements, including migration and gender inequality, worsen educational discrepancies (Kumar, 2023). The results highlight the necessity of a human-centered strategy that combines strong institutional support, mentoring, and capacity building with financial inclusion. Although ST students' involvement in higher education has benefited from financial inclusion, this review indicates that sustainable development necessitates a comprehensive approach, including financial assistance, legislative changes, and culturally sensitive teaching.

Keywords: Financial Inclusion, Scheduled Tribes, Higher Education, Tamil Nadu, Scholarships, Educational Equity

STRUCTURAL ENGINEERING OF II-CONJUGATED QUINOXALINE-BASED MATERIALS FOR ENHANCED PHOTOVOLTAIC PERFORMANCE: A THEORETICAL APPROACH

El mostafa Benharaf
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.
Kaoutar Ouahibi
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.
Maryem Jemri
Materials Science and Radiation Team (ESMaR), Department of Physics, Faculty of Sciences, Mohammed V University of Rabat, Morocco.
Abdelmajid Hemmes
Laboratory of Organic, Bioorganic and Environmental Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco.
Hamid Nasrellah
Laboratory of Organic, Bioorganic and Environmental Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco.
Erradi EL mostafa
Molecular Electrochemistry and Inorganic Materials, Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Science and Technology, Beni Mellal, Morocco
Abdellah Zeroual
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco, El Jadida, Morocco.
Mohammed El idrissi
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.

Abstract:
Using DFT/TD-DFT calculations, this theoretical study investigates four quinoxaline-based derivatives (M1–M4) as potential electron donors for organic solar cells (OSCs). M3 stands out as the premier candidate due to its narrow band gap, expansive absorption spectrum, and high chemical softness—attributes that facilitate enhanced light harvesting and charge transport. Although M1 and M2 possess deeper HOMO levels, which could improve open-circuit voltage, their wider band gaps restrict overall absorption efficiency. These findings highlight how strategic molecular engineering can optimize quinoxaline derivatives for advanced photovoltaic performance.
Keywords: Quinoxaline derivatives, Organic solar, TD-DFT, photovoltaic applications, Energy bandgap

NOVEL Π-CONJUGATED QUINOXALINE-BASED ORGANIC MATERIALS FOR PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS: INVESTIGATION BY TD-DFT

El mostafa Benharaf
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.
Maryem Jemri
Materials Science and Radiation Team (ESMaR), Department of Physics, Faculty of Sciences, Mohammed V University of Rabat, Morocco.
Abdelmajid Hemmes
Laboratory of Organic, Bioorganic and Environmental Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco.
Hamid Nasrellah
Laboratory of Organic, Bioorganic and Environmental Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco.
Abdellah Zeroual
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco, El Jadida, Morocco.
Mohammed El idrissi
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.

Abstract:
Using DFT/TD-DFT calculations, this theoretical study investigates four quinoxaline-based derivatives (M1–M4) as potential electron donors for organic solar cells (OSCs). M3 stands out as the premier candidate due to its narrow band gap, expansive absorption spectrum, and high chemical softness—attributes that facilitate enhanced light harvesting and charge transport. Although M1 and M2 possess deeper HOMO levels, which could improve open-circuit voltage, their wider band gaps restrict overall absorption efficiency. These findings highlight how strategic molecular engineering can optimize quinoxaline derivatives for advanced photovoltaic performance.
Keywords: Quinoxaline derivatives, Organic solar, TD-DFT, photovoltaic applications, Energy bandgap

DFT/TD-DFT THEORETICAL CHARACTERIZATION OF ORGANIC DYES FOR DSSCS: ELECTRONIC STRUCTURE AND PHOTOVOLTAIC PERFORMANCE

Ahmed Arif
Faculty of Sciences and Technologies, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco
2TCPAM,
Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco
Badreddine Boukili
Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco
Mohamed Kadour Atouailaa
Faculty of Sciences and Technologies, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco
2TCPAM,
Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco
Ikram Mennas
Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco
Abdelkhalk Aboulouard
Morocco [4]Higher School of Education and Training, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco.
Mohammed El idrissi
Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco

Abstract

This computational study examines the performance of five new organic dyes MC20, MC28, MZ173, MZ175 and MK162 for dye-sensitized solar cells (DSSCs). Using density functional theory (DFT) and its time-dependent version (TD-DFT), we analyzed their electronic structure, optical absorption and photovoltaic properties. Calculations determined the energy levels (HOMO and LUMO), revealing optimal alignment with the TiO_2 conduction band, essential for efficient charge injection and reduced energy losses. Simulated absorption spectra indicate good visible and near-infrared coverage, underlining their ability to capture solar energy. In addition, analysis of key parameters such as open-circuit voltage (Voc) and injection driving force (ΔGinject) highlights efficient electron transfer to the semiconductor. Overall, the electronic and optical properties identified confirm the potential of these new dyes as promising candidates for optimizing light absorption and charge transfer in DSSCs, thus providing leads for designing future higher performance materials.

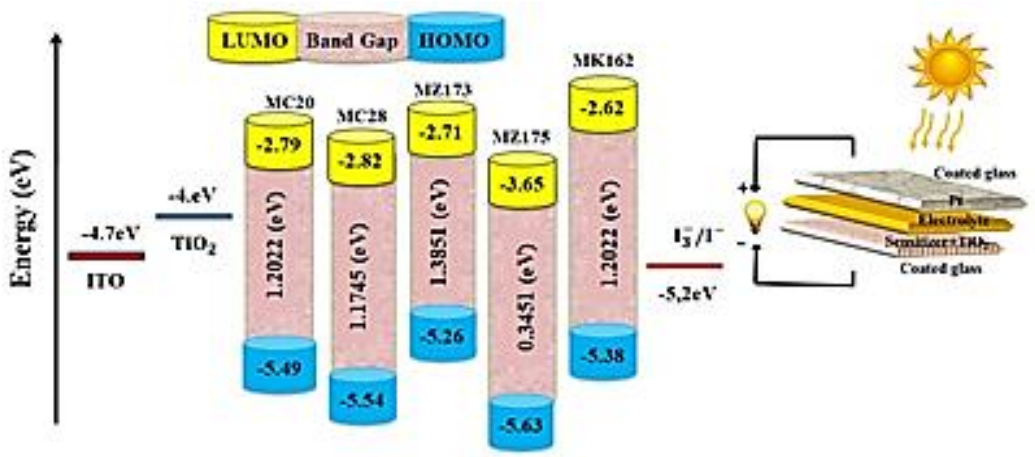


Fig. 1. Energy level of the studied compounds.

INTEGRATED VALORIZATION OF ORGANIC WASTE FOR METHANE PRODUCTION AND DIGESTATE CONVERSION INTO BIOCHAR FOR ADVANCED WATER TREATMENT IN A CIRCULAR GREEN ENERGY FRAMEWORK

CHAOUI Ayoub
Ibnou Zohr University, Faculty of sciences Agadir, Department of Chemistry, Agadir, Morocco.
Orcid: 0009-0003-4029-6854
Saghir Yahya
Ibnou Zohr University, Faculty of sciences Agadir, Department of Chemistry, Agadir, Morocco.
Orcid: 0009-0000-7906-4098
benafqir Mohamed
Ibnou Zohr University, Faculty of sciences Agadir, Department of Chemistry, Agadir, Morocco.
Orcid: 0000-0002-0393-4197
Mohamed Ezzahery
Ibnou Zohr University, Faculty of sciences Agadir, Department of Chemistry, Agadir, Morocco.
Noureddine El alem
Ibnou Zohr University, Faculty of sciences Agadir, Department of Chemistry, Agadir, Morocco.

ABSTRACT
Achieving zero waste through the efficient valorization of PBP organic waste presents an ongoing challenge, necessitating the exploration of cleaner methodologies. To address this challenge, a synergistic approach employing both anaerobic digestion (AD), a biological process, and adsorption, a physicochemical process, was adopted. The AD process facilitates the activation of biodegradable organic matter via microbial action, yielding a co-product known as digestate. This digestate, after chemical treatment with nitric acid and thermal activation at T = 500 °C, serves as the precursor for porous carbon characterized by a high specific surface area. The resultant activated carbon was employed in the treatment of wastewater containing dyes, effectively resolving issues related to solid−liquid separation in the adsorption process. Notably, the AD process demonstrated a substantial bio-methane potential (BMP), with an observed production of 15.04 L CH4 kg·SV−1 under optimal conditions of pH = 8 and an inoculum/substrate ratio of 3. Additionally, findings about the adsorption of methylene blue (MB) from water onto the activated carbon indicated a maximum adsorbed amount of 101.74 mg g−1. The experimental adsorption data exhibited excellent agreement with both pseudo-second order and Langmuir theoretical models. Furthermore, a thermodynamic analysis revealed that the adsorption process is characterized as endothermic and spontaneous. This integrated approach not only addresses the valorization of organic waste but also demonstrates the potential for generating bioenergy through AD while concurrently producing a valuable adsorbent for water treatment applications.
Key Words: Methane, anaerobic digestion, water treatment, porous carbon, adsorption.

CHEMICAL, FUNCTIONAL, AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF BEETROOT (BETA VULGARIS) PEELS AND THEIR UTILIZATION IN FUNCTIONAL BISCUIT PRODUCTION

Prof. Dr. Ashraq Monir Mahmed
Department of Food Science, College of Agricultural Engineering Sciences, University of Baghdad, Iraq
Yasameen Hameed Jasi
Department of Applied Chemistry, College of Applied Sciences, Samarra University, Samarra, Iraq
Sara Diaa Hatiff
Department of Food Science, College of Agricultural Engineering Sciences, University of Baghdad, Iraq

Abstract

This study aimed to evaluate the chemical, functional, and bioactive properties of red beetroot peels (Beta vulgaris) and to investigate their utilization as a functional ingredient in food systems through the production of fortified biscuits. Beetroot peels were collected from local markets, sun-dried, ground, and analyzed for their chemical composition, including moisture, protein, lipid, ash, fiber, and carbohydrate contents. Bioactive compounds were identified using high-performance liquid chromatography (HPLC), and antioxidant activity was assessed using the DPPH radical scavenging assay. The results indicated that beetroot peels are rich in dietary fiber (19.66%) and protein (10.67%), with low lipid content (0.89%), reflecting their high nutritional value. HPLC analysis revealed the presence of several anthocyanin compounds, with Cyanidin showing the highest concentration (458.9 ppm), followed by Pelargonidin and Malvidin. The antioxidant activity of beetroot peel extract increased with concentration and exceeded that of vitamin C at all tested levels, reaching a maximum inhibition rate of 81.08% at 500 ppm. For food application, wheat flour was partially replaced with beetroot peel powder at levels of 20%, 40%, and 60% in biscuit formulation. Sensory evaluation demonstrated acceptable consumer preference for the fortified biscuits, with no adverse effects on overall sensory attributes. These findings suggest that beetroot peels represent a promising natural source of antioxidants and functional compounds, suitable for use in functional food production and as a sustainable alternative to synthetic food additives.

Keywords: Beetroot peels, Functional foods, Antioxidant activity, Anthocyanins, HPLC, Fortified biscuits

CITTASLOW (SLOW CITY) AND SUSTAINABLE TOURISM

Leman YILDIRIM
Batman Üniversitesi Turizm Fakültesi,Turizm İşletmeciliği Bölümü
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-8549-2610

ABSTRACT

Globalization has rapidly transformed the spatial, economic, and cultural structures of cities, leading to the loss of local identity, environmental degradation, and declining quality of life. In response to these challenges, the Cittaslow (Slow City) movement has emerged as an alternative urban and tourism development model based on the principles of sustainable development and sustainable tourism. This study aims to analyze the role of the Cittaslow movement in sustainable tourism and to evaluate its contributions to environmental protection, local development, and social well-being.

The Cittaslow movement, which originated in Italy in 1999, promotes the preservation of local production, cultural heritage, environmental values, and quality of life. The slow city approach views tourism not merely as an economic activity but as a process that should be environmentally responsible, culturally sensitive, and socially inclusive. Therefore, Cittaslow cities represent ideal settings for the implementation of sustainable tourism practices.

Methods

This study adopts a qualitative research design. A systematic literature review was conducted, covering academic articles, policy documents, Cittaslow charters, and international reports related to sustainability, sustainable tourism, and the Cittaslow movement. The collected data were analyzed through content analysis to examine the relationship between Cittaslow principles and the environmental, economic, and socio-cultural dimensions of sustainable tourism.

Results

The findings indicate that Cittaslow cities contribute significantly to the protection of natural and cultural resources, the promotion of local production, and the enhancement of community-based tourism. These cities encourage small-scale, nature- and culture-oriented tourism, reducing the negative impacts of mass tourism. However, in some destinations, increased tourist demand has led to environmental pressure and urban development challenges, highlighting the need for careful planning and strong governance.

Conclusion

The Cittaslow movement provides a robust framework for sustainable tourism and local development. Its success, however, depends on effective planning, respect for carrying capacity, environmental protection, and active participation of local communities. When properly implemented, Cittaslow can serve as a model that balances tourism development with sustainability and local well-being.

Keywords: Cittaslow, slow city, sustainable tourism, sustainable development, local development.

CITTASLOW (YAVAŞ ŞEHİR) VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TURİZM

ÖZET

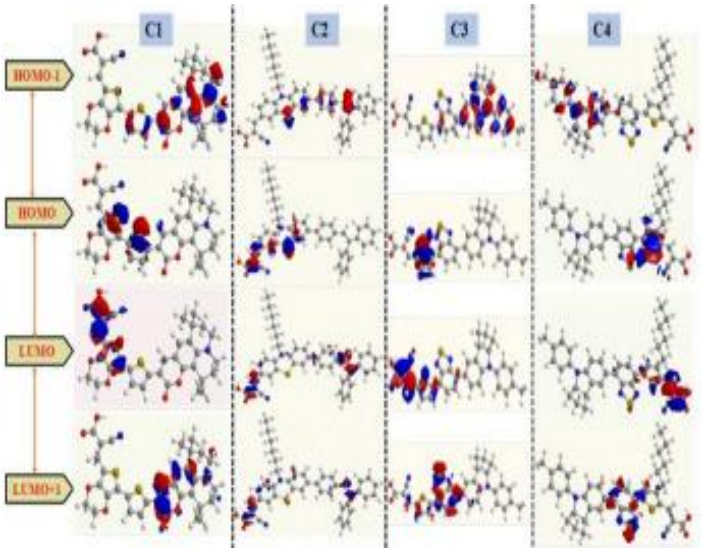
Küreselleşme süreci, kentlerin mekânsal, ekonomik ve kültürel yapısını hızla dönüştürmüş; yerel kimliklerin zayıflamasına, çevresel bozulmaya ve yaşam kalitesinin düşmesine yol açmıştır. Bu süreç karşısında ortaya çıkan Cittaslow (Yavaş Şehir) hareketi, sürdürülebilir

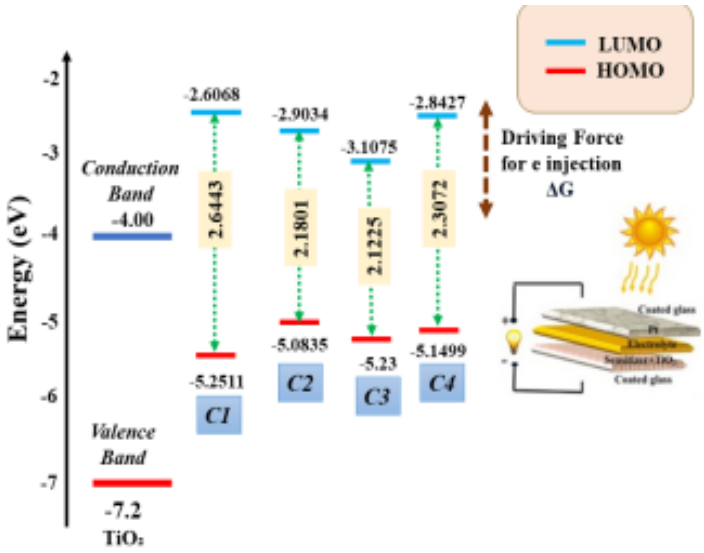
kalkınma ve sürdürülebilir turizm ilkeleri doğrultusunda alternatif bir kentleşme ve turizm modeli sunmaktadır. Bu çalışma, Cittaslow hareketinin sürdürülebilir turizm üzerindeki etkilerini analiz ederek, bu modelin çevresel koruma, yerel kalkınma ve toplumsal refah üzerindeki rolünü ortaya koymayı amaçlamaktadır.
Cittaslow hareketi, 1999 yılında İtalya'da ortaya çıkmış ve kentlerin yerel üretimlerini, kültürel mirasını, çevresel değerlerini ve yaşam kalitesini koruyarak gelişmesini hedeflemiştir. Yavaş şehir yaklaşımı, turizmin yalnızca ekonomik bir faaliyet değil; çevresel, kültürel ve sosyal bir süreç olarak ele alınması gerektiğini savunmaktadır. Bu bağlamda Cittaslow şehirleri, sürdürülebilir turizmin uygulanabileceği örnek alanlar olarak öne çıkmaktadır.
Yöntem
Araştırma nitel araştırma yöntemine dayanmaktadır. Çalışmada sürdürülebilirlik, sürdürülebilir turizm ve Cittaslow hareketine ilişkin ulusal ve uluslararası literatür sistematik olarak taranmıştır. Akademik makaleler, politika belgeleri, Cittaslow tüzükleri ve raporlar içerik analizi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda Cittaslow ilkeleri ile sürdürülebilir turizmin çevresel, ekonomik ve sosyo-kültürel boyutları arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir.
Bulgular
Araştırma sonuçları, Cittaslow şehirlerinin doğal kaynakların korunması, yerel üretimin desteklenmesi ve kültürel mirasın yaşatılması açısından sürdürülebilir turizm için güçlü bir zemin oluşturduğunu göstermektedir. Yavaş şehirler, kitlesel turizmin olumsuz etkilerini azaltarak, küçük ölçekli, doğa ve kültür temelli turizm türlerinin gelişmesini teşvik etmektedir. Bununla birlikte, bazı Cittaslow destinasyonlarında artan turistik talep, yapılaşma baskısı ve çevresel sorunlar yaratabilmektedir. Bu durum, sürdürülebilirliğin ancak etkili planlama ve yerel katılımla mümkün olduğunu ortaya koymaktadır.
Sonuç
Cittaslow hareketi, sürdürülebilir turizm ve yerel kalkınma açısından önemli bir model sunmaktadır. Ancak bu modelin başarısı; turizmin taşıma kapasitesine uygun biçimde planlanması, çevresel sınırların gözetilmesi ve yerel halkın karar süreçlerine aktif katılımı ile mümkündür. Cittaslow, doğru uygulandığında hem yerel ekonomiyi güçlendiren hem de çevreyi ve kültürel mirası koruyan bütüncül bir turizm yaklaşımı sunmaktadır.
Anahtar Sözcükler: Cittaslow, yavaş şehir, sürdürülebilir turizm, sürdürülebilir kalkınma, yerel kalkınma.

TD-DFT SCREENING OF ACRYLIC-BASED ORGANIC D-Π-A DYE MOLECULES FOR RELIABLE AND HIGHLY EFFICIENT DYE-SENSITIZED SOLAR CELLS

Mohamed Kadour Atouailaa
Faculty of Sciences and Technologies, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, 23000 Beni-Mellal, Morocco
TCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco
Bader Boukili
Faculty of Sciences and Technologies, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, 23000 Beni-Mellal, Morocco
TCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco
Arif Ahmed
Faculty of Sciences and Technologies, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, 23000 Beni-Mellal, Morocco
TCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco
Abdelkhalk Aboulouard
Higher School of Education and Training, Sultan Moulay Slimane University, Beni-Mellal, Morocco
Mustapha Boulghalat
Faculty of Sciences and Technologies, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, 23000 Beni-Mellal, Morocco
Ouahibi Kaoutar
TCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco
Mohammed El idrissi
TCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Mghila, Beni-Mellal 23000, Morocco

The design of organic sensitizer dyes is fundamental to advancing dye-sensitized solar cells (DSSCs) with outstanding photovoltaic performance. Among these, acrylic-based D–π–A π-conjugated dyes have shown significant improvements over conventional sensitizers, offering enhanced optoelectronic properties, cost-effectiveness, and structural stability. In this comprehensive theoretical study, we investigate the potential of novel acrylic-based organic D–π–A dye molecules (C1–C4) as sensitizers for DSSCs. Using density functional theory (DFT) and time-dependent DFT (TD-DFT), we analyze key properties such as frontier molecular orbitals, density of states, electron and hole reorganization energies, molecular electrostatic potential, global reactivity descriptors, and photovoltaic parameters. The study further explores how variations in donor and acceptor terminal groups influence the electronic and photovoltaic behavior of the designed dyes. The results indicate that the C1–C4 derivatives exhibit excellent optical absorption in the visible region, low excitation energies, favorable open-circuit voltages, efficient charge-transfer characteristics, and proper energy level alignment—highlighting their potential as promising sensitizers for high-performance dye-sensitized solar cells.


C1
C2
C3
C4
HOMO-1
HOMO
LUMO
LUMO+1


LUMO
HOMO
Energy (eV)
-2
-3
-4
-5
-6
-7
Conduction Band
-4.00
Valence Band
-7.2
TiO2
-2.6068
-2.9034
-3.1075
-2.8427
2.6443
2.1801
2.1225
2.3072
-5.2511
-5.0835
-5.23
-5.1499
C1
C2
C3
C4
Driving Force for e injection ΔG

BIOLOGICAL ANTIOXIDANT EFFECTS OF SELECTIVE EXTRACT FROM *ROBINIA PSEUDOACACIA* L. FLOWER

Cornelia NİCHİTA
University of Bucharest, Faculty of Physics, ICUB CTT-3Nano-SAE Research Center, Bucharest, ROMANİA
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4928-4564
National Institute for Chemical – Pharmaceutical Research and Development, Pharmaceutical Biotechnologies, Bucharest, ROMANİA
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4928-4564

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Plant antioxidants play a key role in the human body, being involved in a series of biochemical processes such as neutralizing free radicals, reducing oxidative stress, inhibiting mutations and tumor growth, reducing inflammation, stimulating the immune system and protecting DNA. In this sense, the aim of the work is to obtain a selective extract obtained from *Robinia pseudoacacia* L. whose complex chemical composition based on polyphenolic compounds like flavonoids (rutin, quercetin, kaempferol, robinetin) and phenolic acids (caffeic, ferulic) provide therapeutic and antioxidant properties.

Materials and Methods: The extractive technology consisted of a first stage in extraction by the Soxhlet method in ethyl alcohol 80º solvent, followed by processing of the crude extract by vacuum concentration with a rotary evaporator at reduced pressure, dewatering of the extract, purification with ethyl alcohol 40º, drying in oven and fine grinding. The selective *Robinia pseudoacacia* L. flower extract was analyzed by UV-VIS spectrometric method by determining total phenolic contents (TPC) expressed as gallic acid equivalent/g (mg/GAE g-1), using the Folin-Ciocalteu reagent, and total flavonoid contents (TFC) expressed as rutin equivalent/g (mg/RE g-1), by $AlCl_3$ colorimetric assay and the caffeic acid derivatives content (CADc) expressed as mg caffeic acid equivalent/g dry extract (mg/CAg-1) by using Arnows' reagent. The antioxidant activity were evaluated by *in vitro* non cellular assays, respectively chemiluminescence method in luminol-hydrogen peroxide system, DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and ABTS (2,2′azinobis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid) methods.

Results: Following the biochemical evaluation of the extract, the results are the TPC value 59.18±1.9 mg/GAE g^{-1}, the TFC value 31.29±3.4 mg/RE g^{-1}, the CADc value 18.92±2.7 mg/CAg^{-1}, and the antioxidant activity AA evaluated by the three methods presents high and sensitive values close to AA_{DPPH} (91.14%), AA_{Abts} (89.71%), AA_{CL} (91.14%)

Discussion and Conclusion: The current study has demonstrated that the application of extract processing technologies led to the obtaining of selective extract-from *Robinia pseudoacacia* L. flower with significant antioxidant activity and a chemical composition with a high content of polyphenolic compounds.

Key Words: *Robinia pseudoacacia* L., antioxidant activity, chemiluminescence method, phenolic contents, extractive technology

ENDOPHYTIC BACTERIA FROM MOROCCAN MEDICINAL PLANTS: GROWTH-PROMOTING AND BIOCONTROL CAPACITIES

Hicham EL KISSANI
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit, Polydisciplinary Faculty of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.
Hamza EL KISSANY
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit, Polydisciplinary Faculty of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.
Kaoutar ELFAZAZI
Head of Regional Center of Agricultural Research of Beni Mellal, INRA, Morocco Food Science and technologies Researcher Scientist, INRA, Morocco.
Abdelouahed HAJJAJI
Biotechnology and Sustainable Development of Natural Resources Unit, Polydisciplinary Faculty of Beni Mellal, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco.
Laboratory of Biotechnology, Environment, Agri-food and Health, Faculty of Sciences Dhar El Mahraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

Abstract
Medicinal plants (MPs) play a major socio-economic and environmental role, having been used for centuries in traditional medicine and various industries. However, they face significant abiotic pressures such as salinity, heavy metals, temperature fluctuations, and water stress, as well as increasing anthropogenic pressures, including excessive pesticide use and habitat degradation, leading to a substantial decline in wild populations and threatening the sustainability of many species. In this context, endophytic bacteria represent a promising strategy to enhance plant resilience through their growth-promoting abilities and biocontrol potential. In this study, bacterial endophytes were isolated from five Moroccan medicinal plants and evaluated for their phosphate-solubilizing capacity, ammonia production, and antifungal activity against *Aspergillus niger*. Among the 47 isolates, 8.51% showed significant phosphate solubilization, while approximately 98% produced ammonia. Additionally, 14.89% of the strains exhibited strong antifungal activity against *A. niger*, with inhibition rates exceeding 60%. These results highlight the potential of selected endophytic strains as biofertilizers and biocontrol agents, offering promising prospects for the sustainable protection of medicinal plants.
Keywords: Abiotic stress; Antifungal activity; Biofertilizers; Biocontrol; Endophytic bacteria; Medicinal plants; Phosphate solubilization

DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE YÜKSEK HIZLI TREN GELİŞİMİ VE GELECEĞİ

Cuma KILIÇ
Gazi Üniversitesi Merkez Kampüs Emniyet Mahallesi Teknoloji Fakültesi B Blok Ek Bina 2.Kat,
Fen Bilimleri Enstitüsü 06500 Yenimahalle/Ankara
ORCID: 0009-0006-0437-8627
Doç. Dr. Mustafa Kürşat ÇUBUK
Gazi Üniversitesi Merkez Kampüs Emniyet Mahallesi Teknoloji Fakültesi B Blok Ek Bina 2.Kat, Fen Bilimleri Enstitüsü 06500 Yenimahalle/Ankara
ORCID: 0000-0001-8155-7123

ÖZET
Ulaştırma altyapıları, ülkelerin ekonomik gelişimi, mekânsal bütünleşmesi ve toplumsal refah düzeyi üzerinde belirleyici bir role sahiptir ve bu altyapılar içerisinde demiryolu taşımacılığı ile yüksek hızlı tren (YHT) sistemleri, sürdürülebilir ulaşım politikalarının temel bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, dünyada ve Türkiye'de yüksek hızlı tren sistemlerinin gelişim sürecini, bu süreçte uygulanan ulaştırma politikalarını ve geleceğe yönelik yaklaşımları bütüncül bir çerçevede incelemektedir. Çalışma kapsamında Japonya, Fransa, Almanya, İspanya ve Çin gibi ülkelerdeki yüksek hızlı tren uygulamaları ele alınmış; bu sistemlerin ulaşım ağlarının verimliliği, ulaşım modları arasındaki denge ve bölgesel kalkınma üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Uluslararası örnekler, yüksek hızlı trenlerin yalnızca seyahat sürelerini kısaltan teknik yatırımlar olmadığını, aynı zamanda ekonomik entegrasyonu güçlendiren, çevresel etkileri azaltan ve mekânsal gelişimi yönlendiren stratejik altyapı unsurları olduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye açısından değerlendirildiğinde, yüksek hızlı tren projeleri uzun yıllar hâkim olan karayolu ağırlıklı ulaştırma anlayışından daha dengeli ve sürdürülebilir bir ulaşım sistemine geçişin önemli bir göstergesi niteliğindedir. 2009 yılında Ankara–Eskişehir hattı ile başlayan YHT süreci, Ankara–İstanbul ve Ankara–Konya hatlarının devreye alınmasıyla genişlemiş ve demiryolu taşımacılığı şehirler arası yolcu taşımacılığında yeniden güçlü ve rekabetçi bir alternatif hâline gelmiştir. Bu yatırımların şehirler arası etkileşimi artırdığı, bölgesel kalkınmayı desteklediği ve ulaştırma sisteminin genel verimliliğine katkı sağladığı görülmektedir. Sonuç olarak çalışma, yüksek hızlı tren sistemlerinin Türkiye'nin uzun vadeli ulaştırma ve kalkınma hedefleri açısından stratejik bir öneme sahip olduğunu ortaya koymakta ve YHT yatırımlarının bütüncül planlama anlayışıyla geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Yüksek Hızlı Tren, Demiryolu Taşımacılığı, Ulaştırma Politikaları, Bölgesel Kalkınma, Sürdürülebilir Ulaşım.

THE DEVELOPMENT AND FUTURE OF HIGH SPEED RAIL IN THE WORLD AND IN TURKEY

ABSTRACT
Transportation infrastructure plays a decisive role in countries' economic development, spatial integration, and level of social welfare. Within this infrastructure, rail transport and high-speed train (HST) systems stand out as one of the fundamental components of sustainable transportation policies. This study examines the development process of high-speed train systems around the world and in Turkey, the transportation policies implemented during this process, and future approaches within a comprehensive framework. The study examines high-speed rail applications in countries such as Japan, France, Germany, Spain, and China, evaluating the efficiency of these systems' transportation networks, the balance between

transportation modes, and their impact on regional development. International examples reveal that high-speed trains are not merely technical investments that shorten travel times, but also strategic infrastructure elements that strengthen economic integration, reduce environmental impacts, and guide spatial development. From Turkey's perspective, high-speed rail projects represent an important indicator of the transition from the long-dominant road-centric transportation approach to a more balanced and sustainable transportation system. The YHT process, which began in 2009 with the Ankara–Eskişehir line, expanded with the commissioning of the Ankara–Istanbul and Ankara–Konya lines, and rail transport has once again become a strong and competitive alternative in intercity passenger transport. These investments have been seen to increase inter-city interaction, support regional development, and contribute to the overall efficiency of the transportation system. In conclusion, the study reveals that high-speed train systems are of strategic importance for Turkey's long-term transportation and development goals and emphasizes the need to develop YHT investments with a comprehensive planning approach.

Keywords: High-Speed Rail, Railway Transportation, Transportation Policies, Regional Development, Sustainable Transportation.

ÇAĞDAŞ SERAMİK SANATINDA YARATICI SÖYLEM VE YENİDEN "OLUŞTURMA" SÜRECİNDE GLEN MARTİN TAYLOR ÖRNEĞİ

Seda ÖZCAN ÖZDEN
Cappadocia University, Faculty of Architecture, Design and Fine Arts, Department of Graphic Design, 50420, Ürgüp, Nevşehir, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9181-9326
Naile ÇEVİK
Ankara Hacı Bayram Veli University, Faculty of Fine Arts, Department of Sculpture, 6830, Gölbaşı, Ankara
ORCID: 0000-0001-6448-1534

ÖZET
Günümüzde sanat alanı oldukça geniş bir yelpazede değerlendirilmektedir. Bu durum sanat alanında yer alan tüm pratiklerin çok yönlü bir karaktere ve kimliğe sahip olması yaklaşımını da beraberinde getirmektedir. Toplumsal ve bireysel süreçlerin çağdaş sanat alanına yansıdığı bu dönem, bir anlamda yaratıcılık temasına da odaklanmayı öncelik olarak sunmaktadır. Bu süreç sanatçının, zihinsel ve duygusal imgelerini içsel bir süzgeçten geçirerek konu, kavram, malzeme ve sergileme alanları gibi birçok değişken aracılığı ile oluşturduğu bireysel bir yaklaşımı da ortaya koyabilmektedir.
İnsanların genel yaşamında günlük olarak kullandığı nesnelerinin gerçek anlamlarından koparılarak yeni anlam arayışları ile yorumlanması durumu sanat tarihi bağlamında ilk olarak Kübist sanatçılar tarafından kullanılmıştır. Bu özgün üretimler bir anlamda kolaj ve asamblaj çalışmalarının öncüleri olarak değerlendirilmektedir. Dönemin sanatçıları aracılığı ile uygulaması yapılan bu üretimlerde sanatçılar tarafından kullanılan nesnelerde geleneksel sanatın biçim ve malzeme anlayışı değiştirilerek sanatçılara yeni ifade olanakları aracılığı ile bir yeniden "oluşturma" süreci sunmuştur.
Sanat alanında önemli bir yere sahip olan bu deneysel süreç ve yaratıcılık temaları çeşitli atık malzeme ve hazır nesnelerin kullanımı aracılığı ile sanatsal kolajlar ve asamblajlar üretmiş olan sanatçı Glen Martin Taylor özelinde incelenmektedir. Bu çalışmanın konusu olan Taylor'un üretimleri sanatçının hem Japon Kintsugi sanatına duymuş olduğu ilgiyi hem de kırgınlığı onarma sembolizmine bir gönderme yapmaktadır. Sanatçının özgün bir bakış açısı ile ortaya koyduğu bu iki ve üç boyutlu seramik çalışmalarını, onun duygu ve düşüncelerini ifade edebilmek için tercih ettiği yeni bir sanatsal pratik olarak değerlendirmek mümkündür. Bu bağlamda "Çağdaş Seramik Sanatında Yaratıcı Söylem ve Yeniden "Oluşturma" Sürecinde Glen Martin Taylor Örneği" başlıklı çalışma, Glen Martin Taylor'un çağdaş seramikleri ve alternatif malzeme kullanımı ile ortaya koyduğu kolajları/asamblajları aracılığı ile "kişisel/bireysel" diyaloğunu ortaya çıkarmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Sanat, Seramik, Kolaj, Asamblaj, Yaratıcılık, Glen Martin Taylor

THE EXAMPLE OF GLEN MARTIN TAYLOR IN CREATIVE DISCOURSE AND THE PROCESS OF "RE-CREATION" IN CONTEMPORARY CERAMIC ART

ABSTRACT
Today, the field of art is evaluated across a very broad spectrum. This situation brings with it the approach that all practices within the field of art have a multifaceted character and identity. This period, in which social and individual processes are reflected in the field of contemporary art, prioritizes focusing on the theme of creativity. This process can also reveal an individual approach created by the artist through many variables such as subject, concept, material, and exhibition areas, by filtering their mental and emotional images through an internal lens.

The practice of reinterpreting everyday objects by detaching them from their literal meanings and seeking new interpretations was first employed in art history by Cubist artists. These original works are considered, in a sense, precursors to collage and assemblage techniques. Through the artists of the time, these works transformed the traditional understanding of form and material in the objects used, offering artists a process of "recreation" through new expressive possibilities.

This study examines the experimental process and themes of creativity, which hold a significant place in the field of art, through the artist Glen Martin Taylor, who has produced artistic collages and assemblages using various waste materials and ready-made objects. Taylor's works, the subject of this study, reflect both his interest in Japanese Kintsugi art and a reference to the symbolism of healing hurt. These two- and three-dimensional ceramic works, created with a unique perspective, can be considered a new artistic practice chosen by the artist to express his feelings and thoughts. In this context, the study titled "Creative Discourse and the Process of 'Re-creation' in Contemporary Ceramic Art: The Example of Glen Martin Taylor" reveals Glen Martin Taylor's "personal/individual" dialogue through his contemporary ceramics and collages/assemblies created using alternative materials.

Keywords: Art, Ceramics, Collage, Assemblage, Creativity, Glen Martin Taylor

ELASTIC PROPERTIES OF E GLASS COMPOSITES LAMINATED

Adel DELIOU
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Takiyeddine Bouklia
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Samir DJIMLI
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Mohamed Kemiha
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
Abdelkader FIDJAH
University of Djelfa, Mechanics and Materials Development Laboratory

ABSTRACT
The aim of our work is to characterize the elastic behavior of a unidirectional glass fiber reinforced composite laminate with a 60% volume fraction of epoxy resin matrix E. The determination of the elastic constants of the specifically orthotropic composite laminate is estimated using the rule of mixtures, and macro-mechanical studies have allowed us to determine the evolution of elastic constants based on fiber orientation and calculate the variation of thermo elastic quantities according to fiber orientation. Under the combined effect of mechanical stresses and temperature variations, the overall thermomechanical deformations of the unidirectional laminate will be determined by introducing longitudinal and transverse thermal expansions of the composite.
Keywords: Unidirectional composite laminate, thermo elastic behavior, fiber orientation

DESIGN AND APPLICATION OF A LOW-COST OPENPLC ARDUINO SYSTEM FOR SMART IRRIGATION CONTROL

Hakima CHERIF
Department of Electrical Engineering, Laboratory of Electrical Engineering and Renewable Energies of El-Oued (LGEERE), University of ELoued,3900, El Oued, Algeria.
Madiha MAAMIR
Department of Electrical Engineering, Laboratory of Electrical Engineering and Renewable Energies of El-Oued (LGEERE), University of ELoued,3900, El Oued, Algeria.
Nassiba ALLAG
Department of Electrical Engineering, Laboratory of Electrical Engineering and Renewable Energies of El-Oued (LGEERE), University of ELoued,3900, El Oued, Algeria.
Hania ABOUB
Faculty of fuels and renewable energies and earth and cosmic Sciences, University of Kasdi Merbeh ,30000, Ouargla, Algeria

ABSTRACT :
Programmable Logic Controllers (PLCs) are essential components in industrial automation, agriculture, and embedded control systems due to their reliability and real-time operation. However, conventional PLCs available on the market are often expensive, closed-source, and require proprietary software and hardware, which limits their accessibility for small-scale applications, education, and developing regions. This work presents the design, realization, and practical application of a low-cost open-source programmable logic controller, referred to as the OpenPLC Arduino.
The proposed OpenPLC Arduino system is based on an Arduino Uno microcontroller and follows the general architecture of industrial PLCs. The developed board includes four isolated digital inputs, six analog inputs, and four relay-based outputs, allowing safe and reliable interfacing with sensors and actuators. Electrical isolation is ensured using optocouplers and relays, while protection circuits are implemented to enhance system robustness. The control logic is programmed using the Arduino Integrated Development Environment (IDE), providing a free and user-friendly programming platform.
To validate the effectiveness of the proposed OpenPLC Arduino, it is applied to the control of a pivot sprinkler irrigation system. The irrigation process is automatically managed using a soil moisture sensor, enabling intelligent control of the water pump and sprinkler rotation motor. A GRAFCET-based control strategy is adopted to describe and implement the sequential operation of the system. Experimental results demonstrate that the irrigation system operates efficiently, maintains appropriate soil moisture levels, and reduces unnecessary water consumption.
The results confirm that the OpenPLC Arduino provides satisfactory performance at a significantly lower cost compared to commercial PLCs. This solution represents an effective, flexible, and economical alternative for automation applications in agriculture, education, and small industrial systems.

Keywords
OpenPLC Arduino, Programmable Logic Controller, Smart irrigation, Agricultural automation; Low-cost control system, Embedded systems.

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A LOW-COST OPENPLC ARDUINO SYSTEM FOR COLD ROOM CONTROL

Hakima CHERIF
Department of Electrical Engineering, Laboratory of Electrical Engineering and Renewable Energies of El-Oued (LGEERE), University of ELoued,3900, El Oued, Algeria.
Nassiba ALLAG
Department of Electrical Engineering, Laboratory of Electrical Engineering and Renewable Energies of El-Oued (LGEERE), University of ELoued,3900, El Oued, Algeria.
Madiha MAAMIR
Department of Electrical Engineering, Laboratory of Electrical Engineering and Renewable Energies of El-Oued (LGEERE), University of ELoued,3900, El Oued, Algeria.
Hania ABOUB
Faculty of fuels and renewable energies and earth and cosmic Sciences, University of Kasdi Merbeh ,30000, Ouargla, Algeria

ABSTRACT :
Programmable Logic Controllers (PLCs) are widely used in industrial automation to control manufacturing processes and smart industrial systems due to their reliability, robustness, and ease of operation. However, commercial PLCs remain expensive and are based on closed architectures, which limits their accessibility in developing countries, educational environments, and small-scale industrial applications. This work presents the design, realization, and application of a low-cost OpenPLC system based on an Arduino microcontroller as an affordable and open-source alternative to conventional industrial PLCs.
The proposed OpenPLC system is built using an Arduino Uno board as the central processing unit, combined with isolated digital input and relay-based output modules to ensure safe interfacing with industrial sensors and actuators. The hardware architecture includes optocouplers for electrical isolation, relay outputs for load control, and external power supplies compatible with industrial voltage levels. The control logic is developed using the Arduino Integrated Development Environment (IDE) and programmed in Arduino C language, following industrial automation principles.
To validate the performance and reliability of the developed OpenPLC system, it is applied to the control of a cold room prototype. The cold room is designed to maintain a controlled temperature range using temperature sensors, cooling fans, thermoelectric modules, and actuators managed by the OpenPLC Arduino card. A GRAFCET-based control strategy is implemented to regulate the operating states of the system according to temperature conditions. Experimental results demonstrate that the OpenPLC Arduino system operates effectively and achieves control performance comparable to commercial PLCs for basic industrial applications. The proposed solution offers a cost-effective, flexible, and educational platform for industrial automation and control system development.

Keywords
OpenPLC; Arduino; Programmable Logic Controller; Industrial automation; Cold room control; Low-cost control systems.

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ'NDE OROGRAFİK VE TERMAL RÜZGÂR KARAKTERİSTİKLERİNİN ENERJİ POTANSİYELİ AÇISINDAN İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ÖZTÜRK
Artvin Çoruh University, Department of Machinery and Metal Technologies, Artvin, Turkey
ORCID: 0000-0002-5560-0578
Dr. Öğr. Üyesi Fatin SÖNMEZ
Artvin Çoruh University, Department of Machinery and Metal Technologies, Artvin, Turkey
ORCID: 0000-0002-9630-1232

ÖZET
Bu çalışma, Türkiye'nin karmaşık topografik yapısına sahip Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Artvin ilinin rüzgâr enerjisi potansiyelini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma kapsamında, il genelini temsil eden dokuz farklı istasyondan (Ardanuç, Arhavi, Artvin (Merkez), Artvin (Yukarımaden), Borçka, Hopa, Murgul, Şavşat ve Yusufeli) elde edilen 2025 yılına ait rüzgâr verileri kullanılmıştır. Rüzgâr verilerinin frekans dağılımları Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu ile modellenmiş; şekil (k) ve ölçek (c) parametreleri Maksimum Olabilirlik Yöntemi (MLE) kullanılarak hesaplanmıştır. Analiz bulguları, Artvin genelinde iki farklı rüzgâr rejiminin hâkim olduğunu ortaya koymaktadır. Sahil şeridinde (Arhavi) rüzgâr akışının yıl boyunca yüksek kararlılık gösterdiği ve baz yük santralleri için uygun olduğu tespit edilmiştir. İç kesimlerde, özellikle Yusufeli bölgesinde ise vadi-dağ meltemlerine bağlı olarak yaz aylarında rüzgâr hızının arttığı ve bu bölgenin güneş-rüzgâr hibrit sistemleri için elverişli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Şavşat istasyonunda düşük rüzgâr hızları ölçülmesine rağmen hesaplanan $k = 3{,}88$ bölgedeki rüzgârın türbülanssız ve düzenli olduğunu göstermiş. Bu durum potansiyelin vadi tabanlarında değil, yüksek rakımlı sırt hatlarında aranması gerektiğini kanıtlamıştır. Sonuç olarak çalışma, Artvin gibi engebeli arazilerde yapılacak yatırımlarda sadece rüzgâr hızının değil, orografik yapı ve rüzgâr kararlılığının da dikkate alındığı mikro-konumlandırma stratejilerinin önemini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Rüzgâr Enerjisi, Weibull Dağılımı, Artvin, Yenilenebilir Enerji, Orografik Etki.

STATISTICAL ANALYSIS OF OROGRAPHIC AND THERMAL WIND CHARACTERISTICS IN THE EASTERN BLACK SEA REGION IN TERMS OF ENERGY POTENTIAL

ABSTRACT
This study aims to analyze the wind energy potential of Artvin province, located in the Eastern Black Sea Region of Turkey, which is characterized by a complex topographic structure. Within the scope of the study, wind data from the year 2025 were utilized, obtained from nine different stations representing the province (Ardanuç, Arhavi, Artvin (Merkez), Artvin (Yukarımaden), Borçka, Hopa, Murgul, Şavşat and Yusufeli). The frequency distributions of the wind data were modeled using the Weibull probability density function, and the shape (k) and scale (c) parameters were calculated using the Maximum Likelihood Estimation (MLE) method. The analysis findings reveal that two distinct wind regimes are dominant across Artvin. In the coastal strip (Arhavi), it was determined that the wind flow exhibits high stability throughout the year, making it suitable for base-load power plants. In the inland areas, particularly in the Yusufeli region, wind speeds were found to increase during the summer months due to valley-mountain breezes, indicating that this region is favorable for hybrid solar-wind systems.

Furthermore, although low wind speeds were measured at the Şavşat station $k = 3.88$ indicated that the wind in the region is regular and lacks turbulence. This demonstrates that the wind energy potential should be sought along high-altitude ridge lines rather than on valley floors. Consequently, this study emphasizes the importance of micro-siting strategies that consider not only wind speed but also orographic structure and wind stability for investments in rugged terrains like Artvin.
Keywords: Wind Energy, Weibull Distribution, Atvin, Renewable Energy, Orographic Effect.

GİRİŞ

21. yüzyılın en büyük küresel sorunlarından biri olan enerji talebindeki hızlı artış ve buna bağlı olarak gelişen çevresel bozulma, ülkeleri enerji politikalarını yeniden gözden geçirmeye zorlamaktadır. Fosil yakıtların neden olduğu sera gazı emisyonları ve küresel iklim değişikliği ile mücadele kapsamında, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş, uluslararası anlaşmalarla taahhüt altına alınan stratejik bir öncelik haline gelmiştir (The Paris Agreement, 2015). Bu kaynaklar arasında rüzgâr enerjisi; teknolojisinin olgunlaşması, maliyetlerinin düşmesi ve yüksek enerji geri ödeme oranı sayesinde, küresel enerji portföyünde en hızlı büyüyen sektörlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC) raporlarına göre, kurulu rüzgâr gücü kapasitesi her geçen yıl rekor tazelemekte ve enerji arz güvenliğinde kritik bir rol oynamaktadır (GWEC, 2024).

Türkiye, gelişmekte olan bir ekonomi olarak artan enerji ihtiyacını karşılamak ve dışa bağımlılığını azaltmak amacıyla yenilenebilir enerji yatırımlarına büyük önem vermektedir. Coğrafi konumu itibariyle üç tarafı denizlerle çevrili olan ve zengin topografik özelliklere sahip olan Türkiye, Avrupa'nın en yüksek rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip ülkelerinden biridir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayınlanan Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA), ülkenin özellikle batı kıyıları, Marmara Bölgesi ve belirli koridorlarda yüksek rüzgâr hızlarına sahip olduğunu göstermektedir (REPA, 2024). Ancak, rüzgâr enerjisi santrallerinin (RES) verimliliği sadece ortalama rüzgâr hızına değil, aynı zamanda rüzgârın sürekliliğine, türbülans yoğunluğuna ve yönsel kararlılığına da doğrudan bağlıdır (Ilkiliç, 2012).

Özellikle dağlık, engebeli ve karmaşık arazi yapısına sahip bölgelerde rüzgâr akışı, orografik etkiler, yüzey pürüzlülüğü ve termal kararsızlıklar nedeniyle kısa mesafelerde büyük değişimler gösterebilmektedir (Yamaguchi ve ark., 2024). Bu tür bölgelerde, bölgesel veya makro ölçekli modeller yerine, yerel meteorolojik verilerle yapılan mikro ölçekli analizler hayati önem taşımaktadır. Literatürde, Türkiye'nin farklı bölgeleri için Weibull dağılımının rüzgâr profilinin başarıyla modellediğini gösteren çok sayıda çalışma mevcuttur (Bilgili ve ark., 2010; Daş ve ark., 2019; Köse ve ark., 2024; Serttaş, 2025).

Buna karşın, Türkiye'nin topografik açıdan en zorlu bölgelerinden biri olan Doğu Karadeniz Bölgesi ve özellikle Artvin ili, rüzgâr enerjisi literatüründe yeterince temsil edilmemektedir. Bölge, Kaçkar Dağları'nın oluşturduğu doğal bariyer ve derin Çoruh Vadisi sistemi nedeniyle, kıyı şeridi ile iç kesimler arasında keskin iklimsel farklılıklar barındırmaktadır. Kıyı kesimlerinde deniz meltemleri ve nemli hava kütleleri hâkimken, iç kesimlerde vadi yapısı ve termal rüzgârların etkisiyle kendine özgü rüzgâr rejimleri oluşmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, Artvin ilinin rüzgâr enerjisi potansiyelini, farklı rakım ve topografik özelliklere sahip 9 farklı meteoroloji istasyonunun güncel 2025 yılı verilerini kullanarak detaylı bir şekilde analiz etmektir. Çalışma, sadece ortalama rüzgâr hızlarını sunmakla kalmayıp, rüzgâr enerjisi endüstrisinde standart kabul edilen Weibull Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu parametrelerini (k ve c) her bir istasyon için türeterek literatürdeki bu boşluğu doldurmayı hedeflemektedir. Ayrıca, Rüzgâr gülü analizleri ile hâkim rüzgâr yönleri belirlenerek, olası türbin yerleşimi ve yönelimleri için teknik veriler sağlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin karmaşık topografyasını temsil eden Tablo 1'de verilen Artvin iline ait 9 adet meteoroloji istasyonunun rüzgâr verileri kullanılmıştır. Veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) kayıtlarından temin edilmiş olup, 1 Ocak 2025 ile 31 Aralık 2025 tarihleri arasındaki günlük ortalama rüzgâr hızı, maksimum rüzgâr hızı ve rüzgâr yönü parametrelerini kapsamaktadır. Rüzgâr hızı ölçümleri yerden 10 metre yükseklikteki anemometreler ile gerçekleştirilmiştir. Ham veri setleri istatistiksel analize tabi tutulmadan önce, hatalı okumaların (örneğin negatif değerler veya fiziksel sınırları aşan uç değerler) ve eksik verilerin temizlenmesi amacıyla kalite kontrol prosedürleri uygulanmıştır (de Feiter ve ark., 2025; Lu ve ark., 2024).

Tablo 1. ***Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonları ve konum özellikleri***

İstasyon Adı	İstasyon No	Karakteristik Özelliği
Ardanuç	18218	İç Kesim / Vadi Tabanı
Arhavi	18554	Kıyı Şeridi (Deniz Etkisi)
Artvin (Merkez)	17045	Yamaç / Şehir Merkezi
Artvin (Yukarımaden)	18970	Yüksek Rakım / Dağlık
Borçka	18555	Vadi Girişi (Nemli)
Hopa	17042	Kıyı Şeridi (Liman Bölgesi)
Murgul	18556	İç Vadi (Korunaklı)
Şavşat	18217	Yüksek Plato
Yusufeli	18216	Derin Vadi (Mikroklima)

Rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesinde, rüzgâr hızı frekans dağılımının doğru modellenmesi kritik öneme sahiptir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, özellikle karmaşık arazi yapısına sahip bölgelerde iki parametreli Weibull dağılımının, diğer istatistiksel modellere kıyasla rüzgâr rejimini en düşük hata payı ile temsil ettiğini teyit etmektedir (de Feiter ve ark., 2025; Doğanşahin ve ark., 2019). Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu şu şekilde ifade edilir (eşitlik 1):

$$f(v) = (k/c)(v/c)^{k-1}\exp[-(v/c)^k] \qquad (1)$$

Weibull kümülatif dağılım fonksiyonu ise eşitlik (2)'de verilmiştir.

$$F(v) = 1 - \exp[-(v/c)^k] \qquad (2)$$

Burada; v rüzgâr hızını (m/s), k dağılımın şeklini belirleyen şekil parametresini ve c (m/s) ortalama rüzgâr hızıyla ilişkili olan ölçek parametresini temsil eder. k değeri bölgenin rüzgâr rejiminin kararlılığı hakkında bilgi verirken, c değeri rüzgâr potansiyelinin büyüklüğünü gösterir. Bu çalışmada, şekil k ve c parametrelerinin hesaplanmasında Maksimum olabilirlik yöntemi (MLE) kullanılmıştır (Makalic & Schmidt, 2023; Pérez Londo ve ark., 2025).

Rüzgâr santrallerinin verimliliği, türbinlerin hâkim rüzgâr yönüne göre optimize edilmiş yerleşimine doğrudan bağlıdır. Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL) tarafından

2024 yılında yayınlanan rapor, modern rüzgâr enerji santrali tasarımlarında rüzgâr gülü analizinin, türbinler arası gölgeleme kayıplarını minimize etmede en kritik adım olduğunu ortaya koymaktadır (Lopez ve ark., 2024). Bu kapsamda, Artvin'in vadi ve kıyı istasyonları için 16 sektörlü Rüzgâr gülü diyagramları oluşturulmuş; rüzgârın esme sıklığı ve enerji taşıyan rüzgârların yönsel dağılımı analiz edilmiştir. Bu analiz, özellikle Şahin ve Türkeş'in (2019) Türkiye'nin kıyı ve iç kesim rüzgâr potansiyeli arasındaki farkları vurguladığı çalışmasıyla uyumlu olarak, orografik etkilerin rüzgâr yönü üzerindeki belirleyici rolünü somutlaştırmaktadır (Şahin & Türkeş, 2019).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, Artvin ili genelindeki 9 farklı meteoroloji istasyonunun 2025 yılı rüzgâr verileri kullanılarak elde edilen istatistiksel analiz sonuçları sunulmuştur. Rüzgâr enerjisi santrallerinin yıllık enerji üretim tahminlerinde, rüzgâr hızının aylık ve mevsimsel salınımları belirleyici rol oynamaktadır. Çalışma kapsamındaki istasyonların aylık ortalama rüzgâr hızları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. ***İstasyonlara göre aylık ortalama rüzgâr hızları (m/s)***

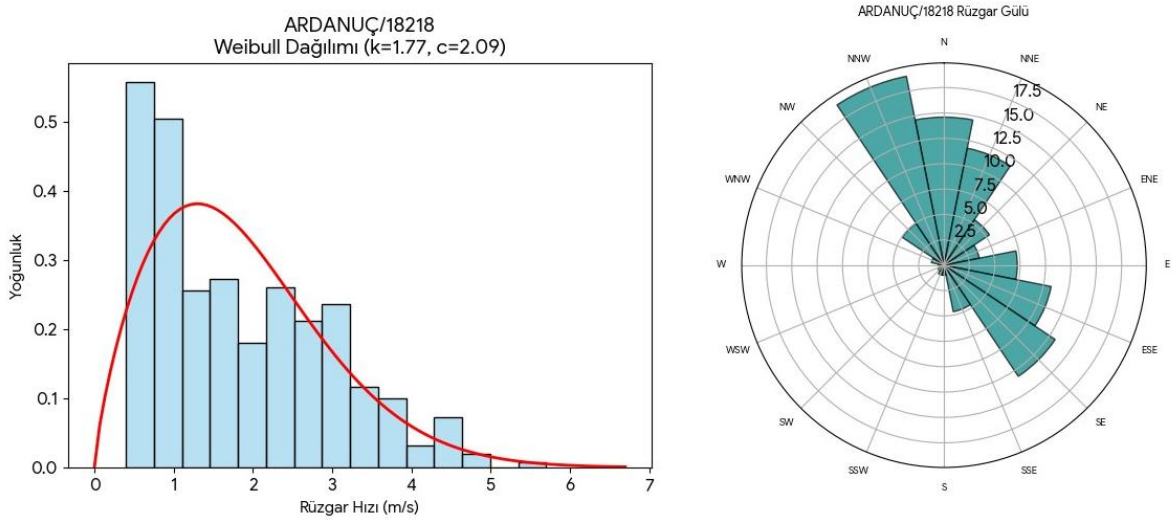
İstasyon Adı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ardanuç	0,81	1,22	1,30	2,26	2,14	2,92	2,95	3,29	2,20	1,25	0,72	0,82
Arhavi	3,10	3,10	3,15	2,86	2,92	3,02	2,67	2,83	2,94	3,26	3,19	3,40
Artvin (Merkez)	1,21	1,35	1,39	1,71	1,72	2,07	1,95	2,10	1,62	1,15	1,10	1,22
Artvin (Yukarımaden)	2,52	2,61	2,48	2,74	2,71	3,40	3,13	3,40	2,66	2,15	2,34	2,44
Borçka	1,33	1,44	1,44	1,90	1,92	1,92	1,87	1,85	1,62	1,22	0,94	1,40
Hopa	2,60	2,22	1,96	1,37	1,34	1,45	1,50	1,75	1,72	2,00	2,13	3,41
Murgul	1,49	1,58	1,70	1,78	1,74	1,80	1,62	1,57	1,56	1,45	1,56	1,65
Şavşat	0,60	0,77	0,86	1,09	1,06	1,12	1,10	1,09	0,96	0,72	0,66	0,67
Yusufeli	1,20	1,85	1,66	2,44	2,54	3,33	3,16	**3,75**	2,48	1,72	1,15	1,17

Çalışma sonucunda, Artvin kıyı şeridinde yer alan Arhavi istasyonunda yıllık ortalama rüzgâr hızı 3,04 m/s olarak belirlenmiştir. Bu değer, Doğu Karadeniz kıyı şeridinin genel rüzgâr rejimi ile uyumludur. Akpınar ve ark. (2018) Türkiye'nin farklı bölgelerinde rüzgâr hızı dağılımını incelediği çalışmada kıyı kesimlerde iç bölgelere kıyasla daha yüksek ortalama rüzgâr hızlarına sahip olduğunu belirlemişlerdir (Akpınar ve ark., 2018). Arhavi'nin bu çalışmayla tutarlı sonuçlar vermesi, bölgedeki kıyı rüzgârlarının homojen bir yapı sergilediğini ve Karadeniz üzerinden gelen hava kütlelerinin baskınlığını teyit etmektedir.
İç kesimlerde yer alan Yusufeli istasyonu ise Ardanuç ve Murgul gibi diğer vadi istasyonlarına kıyasla daha yüksek bir potansiyel sergilemektedir. Özellikle Yusufeli'nde yaz aylarında (Ağustos) gözlemlenen 3,75 m/s'lik ortalama hız, literatürde "dağ-vadi meltemleri" olarak tanımlanan termal sirkülasyonun tipik bir örneğidir. Benzer bir termal vadisel rüzgâr yapısı, İsviçre Alpleri'ndeki Rhone Vadisi üzerine yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir. Burada yaz mevsiminde gündüz vadiden yükselen rüzgârlar önemli rüzgâr hızları göstermektedir. Bu da dar ve derin vadilerde gündüz ısınmasına bağlı olarak rüzgâr hızlarının arttığı termal sistemlerle uyumludur (Schmid ve ark., 2020). Bu bulgu, Yusufeli'nin sadece kışın değil, özellikle yaz aylarında artan soğutma yüklerini karşılamak için hibrit enerji sistemlerinde değerlendirilebileceğini göstermektedir.
İstasyonların rüzgâr hızı frekans dağılımları, Weibull olasılık yoğunluk fonksiyonu ile modellenmiş ve elde edilen şekil (k) ve ölçek (c) parametreleri Tablo 3'te sunulmuştur.

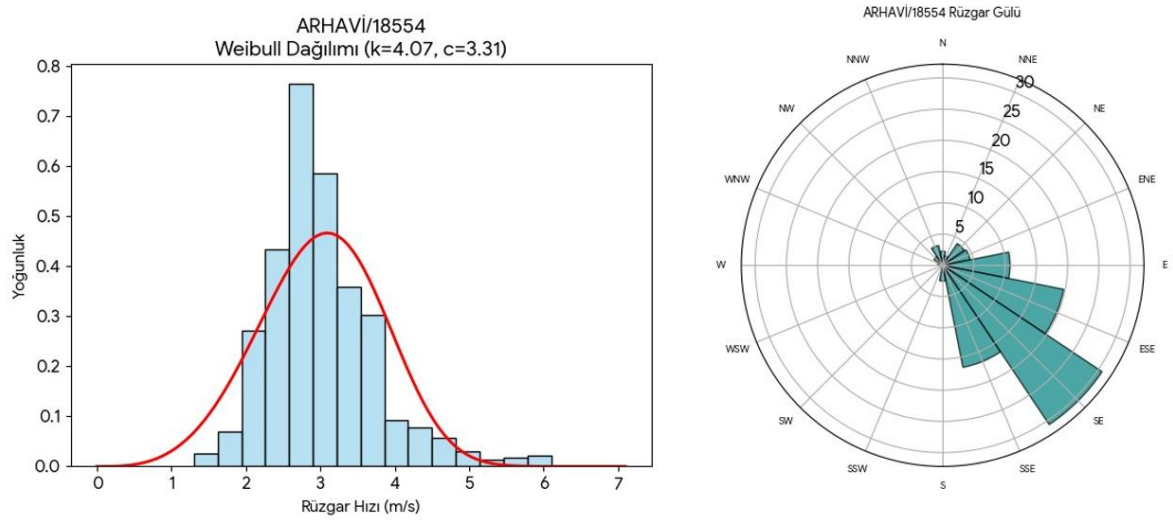
Tablo 3. ***İstasyonların yıllık Weibull şekil parametreleri***

İstasyon Adı	**Şekil Parametresi (k)**	**Ölçek Parametresi (c) [m/s]**	**Rüzgâr Karakteristiği**
Ardanuç	1,77	2,09	Düzensiz
Arhavi	4,07	3,31	Çok Düzenli / Kararlı
Artvin (Merkez)	2,72	1,75	Düzenli / Orta Potansiyel
Artvin (Yukarımaden)	2,91	3,06	Düzenli / Yüksek Potansiyel
Borçka	3,34	1,75	Çok Düzenli / Düşük Hız
Hopa	1,89	2,17	Değişken / Darbeli
Murgul	4,80	1,76	Son Derece Düzenli (Düşük Hız)
Şavşat	3,88	0,99	Zayıf Potansiyel
Yusufeli	1,92	2,50	Değişken (Termal Etkili)

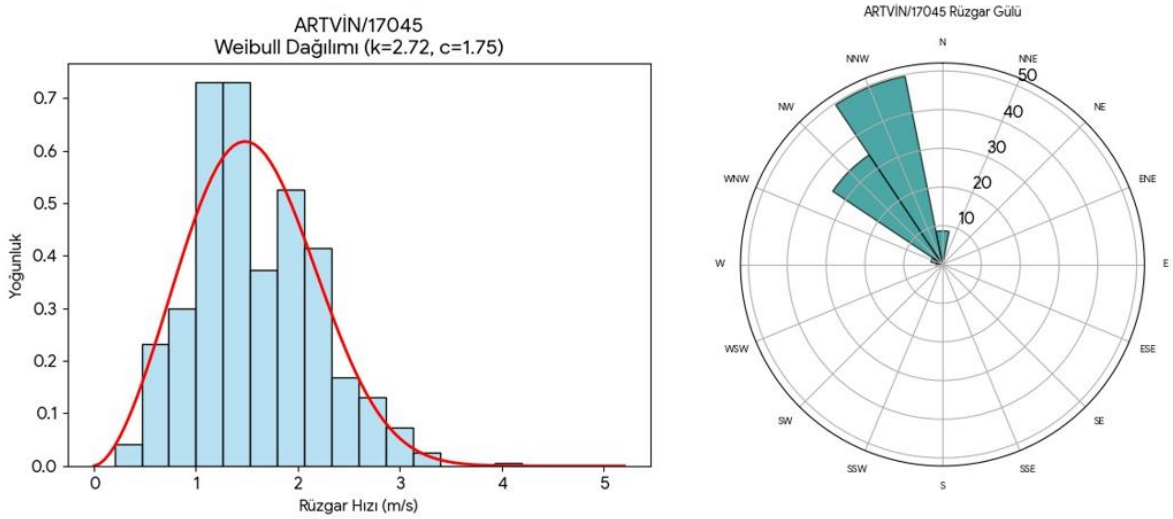
Weibull şekil parametresi rüzgâr hızının kararlılığını gösteren en önemli göstergedir. Arhavi (Şekil 2) ve Murgul istasyonları (Şekil 7) için hesaplanan k değerleri, Türkiye ortalamasının ($k \cong 1{,}8 - 2{,}2$) oldukça üzerindedir. Literatürde $k = 3$ değerleri, rüzgârın çok düzenli estiğini ve türbülansın düşük olduğunu ifade eder. Artvin'in bu istasyonlarındaki olağanüstü yüksek k değerleri, topografik korunaklılığın rüzgârın varyansını düşürdüğünü ve enerji üretiminde şebeke dalgalanmalarını minimize edecek "kaliteli" bir rüzgâr sunduğunu göstermektedir (Durak & Özer, 2012).



Şekil 1. ***Ardanuç istasyonu Weibull olasılık yoğunluk dağılımı ve rüzgâr gülü***



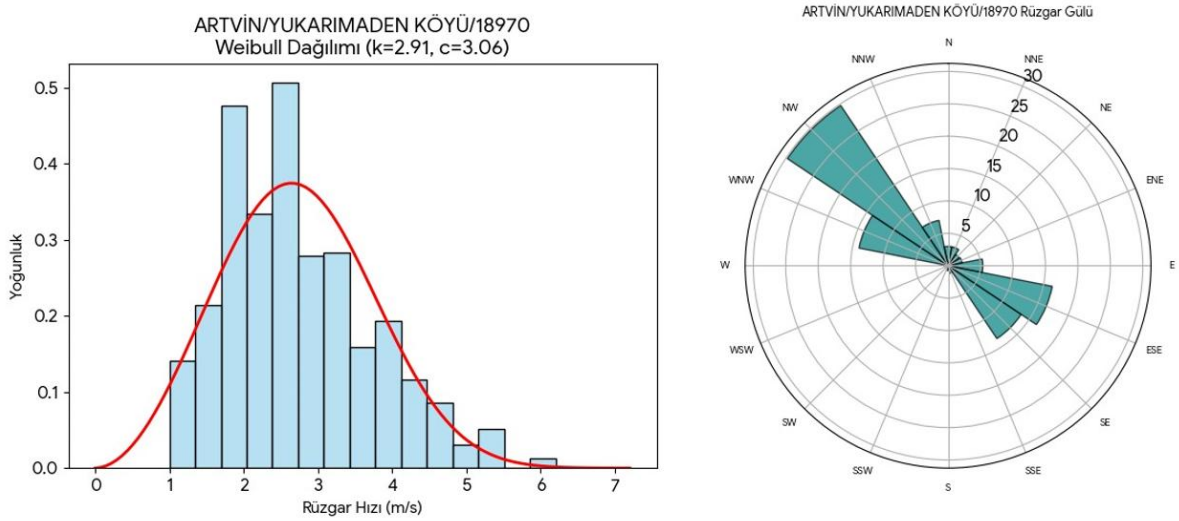
Şekil 2. ***Arhavi istasyonu Weibull olasılık yoğunluk dağılımı ve rüzgâr gülü***



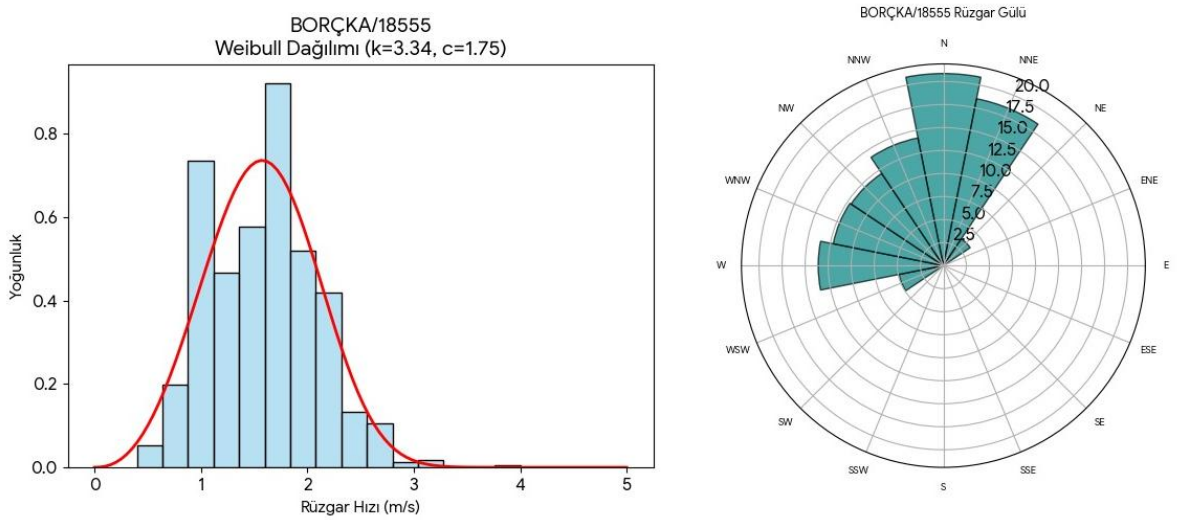
Şekil 3. ***Artvin (Merkez) istasyonu Weibull olasılık yoğunluk dağılımı ve rüzgâr gülü***

Hopa (Şekil 6) ve Ardanuç (Şekil 1) istasyonları, daha düşük ve değişken bir rüzgâr profili çizmektedir. Düşük Weibull *k* değerleri, bu bölgelerde rüzgâr hızının sıklıkla türbinin devreye girme hızı altına düşebileceğini veya zaman zaman fırtına seviyelerine çıkabileceğini göstermektedir. Bu durum, rüzgâr hızındaki yüksek değişkenlik nedeniyle enerji üretiminde kesintilere ve güç dalgalanmalarına yol açabilmektedir.

Şekil 5 ve Şekil 9'daki rüzgâr gülü diyagramları incelendiğinde, vadi tabanında yer alan Borçka ve Yusufeli istasyonlarında rüzgârın çok dar bir sektöre hapsolduğu görülmektedir. Özellikle Borçka istasyonunda rüzgârın Kuzey-Güney eksenine kilitlenmesi, Çoruh Vadisi'nin uzanış doğrultusuyla birebir örtüşmektedir. Akışkanlar mekaniğinde "kanal etkisi" olarak tanımlanan bu olgu (Cengel & Cimbala, 2014), vadi duvarlarının rüzgârı yönlendirerek hâkim yön dışındaki akışları engellemesi sonucunda oluşmaktadır. Bu istasyonlardaki Weibull dağılımlarının darlığı ve yüksek frekans tepeleri de rüzgârın yönsel kararlılığının hız kararlılığına da yansıdığını kanıtlamaktadır.



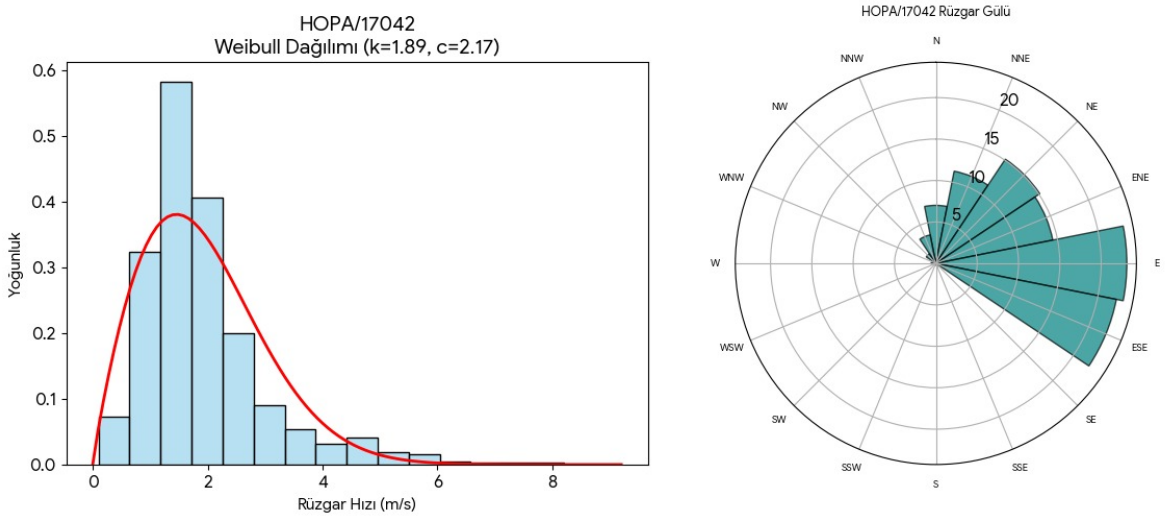
Şekil 4. ***Artvin (Yukarımaden) istasyonu Weibull olasılık yoğunluk dağılımı ve rüzgâr gülü***



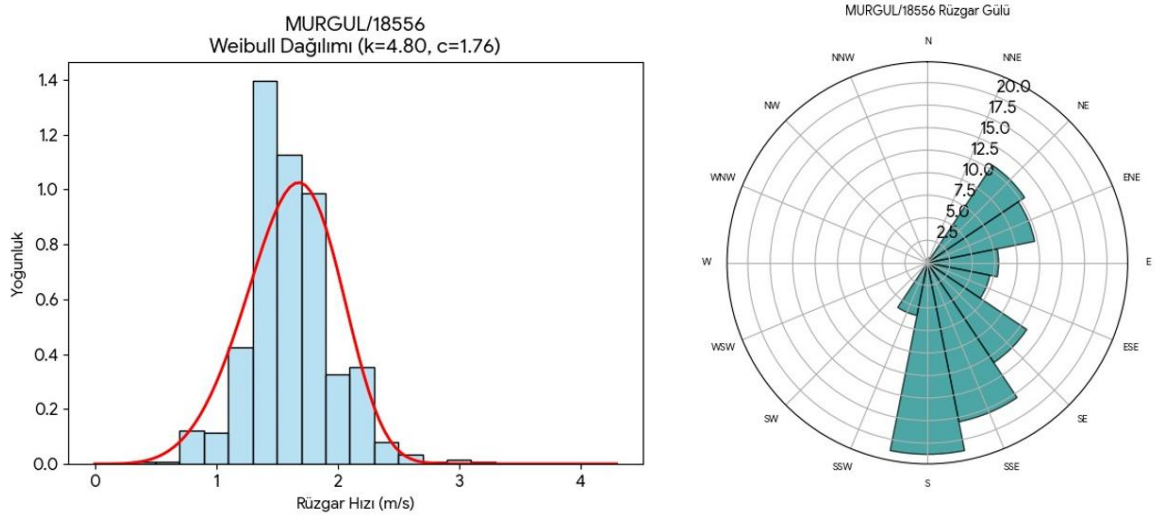
Şekil 5. ***Borçka istasyonu Weibull olasılık yoğunluk dağılımı ve rüzgâr gülü***

Ölçek parametresi incelendiğinde ise en yüksek değer Arhavi (Şekil 2) ve Artvin (Yukarımaden) (Şekil 4) istasyonlarında elde edilmiştir. Bu istasyonlar, bölge genelinde daha yüksek ortalama rüzgâr hızlarına sahip olup, enerji potansiyeli açısından öne çıkmaktadır. Şavşat (Şekil 8) ve Murgul (Şekil 7) istasyonlarında ise düşük *c* değerleri, rüzgârın düzenli olmasına rağmen hız seviyesinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

Rüzgâr gülleri incelendiğinde, istasyonların büyük çoğunluğunda rüzgârın belirgin yönlerde yoğunlaştığı görülmektedir. Özellikle Arhavi, Hopa ve Şavşat istasyonlarında doğu–güneydoğu sektörleri baskın olup, Karadeniz kıyı etkisinin rüzgâr yönü üzerinde belirleyici olduğu anlaşılmaktadır. Artvin (Merkez) (Şekil 3) ve Artvin (Yukarımaden) istasyonlarında ise kuzeybatı sektöründen gelen rüzgârların baskın olması, yerel topografyanın kanal etkisini göstermektedir.

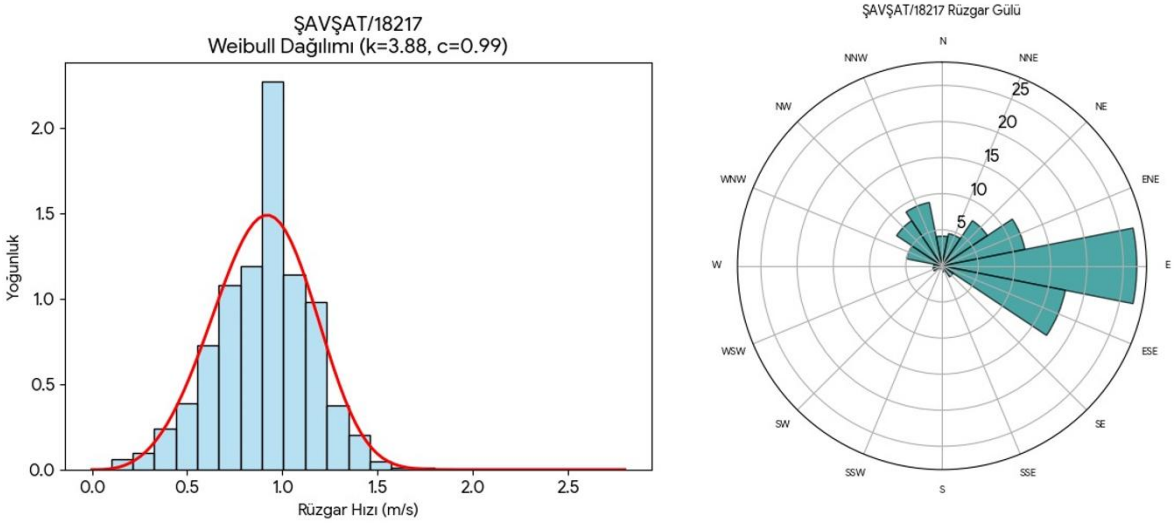


Şekil 6. Hopa istasyonu Weibull olasılık yoğunluk dağılımı ve rüzgâr gülü

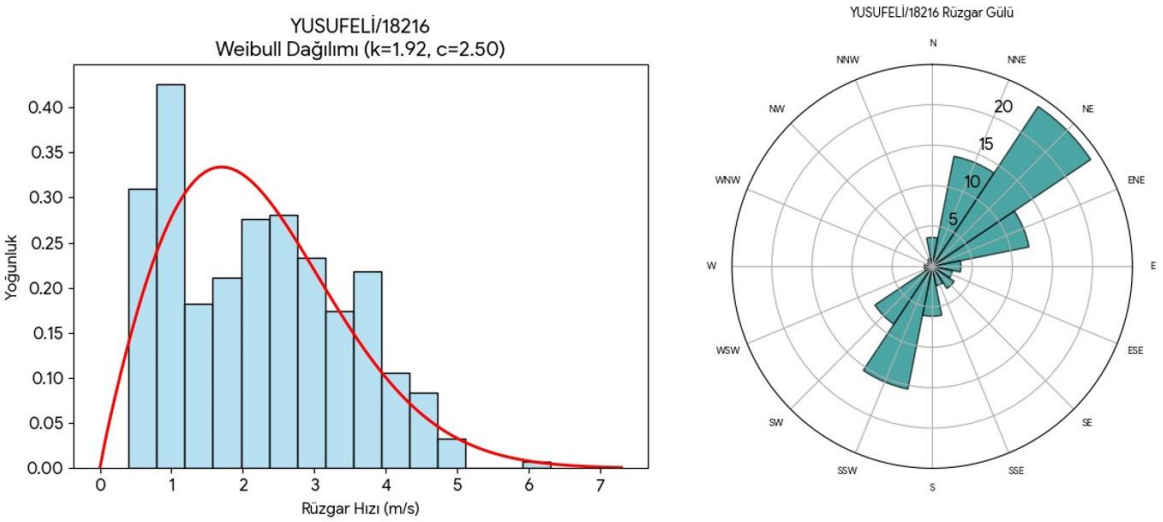


Şekil 7. Murgul istasyonu Weibull olasılık yoğunluk dağılımı ve rüzgâr gülü

Yusufeli ve Ardanuç istasyonlarında rüzgâr yönlerinin daha dağınık bir yapı sergilemesi, vadi içi akışlar ve dağ–vadi rüzgâr sistemlerinin etkisini ortaya koymaktadır. Bu durum, düşük *k* değerleri ile değerlendirildiğinde, söz konusu bölgelerde rüzgâr enerjisi uygulamalarında türbin yerleşiminin daha dikkatli planlanması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 8. Şavşat istasyonu Weibull olasılık yoğunluk dağılımı ve rüzgâr gülü



Şekil 9. Yusufeli istasyonu Weibull olasılık yoğunluk dağılımı ve rüzgâr gülü

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye'nin topografik açıdan en zorlu ve karmaşık bölgelerinden biri olan Artvin ilinin rüzgâr enerjisi potansiyelini temsil eden 9 meteoroloji istasyonunun 2025 yılı verileri kullanılarak analiz edilmiştir. İstatistiksel olarak Weibull dağılımı ve yönsel olarak rüzgâr gülü analizlerinin kullanıldığı çalışmadan elde edilen temel çıkarımlar aşağıda özetlenmiştir:

- Artvin ili genelinde tek bir rüzgâr karakteristiğinden söz etmek mümkün değildir. Bölge, kıyı şeridinde gözlemlenen "kararlı sahil rejimi" ve iç kesimlerde hâkim olan "mevsimsel vadi rejimi" olmak üzere iki farklı karakteristik sergilemektedir.
- Sahil şeridinde yer alan Arhavi istasyonu, yıllık ortalama 3,04 m/s rüzgâr hızı ve k =4,07 gibi

son derece yüksek bir Weibull şekil parametresi ile bölgenin enerji üretimi açısından en güvenilir sahası olarak belirlenmiştir. Yüksek k değeri, rüzgârın yıl boyunca çok düzenli

estiğini ve türbinlerin verimli çalışma aralığında daha uzun süre kalabileceğini göstermektedir.
- İç kesimlerde yer alan Yusufeli, kış aylarında düşük potansiyele sahip olsa da yaz döneminde (Haziran-Ağustos) termal vadi rüzgârlarının etkisiyle 3,75 m/s ortalama hıza ulaşarak sahil kesimini geride bırakmaktadır. Bu durum, Yusufeli'nin yaz aylarında artan tarımsal sulama ve soğutma kaynaklı elektrik talebini karşılamak için stratejik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.
- Rüzgâr gülü analizleri, özellikle Borçka ve Ardanuç gibi vadi tabanı istasyonlarında rüzgârın vadi eksenine paralel olarak konumlandığını kanıtlamıştır. Rüzgârın dar bir alanda sıkışması, bu bölgelerde kurulacak potansiyel türbinlerin yönelim açılarının belirlenmesinde kritik bir tasarım parametresidir.
- Analizlerde Şavşat istasyon verileri (10 m) düşük seyretmekle birlikte, bölgedeki ticari RES projeleri rüzgâr potansiyelinin yükseklikle ciddi şekilde arttığını kanıtlamaktadır. Çalışmamızda Şavşat için bulunan yüksek k =3,88 değeri bölgenin türbülanssız ve kaliteli bir

rüzgâr rejimine sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle Şavşat bölgesi, vadi tabanı ölçümleriyle değil, yüksek sırt ölçümleriyle değerlendirilmeli ve büyük ölçekli yatırımlar için öncelikli aday olarak düşünülmektedir.
- Vadi tabanlarında elde edilen rüzgâr hızı değerleri (Ort. < 4 m/s), şebeke ölçekli santrallerden ziyade küçük ölçekli (1-50 kW) evsel/tarımsal uygulamalar için uygundur. Özellikle Yusufeli ve Ardanuç gibi güneşlenme süresi yüksek olan iç ilçelerde, rüzgârın yazın güçlendiği profil

göz önüne alındığında, güneş-rüzgâr hibrit sistemleri en verimli ve sürdürülebilir enerji çözümü olarak önerilmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma; karmaşık arazilerde sadece ortalama rüzgâr hızına bakmanın yanıltıcı olabileceğini, Weibull parametreleri ve orografik etkilerin analize dahil edilmesinin doğru yer seçimi için hayati önem taşıdığını ortaya koymuştur. Gelecek çalışmalarda, REPA verileri ile uyumlu olarak vadi tabanları yerine vadi sırtlarına kurulacak ölçüm direkleri ile bölgenin yüksek rüzgâr potansiyelinin yerinde doğrulanması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Akpınar, E., Akpınar, S., & Balpetek, N. (2018). Statistical Analysis Of Wind Speed Distribution Of Turkey As Regional. *Journal of Engineering Technology and Applied Sciences*, *3*(1), 35–55. https://doi.org/10.30931/jetas.407141

Bilgili, M., Şahin, B., & Şimşek, E. (2010). Türkiye'nin güney, güneybatı ve batı bölgelerindeki rüzgar enerjisi potansiyeli. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 1–12.

Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2014). Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications. In *McGraw Hill* (3rd ed.).

Daş, M., Balpetek, N., Akpınar, E. K., & Akpınar, S. (2019). Investigation of wind energy potential of different provinces found in Turkey and establishment of predictive model using support vector machine regression with the obtained results. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, *34*(4), 2203–2213. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.432590

de Feiter, V. S., Strickland, J. M. I., & Garcia-Marti, I. (2025). Advancing Data Quality Assurance with Machine Learning: A Case Study on Wind Vane Stalling Detection. *Atmosphere*, *16*(2), 1–23. https://doi.org/10.3390/atmos16020129

Doğanşahin, K., Uslu, A. F., & Kekezoğlu, B. (2019). İki Bileşenli Weibull Dağılımı ile Rüzgâr Hızı Olasılık Dağılımlarının Modellenmesi. *European Journal of Science and Technology*, *15*, 315–326. https://doi.org/10.31590/ejosat.505723

Durak, M., & Özer, S. (2012). *Rüzga Enerjisi: Teori ve Uygulama*.

GWEC. (2024). Global Wind Report 2024. In *Global Wind Energy Council*. www.gwec.net

Ilkiliç, C. (2012). Wind energy and assessment of wind energy potential in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *16*(2), 1165–1173. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.021

Köse, B., Telkenaroğlu, B. C., & Demirtürk, B. (2024). Rüzgar enerjisi güç yoğunluğu tahmininde optimum Weibull olasılık dağılım parametrelerinin elde edilmesi için istatistik, matematik ve fizik tabanlı algoritmaların karşılaştırmalı analizi: Loras ve Foça örnekleri. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*, 47–58.

Lopez, A., Zuckerman, G. R., Pinchuk, P., Gleason, M., Rivers, M., Roberts, O., Williams, T., Heimiller, D., Thomson, S.-M., Mai, T., & Cole, W. (2024). *Renewable Energy Technical Potential and Supply Curves for the Contiguous United States: 2024 Edition* (Issue June). www.nrel.gov/publications.

Lu, H., Xie, M., Zhao, W., Liu, B., Wang, T., & Zhuang, B. (2024). Comparisons and quality control of wind observations in a mountainous city using wind profile radar and the Aeolus satellite. *Atmospheric Measurement Techniques*, *17*(1), 167–179. https://doi.org/10.5194/amt-17-167-2024

Makalic, E., & Schmidt, D. F. (2023). Maximum likelihood estimation of the Weibull distribution with reduced bias. *Statistics and Computing*, *33*(3), 1–9. https://doi.org/10.1007/s11222-023-10236-0

Pérez Londo, N. A., Lema Londo, D. S., Ormaza Hugo, R., Londo, F., Sánchez Salcán, N., Campoverde-Santos, D. K., Quingatuña, D., & Coello-Cabezas, J. (2025). Estimation of Weibull distribution parameters to assess the wind energy potential of high altitude sites in the Andean region of Ecuador. *Results in Engineering*, *27*(July). https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106053

REPA. (2024). *Yillik Ortalama Rüzgar Hizi Dağilimi*. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. https://repa.enerji.gov.tr/REPA/iller/ARTVIN-REPA.pdf

Şahin, S., & Türkeş, M. (2019). Türkiye hâkim rüzgâr ve ortalama rüzgâr vektörel haritası ile türkiye rüzgâr enerji potansiyelinin değerlendirilmesi. *EMO 10. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu (YEKSEM 2019)*.

Schmid, F., Schmidli, J., Hervo, M., & Haefele, A. (2020). Diurnal valley winds in a deep alpine valley: Observations. *Atmosphere*, *11*(1), 1–20. https://doi.org/10.3390/ATMOS11010054

Serttaş, F. (2025). Comparative Analysis of Afyonkarahisar Wind Energy Potential with TR33 Development Region Provinces and A Sample Feasibility. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, *31*(7), 1245–1254. https://doi.org/10.5505/pajes.2025.58535

The paris agreement. (2015). In *Towards a Climate-Neutral Europe: Curbing the Trend*.

Yamaguchi, A., Tavana, A., & Ishihara, T. (2024). Assessment of Wind over Complex Terrain Considering the Effects of Topography, Atmospheric Stability and Turbine Wakes. *Atmosphere*, *15*(6). https://doi.org/10.3390/atmos15060723

TEKSTİL VE HAZIR GİYİM SEKTERÜNDE SOSYAL UYGUNLUK DENETİMLERİNİN ROLÜ VE ETKİSİ

Dursun ÖZÇELİK
Kocaeli University, **Institute of Natural Sciences – Occupational Health and Safety,** Kocaeli
ORCID ID: 0009-0001-9143-1441

Doç. Dr. Mehmet Emre ERGİN
Kocaeli University, **Institute of Natural Sciences – Occupational Health and Safety**,Kocaeli
ORCID ID:0000-0001-5619-165X

ÖZET
Emeğin yoğun yapısı ve küresel tedarik zincirleri nedeniyle sosyal uygunluk konularının en fazla konuşulduğu sektörler arasında tekstil ve hazır giyim bulunmaktadır.
Amaç olarak sektörde gerçekleştirilen denetiminin kamudan ziyade ticari amaçlarla faaliyet gösteren işletmelere ya da bağımsız denetim kuruluşlarına bırakılması, nesnel ve etkin bir denetim mekanizmasında;çocuk işçiliğin önlenmesi, genç, kadın,yaşlı, göçmen (yabancı,mülteci vb. çalışanlar.) işçiliğin çalışma şartları, çalışan haklarının korunması,iş sağlığı ve güvenliğinin iyileştirilmesi,ayrımcılık yapılmaması,Örgütlenme özgürlüğü, bilgi gizliliği, çevre bilinci ve etik üretim standartlarının sağlanması koşullarının değişiminde etkili olduğu sorusuna yanıt aranarak literatüre katkı sunulması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada, tekstil ve hazır giyim sektöründe uygulanan sosyal uygunluk denetimlerinin araştırma bulgularında, görüşmecilerin ifadeleri kodlama yöntemiyle aktarılması ve bilimsel etik kuralları gereğince görüşmecilerin kişisel bilgilerinin gizli tutulması hedef alınarak,işletmeler ve çalışanların üzerindeki rolü ve etkileri incelenecektir. Araştırma kapsamında ulusal ve uluslararası denetim standartları (BSCI, SEDEX,INDİTEX SA8000 vb.) ele alınarak, bu denetimlerin çalışma koşulları, kurumsal itibar, sürdürülebilirlik ve tedarik zinciri yönetimine olan katkıları değerlendirilecektir.Bulgular, sosyal uygunluk denetimlerinin yalnızca yasal gerekliliklerin karşılanmasını değil, aynı zamanda işletmelerin rekabet gücünü ve uluslararası pazarlardaki güvenilirliğini konusundaki çalışmalar yapmak. Bununla birlikte, tekstil sektöründe olan fason firmaların,sosyal uygunluk konusunda ulusal ve uluslararası mevzuata göre gördüğü ve karşılaştığı durumlar konusunda sosyal uygunluk denetimlerin önemi vurgulanarak, denetimlerin etkinliğinin süreklilik, çalışan katılımı ve yönetim taahhüdü ile doğrudan ilişkili olduğu sonucuna bakılıp, çalışma, sosyal uygunluk denetimlerinin sektörde sürdürülebilir ve etik üretim anlayışının yerleşmesine önemli katkılar sunduğunu ortaya koymaktır.
Anahtar Kelimeler: Tekstil sektörü, hazır giyim, sosyal uygunluk denetimleri, sürdürülebilirlik, çalışma koşulları.

THE IMPACT OF SOCIAL COMPLIANCE AUDITS IN THE TEXTILE AND READY TO WEAR INDUSTRY

ABSTRACT
The textile and ready-to-wear industry is among the sectors in which social compliance issues are most frequently discussed due to its labor-intensive structure and global supply chains.
This study aims to contribute to the literature by examining whether transferring sectoral auditing responsibilities from the public sector to commercially operating enterprises or independent auditing organizations which have an impact on establishing an objective and effective audit mechanism. In this context, the study seeks to answer whether such mechanisms

are effective in preventing child labor; improving working conditions for young, female, elderly, and migrant (foreign, refugee, etc.) workers; protecting employee rights; enhancing occupational health and safety; preventing discrimination; ensuring freedom of association; maintaining information confidentiality; promoting environmental awareness; and achieving ethical production standards.In this study, research findings on social compliance audits implemented in the textile and ready-to-wear sector will be analyzed by transferring interviewees' statements through a coding method, while ensuring the confidentiality of personal information in accordance with scientific ethical principles. The roles and effects of these audits on enterprises and employees will be examined. Within the scope of the research, national and international audit standards (such as BSCI, SEDEX, INDITEX, SA8000, etc.) will be addressed, and their contributions to working conditions, corporate reputation, sustainability, and supply chain management will be evaluated.The findings aim to demonstrate that social compliance audits not only ensure the fulfillment of legal requirements but also enhance companies' competitiveness and reliability in international markets. Additionally, by emphasizing the importance of social compliance audits in relation to the situations encountered by subcontracting firms in the textile sector under national and international legislation, the study concludes that the effectiveness of audits is directly related to continuity, employee participation, and management commitment. Overall, the study reveals that social compliance audits make a significant contribution to the establishment of a sustainable and ethical production approach in the sector.
Keywords: Textile sector, ready-to-wear, social compliance audits, sustainability, working conditions.

1.GİRİŞ

Tekstil ve hazır giyim sektörü, emeğin yoğun kullanıldığı yapısı ve küresel tedarik zincirleri içerisindeki stratejik konumu nedeniyle sosyal uygunluk konularının en fazla tartışıldığı sektörlerden biridir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde üretimin yoğunlaşması; düşük maliyet baskısı, esnek üretim modelleri ve kısa termin süreleri gibi faktörlerle birleştiğinde çocuk işçiliği,genç işçilerin özel korunma durumları ,kadın(gebe çalışanlar.), yaşlı ve göçmen (yabancı, mülteci vb. çalışanlar.) işçiliğin çalışma şartları, çalışan ücretlerinin ödenmesi ve haklarının korunması, uzun çalışma saatleri, düşük ücretler, ayrımcılık ve örgütlenme özgürlüğünün kısıtlanması,hijyenik durumlar, çalışma saatlerin uygunluğu, iş sağlığı ve güvenliği yetersizlikleri, gibi sorunları gündeme getirmektedir (ILO, 2019; İHKİB 2019).

Bu bağlamda sosyal uygunluk denetimleri, yalnızca yasal yükümlülüklerin yerine getirilmesini sağlayan bir araç değil; aynı zamanda insan haklarının korunması, etik üretim anlayışının benimsenmesi ve sürdürülebilir tedarik zincirlerinin oluşturulması açısından önemli bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir (ILO, 2019; İHKİB 2019).

Bu çalışmanın amacı, tekstil ve hazır giyim sektöründe uygulanan sosyal uygunluk denetimlerinin işletmeler ve çalışanlar üzerindeki etkilerini incelemek; ulusal ve uluslararası standartlar çerçevesinde bu denetimlerin çalışma koşulları, kurumsal yapı ve sürdürülebilirlik üzerindeki rolünü ortaya koymaktır (ILO, 2019; İHKİB 2019).

2.ÇALIŞMA ALANI

Araştırmanın çalışma alanını, tekstil ve hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren ve özellikle fason üretim yapan işletmeler oluşturmaktadır. Bu işletmeler, ulusal mevzuatın yanı sıra uluslararası markaların tedarik zincirlerinde yer almaları nedeniyle BSCI, SEDEX, INDITEX ve SA8000 gibi sosyal uygunluk denetimlerine tabi tutulmaktadır (BSCI, 2022; Sedex, 2021;SA8000).

Çalışma alanı kapsamında, sosyal uygunluk denetimlerinin üretim süreçlerine, çalışan ilişkilerine ve işletmelerin kurumsal yapısına etkileri değerlendirilecektir. Özellikle kadın, genç ve göçmen işçilerin yoğun olarak istihdam edildiği bu sektörde, denetimlerin dezavantajlı gruplar üzerindeki yansımaları ele alınacaktır (ILO, 2019).

Ülkemizde çalışanların çalışma koşullarını, uluslararası politikanın bir aracı olarak sosyal uygunluk doğrultusunda ele alması açısından önem taşımaktadır. Ayrıca bu alanda tekstil sektöründe olan fason firmaların, sosyal uygunluk konusunda ulusal ve uluslararası mevzuata göre gördüğü ve karşılaştığı durumlar konusunda sosyal uygunluk denetimlerin önemine değinilecektir (İHKİB, 2019).

3.MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılacaktır.Veri toplama sürecinde görüşme tekniği tercih edilerek; tekstil ve hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren işletme temsilcileri ve çalışanlarla görüşmeler gerçekleştirilecektir. Araştırmada elde edilen veriler, kodlama yöntemiyle analiz edilerek ve tematik analiz yaklaşımı benimsenecektir (Yıldırım & Şimşek, 2018).

Araştırmanın materyalini; görüşme formları, sosyal uygunluk denetim raporları ve ilgili ulusal ve uluslararası mevzuat oluşturmaktadır. Bilimsel etik ilkeler doğrultusunda, görüşmecilerin kimlik bilgileri gizli tutulmuş ve veriler anonimleştirilerek kullanılacaktır(Yıldırım & Şimşek, 2018).

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada ise temel olarak, sosyal uygunluk denetimlerinin fason işletmelerdeki çalışma koşullarına etkisine odaklanılmakta, denetimlerin etkisi araştırılarak literatüre katkı sunulması amaçlanmaktadır.Araştırma bulgularında, görüşmecilerin ifadeleri kodlama yöntemiyle aktarılması ve bilimsel etik kuralları gereğince görüşmecilerin kişisel bilgilerinin gizli tutulması hedef alınacaktır (İHKİB, 2019).

Bununla birlikte, bazı işletmelerde yapılan denetimlerin incelenerek belge odaklı yürütüldüğü ve uygulamaya koyularak nasıl yapıldığı değerlendirilecektir. (Locke, 2013).

Bulgular, sosyal uygunluk denetimlerinin etkinliğinin süreklilik, yönetim taahhüdü ve çalışan katılımı ile doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. (Locke, 2013).

5.KATKI

Bu çalışma, tekstil ve hazır giyim sektöründe sosyal uygunluk denetimlerine ilişkin Türkiye ve uluslararası literatürü bir arada ele alarak, akademik literatüre katkı sunmaktadır. Aynı zamanda sektör paydaşları için sosyal uygunluk denetimlerinin etkinliğini artırmaya yönelik çıkarımlar sağlaması bakımından uygulamaya dönük bir değer taşıması hedeflenmektedir.

6.SONUÇLAR

Bu çalışma, sosyal uygunluk denetimlerinin tekstil ve hazır giyim sektöründe etik ve sürdürülebilir üretim anlayışının yerleşmesine önemli katkılar sunması hedeflenmiştir. Denetimlerin, çalışan haklarının korunması ve iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının geliştirilmesi açısından etkili bir araç olduğu belirlenerek çalışma yapılacaktır.Bununla birlikte, tekstil sektöründe olan fason firmaların, sosyal uygunluk konusunda ulusal ve uluslararası mevzuata göre gördüğü ve karşılaştığı durumlar konusunda sosyal uygunluk denetimlerin önemi vurgulanarak, denetimlerin etkinliğinin süreklilik, çalışan katılımı ve yönetim taahhüdü ile doğrudan ilişkili olduğu sonucuna bakılıp, çalışma, sosyal uygunluk denetimlerinin sektörde sürdürülebilir ve etik üretim anlayışının yerleşmesine önemli katkılar sunduğunu ortaya koyulacaktır (BSCI,2022; İHKİB 2019).

KAYNAKÇA

Amfori BSCI Sistem Kitapçığı, https://www.amfori.org/sites/default/files/amfori%20BSCI%20System%20Man ual%20, Turkish%20Full%20version.pdf (30.05.2022).

Locke, R. (2013). *The Promise and Limits of Private Power*. Cambridge University Press.

ILO ve İHKİB (2019c). https://www.ihkib.org.tr/fp-icerik/ia/d/2019/09/04/3-tekstil-vehazir-giyim-sektorunde-tedarik-zincirinde-sosyal-uygunluk-yonetimi201909041035260480-2F6E1.pdf

https://www.ihkib.org.tr/content/files/uploads/60/2-tekstil-ve-hazir-giyim-sektorunde-sosyal-uygunluk-yonetim-sistemi-201909041035240170-b0e7a.pdf (2019).
https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40europe/%40ro-geneva/%40ilo-ankara/documents/genericdocument/wcms_717457.pdf (2019).
SA8000 Standardizasyonu: https://www.ihkib.org.tr/fp-icerik/ia/d/2019/09/04/1- kurumsal-sosyal-sorumluluk-kurallar-ve-kaideler-201909041035170760- D872B.pdf (01.12.2022).
SLCP "Sosyal ve İşgücü Birleştirme Programı", https://slconvergence.org/ (02.06.2022). Smeta Denetimi: https://www.sedex.com/our-services/smeta-audit/ (30.05.2022).
Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

YARA ÖRTÜSÜ UYGULAMALARI İÇİN POLİKAPROLAKTON/ KLOROJENİK ASİT NANOLİFLERİN ÜRETİMİ

İlke ERTUĞRAN
Bursa Uludag University, Graduate School of Health Sciences, Department of Pharmacology, Gorukle, Bursa
ORCID: 0009-0008-2956-0657
Şebnem DÜZYER GEBİZLİ
Bursa Uludag University, Faculty of Engineering, Department of Textile Engineering, Gorukle, Bursa
ORCID: 0000-0003-3737-5896
Gülce SEVDAR ÇEÇEN
Bursa Uludag University, Faculty of Medicine, Department of Pharmacology, Gorukle, Bursa
ORCID: 0000-0003-0307-3486
Gökhan GÖKTALAY
Bursa Uludag University, Faculty of Medicine, Department of Pharmacology, Gorukle, Bursa
ORCID: 0000-0001-6261-4233

ÖZET
Klorojenik asit (CGA), anti-inflamatuar, antioksidan, anti-patojen ve anti-tümör aktiviteler gösteren ve yeşil kahve çekirdekleri gibi birçok bitkide bulunan bir polifenol bileşiğidir. Bu özellikleri nedeniyle özellikle yara iyileşmesi uygulamaları için önemli bir teröpatik ajandır. Son yıllarda, etkin ve hızlı yara iyileşmesi için teröpatik ajanların nanoliflerin içerisine katılması ön plana çıkmaktadır. Nanolifli yüzeyler; 1 mikronun altındaki düşük lif çapları, yüksek gözeneklilik ve küçük gözenek boyutu gibi özellikleriyle yara örtüsü uygulamalarında gelecek vaad eden bir alternatiftir. Nanolifli yüzeylerin üretiminde kullanılan en yaygın yöntem elektro çekim yöntemidir. Elektro çekim yönteminin esası, polimer çözeltisine yüksek voltaj uygulanmasına dayanır. Elektro çekim esnasında, hazırlanan polimer çözeltisi, bir şırınga yardımıyla besleme pompasına yerleştirilir ve düzeye beslenir. Düze ucunda oluşan polimer damlacığına yüksek voltaj uygulanır. Uygulanan voltaj, damlacığın yüzey gerilimini aştığında, polimer damlacığından jet çıkışı gözlemlenir. Polimer jeti, elektriksel alan içerisinde karşıda bulunan toplayıcıya doğru hareket eder. Polimer jetinin bu hareketi esnasında, çözücü buharlaşır, polimer jeti incelir ve uzar. Sonuç olarak, toplayıcı üzerinde nanoliflerden oluaşn bir yüzey elde edilir. Bu çalışmada, biyobozunur ve biyouyumluluğu bilinen polikaprolakton (PCL) nanolifler içerisine CGA eklenerek, PCL/CGA nanolifli yüzeylerin üretilebilirliği araştırılmıştır. Bu kapsamda, ağırlıkça %10 PCL ve %12 oranında PCL içeren polimer çözeltileri içerisine çözeltinin %1'i kadar CGA eklenmiş ve farklı besleme oranı (0,5 ve 0,7 ml/sa), mesafe (17 ve 20 cm) ve voltaj (15 ve 17 kV) kullanılarak elektro çekim denemeleri yapılmıştır. Sonuçlar, PCL/CGA nanoliflerin elektro çekim yöntemi ile üretilebildiğini, özellikle çözelti içerisindeki polimer konsantrasyonunun boncuksuz ve düzgün nanolif üretiminde önemli bir rol oynadığını ve daha yüksek konsantrasyonda PCL içeren çözeltilerden daha az boncuklu ve daha düzgün nanolifler elde edildiğini göstermiştir.
Anahtar Kelimeler: Klorojenik asit, polikaprolakton, nanolif, elektro çekim, yara örtüsü

PRODUCTION OF POLYCAPROLACTONE/ CHLOROGENIC ACID NANOFIBERS FOR WOUND DRESSING APPLICATIONS

ABSTRACT
Chlorogenic acid (CGA) is a polyphenol that can be found in many plants, such as green coffee beans. It exhibits anti-inflammatory, antioxidant, anti-pathogenic, and anti-tumor activities. Due to these properties, it is an important therapeutic agent, particularly for wound healing applications. In recent years, the incorporation of therapeutic agents into nanofibers for an effective and rapid wound healing has gained importance. Nanofibrous mats are promising for

wound dressing applications due to their low fiber diameters below 1 micron, high porosity, and small pore sizes. Electrospinning is the most commonly used method for the production of such structures. The basis of the electrospinning method is the application of high voltage to the polymer solution. During electrospinning, the polymer solution is loaded into a syringe. The syringe is then placed onto a feed pump and the polymer solution is fed to the nozzle. Afterwards, high voltage is applied to the polymer droplet formed at the nozzle tip. When the applied voltage exceeds the surface tension of the droplet, a jet is ejected from the polymer droplet and moves towards the collector within the electric field. During this movement of the polymer jet, the solvent evaporates, the polymer jet thins and elongates. As a result, a mat consisting of nanofibers is obtained on the collector. In this study, the production of PCL/CGA nanofibers by electrospinning was investigated. For such aim, PCL was chosen for its biodegradability and biocompatibility and CGA-loaded PCL nanofibers were electrospun. In the study, 1% wt. CGA of polymer solution was added to polymer solutions containing 10% and 12% wt. PCL. Electrospinning was conducted using two different feed rates (0.5 and 0.7 ml/hr), distances (17 and 20 cm), and voltages (15 and 17 kV). The results showed that PCL/CGA nanofibers can be produced by electrospinning. Especially, the polymer concentration played a crucial role on the production of bead-free and uniform nanofibers. The solutions with higher PCL concentrations resulted in less beaded and more uniform nanofibers.
Keywords: Chlorogenic acid, polycaprolactone, nanofiber, electrospinning, wound dressing.

ACOUSTIC PERFORMANCE OF ECO-FRIENDLY MORTARS INCORPORATING SLUDGE-INCINERATION RESIDUES: A REVIEW

PhD. BOUSLAH Mahmoud
University of M'sila, Faculty of technology , Civil engineering department, Geomaterials development laboratory, M'sila, Algeria.
https://orcid.org/0009-0007-2645-6160
Pr. MAZA Mekki
University of M'sila, Faculty of technology, Civil engineering department, Geomaterials development laboratory, M'sila, Algeria.
Pr. RAHMOUNI Zine EL Abidine
University of M'sila, Faculty of technology, Civil engineering department, Geomaterials development laboratory, M'sila, Algeria.
Pr. TEBBAL Nadia
University of M'sila, Faculty of technology, Civil engineering department, Geomaterials development laboratory, M'sila, Algeria.

Abstract

Acoustic comfort is an essential aspect of building quality, particularly in densely populated and mixed-use environments. This review examines the potential of residues produced from sludge incineration (SSA) in wastewater treatment plants as alternative materials in mortar designed for acoustic applications. The valorization of such residues reduces landfill disposal while offering functional benefits for sustainable building materials.

Recent investigations indicate that mortars incorporating sludge-incineration residues exhibit increased porosity and surface irregularities, which play a crucial role in sound absorption behavior. When used at controlled substitution levels, these mortars demonstrate improved acoustic absorption compared to conventional formulations, making them suitable for interior finishes and non-load-bearing building elements.

This review discusses the relationship between residue characteristics, microstructural development, and acoustic response, alongside mechanical and durability considerations. Despite promising results, issues related to compositional variability, standardized acoustic testing methods, and long-term performance require further research. The study concludes that sludge-incineration residues represent a viable resource for the development of acoustic eco-mortars within sustainable construction frameworks.

Keywords: Sludge-incineration residue, acoustic performance, eco-mortar, sustainable building, sound absorption.

TÜRKİYE'DE OKUL ÖNCESİ DÖNEMDE ÜSTÜN YETENEKLİ ÇOCUKLARA YÖNELİK ÇALIŞMALARIN YÖNTEM VE İÇERİK AÇISINDAN SENTEZİ

Rukiye Kübra ARTUNÇ KARA
Kastamonu University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0000-0003-0945-8619
Canan OKUMUŞ
Kastamonu University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0009-0004-1430-1151
Doç. Dr. Gökhan UYANIK
Kastamonu University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0000-0002-5653-6475

ÖZET
Türkiye'de erken çocukluk döneminde üstün yetenekli bireyler üzerine yapılan akademik çalışmaları ve güncel uygulamaları kapsamlı bir şekilde analiz eden bu inceleme, alanın tarihsel gelişimini, tanılama süreçlerini ve eğitsel ihtiyaçları sentezlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma yöntemi olarak, incelenen 18 temel kaynakta; 1988 yılından günümüze kadar yayımlanmış lisansüstü tezlerin ve makalelerin sistematik içerik analizi, öğretmen algılarını belirlemeye yönelik nicel tarama modelleri ve olgubilim (fenomenoloji) desenleri, üstün başarının çocukluk kökenlerini inceleyen nitel durum çalışmaları ve eğitsel müdahalelerin etkililiğini ölçen deneysel yöntemler kullanılmıştır. Veri toplama süreçlerinde WISC-R, ASİS ve EPoC gibi standartlaştırılmış zekâ ve yaratıcılık testlerinin yanı sıra yarı yapılandırılmış görüşme formları, metaforik algı araçları ve doküman inceleme tekniklerinden yararlanıldığı görülmektedir. Elde edilen bulgular, Türkiye'deki çalışmaların özellikle 2015 sonrasında ivme kazandığını ancak halen büyük oranda mevcut durum tespiti ve ölçek uyarlama düzeyinde kaldığını göstermektedir. Okul öncesi öğretmenlerinin bu çocukları "hazine" gibi olumlu metaforlarla nitelemelerine rağmen, doğru tanılama ve müdahale programları konusunda teorik ve pratik bilgi eksikliği yaşadıkları, bu durumun da öğretmen eğitiminde hizmet içi seminerlere ve lisans düzeyinde zorunlu derslere duyulan ihtiyacı artırdığı saptanmıştır. Tanılama sistemindeki aksaklıkların, özellikle BİLSEM'lerin okul öncesi birimlerinin aktif olmaması nedeniyle erken müdahale şansını azalttığı; buna karşın aile desteği, oyun odaklı öğrenme ve erken okuryazarlık gibi unsurların üstün yetenekli çocukların gelişiminde kritik rol oynadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, Türkiye'de okul öncesi üstün yetenekliler eğitiminin niteliğini artırmak adına; kanıta dayalı eğitsel müdahalelerin yaygınlaştırılması, öğretmen adaylarının aday gösterme becerilerinin geliştirilmesi ve okul öncesi döneme özgü kurumsallaşmış bir tanılama-eğitim modelinin politika düzeyinde hayata geçirilmesi zorunlu görülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Erken çocukluk, üstün yetenek, tanılama, öğretmen algıları, sistematik inceleme

A SYNTHESIS OF STUDIES ON GIFTED CHILDREN IN THE EARLY CHILDHOOD PERIOD IN TURKEY: METHODOLOGICAL AND CONTENT ANALYSIS

ABSTRACT
This review, which comprehensively analyzes academic research and current practices regarding gifted individuals in the early childhood period in Turkey, aims to synthesize the historical development, identification processes, and educational needs of the field. As for the research methodology, 18 primary sources were examined using systematic content analysis of

graduate theses and articles published since 1988, quantitative survey models and phenomenological designs to determine teacher perceptions, qualitative case studies examining the childhood origins of high achievement, and experimental methods measuring the effectiveness of educational interventions. In the data collection processes, it is observed that standardized intelligence and creativity tests such as WISC-R, ASIS, and EPoC were utilized alongside semi-structured interview forms, metaphoric perception tools, and document analysis techniques. The findings indicate that while research in Turkey has gained momentum, particularly after 2015, it still largely remains at the level of situational analysis and scale adaptation. Although preschool teachers characterize these children with positive metaphors such as "treasure," they experience a lack of theoretical and practical knowledge regarding accurate identification and intervention programs, which increases the need for in-service seminars and mandatory undergraduate courses in teacher education. Gaps in the identification system, especially the inactivity of preschool units within Science and Art Centers (BİLSEM), reduce the chances of early intervention; conversely, factors such as family support, play-oriented learning, and early literacy are found to play a critical role in the development of gifted children. In conclusion, to enhance the quality of early childhood gifted education in Turkey, it is considered imperative to expand evidence-based educational interventions, improve the nomination skills of prospective teachers, and implement an institutionalized identification-education model specific to the preschool period at the policy level.
Keywords: Early childhood, gifted children, identification, teacher perceptions, systematic review

İLKOKULDA AKRAN ZORBALIĞI: DİNAMİKLER, ETKİLER VE ÇÖZÜM ARAYIŞLARI

Rukiye Kübra ARTUNÇ KARA
Kastamonu University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0000-0003-0945-8619
Canan OKUMUŞ
Kastamonu University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0009-0004-1430-1151
Doç. Dr. Gökhan UYANIK
Kastamonu University, Faculty of Education, Department of Elementary Education, 37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0000-0002-5653-6475

ÖZET

İlkokul dönemi, çocukların sosyal kimliklerini inşa ettikleri, akran hiyerarşisiyle ilk kez sistemli bir şekilde tanıştıkları ve toplumsal aidiyet duygusunun temellerini attıkları kritik bir gelişim eşiğidir. Bu süreçte karşılaşılan akran zorbalığı, yalnızca iki çocuk arasındaki münferit bir çatışma değil; içinde güç dengesizliği, süreklilik ve kasıt barındıran, okul iklimini kökten sarsan sistemik bir sorundur. Bu çalışmanın temel amacı, ilkokul düzeyindeki akran zorbalığının çok boyutlu doğasını deşifre etmek, zorbalık döngüsündeki aktörlerin rollerini analiz etmek ve bu kronik soruna yönelik sürdürülebilir, kanıta dayalı çözüm önerileri geliştirmektir. Araştırmada yöntem olarak, derleme yöntem benimsenmiştir. Bu çerçevede, ulusal ve uluslararası güncel akademik çalışmalar, çocuk psikolojisi üzerine geliştirilen kuramsal yaklaşımlar ve başarılı olmuş önleme programları sistematik bir süzgeçten geçirilmiş; elde edilen veriler tümevarımsal bir içerik analiziyle yorumlanmıştır. İnceleme sonucunda, ilkokul düzeyinde fiziksel ve sözel şiddetin yanı sıra, tespit edilmesi ve müdahale edilmesi çok daha güç olan "ilişkisel zorbalığın" (sosyal dışlama, dedikodu yoluyla itibar suikastı, görmezden gelme) çocukların öz saygısı ve akademik motivasyonu üzerinde yıkıcı etkiler bıraktığı saptanmıştır. Özellikle zorbalık eylemine doğrudan katılmayan ancak sessiz kalarak süreci onaylayan "izleyicilerin", zorbalık kültürünün pekişmesinde kilit bir rol oynadığı belirlenmiştir.

Çözüm önerileri bağlamında çalışma, sadece cezalandırıcı ve reaktif disiplin yöntemlerinin yetersizliğini vurgulayarak; okul yönetimi, öğretmenler, öğrenciler ve ailelerin dinamik bir iş birliği içinde olduğu "Bütüncül Okul Yaklaşımını" temel bir paradigma olarak sunmaktadır. Bu model kapsamında; müfredata entegre edilmiş sosyal-duygusal öğrenme modülleri, empati odaklı akran arabuluculuğu sistemleri, öğretmenlerin kriz müdahale yeterliliklerinin artırılması ve ailelerin "zorbalık okuryazarlığı" konusunda eğitilmesi proaktif stratejiler olarak önerilmektedir. Sonuç olarak bu çalışma, ilkokullarda güvenli ve kapsayıcı bir öğrenme ekosistemi inşa etmek adına eğitim paydaşları ve politika yapıcılar için hem kuramsal bir derinlik hem de pratik bir uygulama rehberi sunması bakımından yüksek akademik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Akran zorbalığı, ilkokul, ilişkisel şiddet, bütüncül okul yaklaşımı, sosyal-duygusal öğrenme

PEER BULLYING IN PRIMARY SCHOOL: DYNAMICS, EFFECTS, AND SOLUTIONS

ABSTRACT

The primary school period constitutes a critical developmental stage where children construct their social identities, encounter systematic peer hierarchies for the first time, and establish the foundations of their sense of social belonging. Peer bullying experienced during this process is not merely an isolated conflict between two children; it is a systemic problem that disrupts the school climate, characterized by a power imbalance, continuity, and intent to harm. The primary objective of this study is to decipher the multidimensional nature of peer bullying at the primary school level, analyze the roles of actors within the bullying cycle, and develop sustainable, evidence-based solution proposals for this chronic issue. The research adopts a comprehensive systematic literature review and document analysis technique as its methodology. In this framework, national and international academic studies from the last decade, theoretical approaches in child psychology, and successful prevention programs were systematically screened, and the obtained data were synthesized through inductive content analysis.Findings indicate that in addition to physical and verbal violence at the primary school level, "relational bullying" (social exclusion, character assassination through rumors, ignoring) which is much more difficult to detect and intervene in has devastating effects on children's self-esteem and academic motivation. It has been determined that "bystanders," who do not participate directly in the bullying act but validate the process by remaining silent, play a key role in reinforcing the culture of bullying. Regarding solution proposals, the study emphasizes the inadequacy of purely punitive and reactive discipline methods and presents the "Whole-School Approach" as a fundamental paradigm. Within this model, proactive strategies such as social-emotional learning (SEL) modules integrated into the curriculum, empathy-oriented peer mediation systems, increasing teachers' crisis intervention competencies, and educating families on "bullying literacy" are proposed. Consequently, this study holds high academic significance as it provides both theoretical depth and a practical application guide for educational stakeholders and policymakers to build a safe and inclusive learning ecosystem in primary schools.

Keywords: Peer bullying, primary school, relational violence, holistic school approach, social-emotional learning

FACTORS DRIVING FARMERS TO RAISE BALI CATTLE IN BARRU REGENCY, SOUTH SULAWESI PROVINCE, INDONESIA

Sitti Nurani Sirajuddin
Faculty of Animal Husbandry, Hasanuddin University
Faculty of Animal Science and Fisheries, Universitas Sulawesi Barat
A. Tanri Uji
Department of Socioeconomics of Animal Husbandry, Faculty of Animal Husbandry, Hasanuddin University
Nurul Magfirah Ashar
Faculty of Animal Science and Fisheries, Universitas Sulawesi Barat
Najmah
Faculty of Animal Science and Fisheries, Universitas Sulawesi Barat

Abstract
This study aimed to identify and analyze the driving factors that influence farmers to raise Bali cattle in Barru District, Barru Regency. This research was conducted in March - April 2025, located in Barru District, Barru Regency.. The village has significant potential for beef cattle development, indicated by a population of 396 Bali cattle farmers. This research uses a quantitative descriptive method with the Delphi approach, conducted through three stages of questionnaire distribution to 79 Bali cattle farmers. The results show that the main factors driving farmers to raise Bali cattle are: (1) source of income, (2) ease of semi-intensive maintenance systems, and (3) availability of forage on grazing lands. The Delphi scoring method was used to assess the level of influence of each factor. The "source of income" factor received the highest score among Bali cattle farmers. This study recommends improving farmer education and increasing government support to strengthen Bali cattle farming systems at the farmer level. The findings are expected to serve as a reference for formulating beef cattle development policies, especially in breeding source regions like Barru Regency.
Keywords: bali cattle, driving factors, farmers, delphi, maintenance.

YAPAY ZEKA VE SİBER GÜVENLİK RİSKLERİ KARŞISINDA YÖNETİŞİM VE DENETİMİ GÜÇLENDİRMEK

Fatine BENKIRANE
Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco. 0009-0002-2125-7190
Fatima Zahrae HAMDANI
Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco 0009-0002-7038-273X
Mohamed AIT OUDRA
Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco.
Samir ERRABIH
National School of Business and Management, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco.
Hayat EL BOUKHARI
Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco. 0009-0004-6829-6204

ÖZET
Örgütsel süreçlerde yapay zekanın (YZ) hızla benimsenmesi ve artan siber tehditler, yönetişim ve denetim mekanizmaları için yeni zorluklar ortaya çıkarmaktadır. YZ, karar alma süreçlerini, verimliliği ve performans izlemeyi artırma fırsatları sunarken, veri güvenliği, algoritmik şeffaflık ve etik uyumla ilgili karmaşık riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu çalışma, yönetişim yapıları ve denetim uygulamalarının bu ortaya çıkan risklere nasıl uyum sağlayabileceğini, örgütlerde hesap verebilirlik ve dayanıklılığı nasıl güvence altına alabileceğini incelemeyi amaçlamaktadır.
Araştırma, YZ teknolojilerini operasyonel ve karar alma sistemlerine entegre eden örgütlerde gerçekleştirilen vaka analizlerine dayanan nitel bir yaklaşım benimsemektedir. Veri toplama sürecinde denetim uzmanları, risk yöneticileri ve yönetişim yetkilileri ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış; ayrıca iç raporlar, YZ uygulama dokümanları ve siber güvenlik protokolleri analiz edilmiştir.
Bulgular, etkili yönetişim ve denetim mekanizmalarının YZ'ye duyarlı risk değerlendirmesi, sürekli izleme ve hem algoritmik hem de siber güvenlik zafiyetlerini ele alan özel denetim çerçevelerinin entegrasyonunu gerektirdiğini göstermektedir. Yönetişim ve denetim süreçlerini proaktif şekilde uyarlayan örgütler, daha yüksek hesap verebilirlik, risk azaltma ve paydaş güveni sağlamaktadır. Aksi takdirde, YZ ile ilgili siber risklerin göz ardı edilmesi, örgütsel dayanıklılığı zayıflatabilir ve operasyonel ile itibari kayıplara yol açabilir.
Bu araştırma, örgütlerin YZ çağında yönetişim ve denetimi güçlendirme yollarını anlamaya katkıda bulunmakta ve teknolojik yenilik ile siber güvenlik risklerinin kesişiminde stratejik yaklaşımların önemini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Yapay zeka; Siber güvenlik; Yönetişim; Denetim; Örgütsel risk; Hesap verebilirlik.

STRENGTHENING GOVERNANCE AND AUDIT IN THE FACE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CYBERSECURITY CHALLENGES

ABSTRACT
The rapid adoption of artificial intelligence (AI) in organizational processes, coupled with increasing cyber threats, poses new challenges for governance and audit mechanisms. While AI offers opportunities to enhance decision-making, efficiency, and performance monitoring, it also introduces complex risks related to data security, algorithmic transparency, and ethical

compliance. This paper aims to examine how governance structures and audit practices can adapt to address these emerging risks, ensuring accountability and resilience within organizations.

The study adopts a qualitative approach based on case analyses of organizations integrating AI technologies into their operational and decision-making systems. Data were collected through semi-structured interviews with audit professionals, risk managers, and governance officers, complemented by the analysis of internal reports, AI implementation documentation, and cybersecurity protocols.

Findings indicate that effective governance and audit mechanisms require the integration of AI-aware risk assessment, continuous monitoring, and the development of specialized audit frameworks addressing both algorithmic and cybersecurity vulnerabilities. Organizations that proactively adapt their governance and auditing processes demonstrate improved accountability, risk mitigation, and stakeholder confidence. Conversely, failure to address AI-related cyber risks can undermine organizational resilience and lead to significant operational and reputational losses.

This research contributes to the understanding of how organizations can strengthen governance and audit in the AI era, highlighting best practices and strategic approaches for managing the intersection of technological innovation and cybersecurity challenges.

Keywords:
Artificial intelligence; Cybersecurity; Governance; Audit; Organizational risk; Accountability.

SİBER GÜVENLİK, DİJİTAL RİSKLERLE KARŞI KARŞIYA KALAN KURULUŞLARIN EKONOMİK DİRENCİ İÇİN BİR KALDIRAÇ OLARAK

Fatine BENKIRANE
Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco. 0009-0002-2125-7190
Fatima Zahrae HAMDANI
Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco 0009-0002-7038-273X
Mohamed AIT OUDRA
Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco.
Samir ERRABIH
National School of Business and Management, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco.
Hayat EL BOUKHARI
Faculty of Legal, Economic, and Social Sciences, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco. 0009-0004-6829-6204

ÖZET
Dijital dönüşümün hızlanması ve siber tehditlerin artması bağlamında, siber güvenlik organizasyonlar için önemli bir ekonomik mesele haline gelmiştir. Teknik boyutlarının ötesinde, artık ekonomik dayanıklılığın temel bir unsuru olarak öne çıkmakta; iş sürekliliğini, performansı ve paydaş güvenini doğrudan etkilemektedir. Bu çalışma, siber güvenliğin ekonomik boyutlarını analiz etmeyi ve dijital riskler karşısında örgütsel dayanıklılığı güçlendirmedeki rolünü incelemeyi amaçlamaktadır.
Araştırma, önemli siber risklerle karşı karşıya olan organizasyonlar üzerinde yürütülen bir vaka çalışmasına dayanan nitel bir metodolojik yaklaşım benimsemektedir. Veri toplama sürecinde, bilgi sistemleri, risk yönetimi ve yönetişimden sorumlu yöneticilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve iç belgeler ile kurumsal raporlar analiz edilmiştir.
Bulgular, siber güvenliğe yapılan yatırımların kapsamlı bir yönetişim ve risk yönetimi stratejisi içinde entegre edildiğinde, organizasyonların ekonomik dayanıklılığına önemli katkı sağladığını göstermektedir. Bu yatırımlar, siber olayların maliyetlerini azaltmakta, tehditlere karşı önceden tahmin ve yanıt kapasitesini artırmakta ve ekonomik paydaşların güvenini güçlendirmektedir. Bununla birlikte, çalışmada bütçe ve örgütsel kısıtların, siber güvenlik önlemlerinin etkinliğini sınırlayabileceği de vurgulanmaktadır.
Bu araştırma, siber güvenlik, ekonomik performans ve örgütsel dayanıklılık arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmakta ve dijital risk yönetiminde stratejik ve ekonomik bir yaklaşımın önemini ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: Siber güvenlik; Ekonomik dayanıklılık; Örgütsel performans; Risk yönetimi; Dijital riskler; Yönetişim

CYBERSECURITY AS A LEVER FOR ECONOMIC RESILIENCE OF ORGANIZATIONS FACING DIGITAL RISKS

ABSTRACT
In a context characterized by the acceleration of digital transformation and the growing proliferation of cyber threats, cybersecurity has become a major economic issue for organizations. Beyond its technical dimensions, it now represents a key factor of economic resilience, conditioning business continuity, performance, and stakeholder trust. This paper

aims to analyze the economic challenges of cybersecurity and to examine its role in strengthening organizational resilience in the face of digital risks.
The study adopts a qualitative methodological approach based on a case study analysis conducted within organizations exposed to significant cyber risks. Data were collected through semi-structured interviews with managers responsible for information systems, risk management, and governance, complemented by the analysis of internal documents and institutional reports.
The findings show that investments in cybersecurity, when integrated into a comprehensive governance and risk management strategy, significantly contribute to organizations' economic resilience. They help reduce the costs associated with cyber incidents, enhance the capacity to anticipate and respond to threats, and strengthen the trust of economic partners. However, the study also highlights the existence of budgetary and organizational constraints that may limit the effectiveness of cybersecurity mechanisms.
This research contributes to a better understanding of the relationships between cybersecurity, economic performance, and organizational resilience, emphasizing the importance of a strategic and economic approach to digital risk management.
Keywords: Cybersecurity; Economic resilience; Organizational performance; Risk management; Digital risks; Governance.

EFFECT OF FUEL SUBSIDY REMOVAL ON POVERTY STATUS OF WOMEN IN RURAL HOUSEHOLDS OF ABIA STATE NIGERIA

Bako, R. U.
Mohammed, U. S.
Emejiwe, P. C.
Akinbuwa K. M.
Department of AgriZultural Economics and Farm Management, Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria

ABSTRACT
This study analyzed the effect of fuel subsidy on the poverty status of women in rural households of Abia State Nigeria. The objectives includes:to describe the socio-economic characteristics of the women, examine the income and expenditure level of the women before and after fuel subsidy removal, determine the poverty status of the women in the study area, analyze the effect of fuel subsidy removal on the poverty status of women in the study area. A total of one hundred and twenty (120) women were randomly selected and administered with structured questionnaires. Descriptive, FGT model and Logit regression were used to analyze the data collected. The result shows that 90% of the respondents were married with mean age of 43 years. (74.2%) had formal education (70%) of them were petty traders. More than half of them (56.7%) where not a member to any cooperative society. With regards to the income and expenditure levels of rural women before and after the removal of fuel subsidies. The minimum and maximum income of rural women before subsidy removal were ₦7000 and ₦100,000 respectively, with an average income of ₦62,000. After the subsidy removal, the minimum and maximum income were ₦8000 and ₦N120,000 respectively. 22.5% of rural women were considered poor before subsidy removal However, after the subsidy removal, this figure increased to 25.0%. the result of logit regression showed that fuel price, cost of electricity, cost of transportation, cost of cooking, were significant factors influencing the poverty status of women in rural households in Abia state. Finally, the major constraints were, high cost of transportation, high cost of food stuff, less means of livelihood and increase in child labour. The study recommends *a review on the fuel subsidy removal to give the women access to better life.*

OTİZM TEMSİLLERİNDE ÖĞRENİLMİŞ ÇARESİZLİĞİN SÖYLEMSEL İNŞASI: TEMPLE GRANDİN (2010) FİLMİ ÖRNEĞİ

**Bu çalışma, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İnterdisipliner Engelli Çalışmaları Anabilim Dalı'nda yürütülen "Engellileri Konu Alan Filmlerde Öğrenilmiş Çaresizlik: Bir Söylem Çözümlemesi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.*

Öğr. Gör. Esra ŞİRİN ARKOÇ
Trakya University, School of Foreign Languages, English Language Teaching
ORCID ID: 0000-0003-3650-2435
Prof. Dr. İbrahim COŞKUN
Trakya University, Faculty of Education, Elementary Education
ORCID ID: 0000-0002-6270-7613

Özet

Bu çalışma, otizm temsillerinde öğrenilmiş çaresizlik olgusunun nasıl söylemsel olarak kurulduğunu *Temple Grandin* (2010) filmi üzerinden incelemektedir. Öğrenilmiş çaresizlik çoğunlukla bireysel ve içsel bir psikolojik durum olarak ele alınmakta; ancak engellilik bağlamında bu olgunun toplumsal, kurumsal ve dilsel boyutları büyük ölçüde ihmal edilmektedir. Bu araştırma, otizmli bir bireyin deneyimlediği çaresizliğin yalnızca nörolojik farklılığın "doğal" bir sonucu olarak değil; aile, eğitim kurumları ve sosyal çevre tarafından üretilen söylemler aracılığıyla nasıl inşa edildiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca film anlatısı içinde bu söylemlerin belirli koşullarda nasıl dönüştürülebildiği ve öznenin edilgen bir konumdan etkin bir özneye doğru nasıl yeniden konumlandırıldığı tartışılmaktadır.

Çalışma, nitel araştırma yaklaşımı doğrultusunda tasarlanmış ve eleştirel söylem analizi çerçevesinde yürütülmüştür. Veri setini, filmde öğrenilmiş çaresizlik olgusunu görünür kılan seçilmiş sahneler oluşturmaktadır. Dilbilgisel yapılar, sözcük seçimleri, olumsuzluk ve soru cümleleri ile otoriteyi temsil eden söylemsel örüntüler, öğrenilmiş çaresizlik bağlamında ele alınmıştır.

Bulgular, öğrenilmiş çaresizliğin filmde belirsizlik, kontrol kaybı ve kaçınma davranışları üzerinden söylemsel olarak kurulduğunu göstermekte olup; buna karşılık zaman zaman destekleyici söylemler aracılığıyla nasıl dönüştürülebileceğine de örnek oluşturmaktadır. Çalışma, öğrenilmiş çaresizliği sabit bir bireysel özellik olarak değil, söylem yoluyla üretilen ve dönüştürülebilen dinamik bir süreç olarak ele alarak otizm temsillerine ilişkin eleştirel ve bütüncül bir perspektif sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Öğrenilmiş çaresizlik, Otizm temsilleri, Sinemada engellilik, Eleştirel söylem analizi, öznel ajans

DISCURSIVE CONSTRUCTION OF LEARNED HELPLESSNESS IN AUTISM REPRESENTATIONS: THE CASE OF TEMPLE GRANDIN (2010)

**This study is derived from the PhD dissertation titled "Learned Helplessness in Films about Disabled Individuals: A Discourse Analysis", conducted at Trakya University, Institute of Social Sciences, Department of Interdisciplinary Disability Studies.*

Abstract

This study examines how the phenomenon of learned helplessness is discursively constructed in representations of autism through the film *Temple Grandin* (2010). Learned helplessness is most often approached as an individual and internal psychological condition; however, within the context of disability, its social, institutional, and linguistic dimensions are largely neglected. This research aims to demonstrate that the helplessness experienced by an autistic individual is not merely the "natural" outcome of neurological difference, but is constructed through discourses produced by family, educational institutions, and the broader social environment. In

addition, the study discusses how these discourses can be transformed under certain conditions within the film's narrative and how the subject is re-positioned from a passive role toward an active and agentic one.
Designed within a qualitative research framework, the study employs critical discourse analysis as its methodological approach. The dataset consists of selected scenes from the film that make the phenomenon of learned helplessness visible. Grammatical structures, lexical choices, negation and interrogative forms, as well as discursive patterns representing authority, are analyzed in relation to learned helplessness.
The findings indicate that learned helplessness in the film is discursively constructed through themes of uncertainty, loss of control, and avoidance behaviors, while also illustrating how it can be transformed at times through supportive discourses. By conceptualizing learned helplessness not as a fixed individual trait but as a dynamic process produced and transformed through discourse, this study offers a critical and holistic perspective on representations of autism.
Keywords: Learned helplessness, Autism representations, Disability in cinema, Critical discourse analysis, subjective agency

GİRİŞ

Söylem, yalnızca anlam ileten nötr bir dilsel araç değil; toplumsal gerçekliği kuran, normal olanı tanımlayan ve özneyi belirli konumlara yerleştiren bir güç pratiği olarak işlev görür. Foucault'ya göre söylem, bilgi ile iktidar arasındaki ilişkiyi örgütleyerek bireylerin neyi söyleyebileceğini, nasıl düşünebileceğini ve toplumsal alanda nasıl konumlanacağını belirleyen düzenleyici bir mekanizmadır (Foucault, 1972; 1980). Benzer biçimde Fairclough (1995), söylemi toplumsal ilişkileri yeniden üreten ve dönüştüren bir pratik olarak ele alır ve dilin ideolojik ve kurumsal işlevlerine dikkat çeker.

Bu kuramsal çerçeve içinde sinema, engellilik temsilleri açısından söylemin en açık ve etkili biçimde üretildiği önemli kültürel alanlardan biri olarak öne çıkar. Sinema, engelli bireyleri yalnızca görünür kılmakla sınırlı kalmaz; aynı zamanda toplumun engelliliği nasıl algıladığını, hangi bedenlerin "normal" kabul edildiğini ve normal ile normal olmayan arasındaki sınırların nasıl çizildiğini de yeniden üretir (Hall, 1997; Norden, 1994). Sinema anlatılarında engelli karakterler kimi zaman "yardıma muhtaç", "eksik" ya da "bağımlı" özne olarak konumlandırılırken, kimi zaman da "ilham verici başarı hikâyesi" çerçevesinde, toplumun başarıya dair beklentileri üzerinden değerlendirilen figürler olarak inşa edilmektedir. Her iki temsil biçiminde de belirleyici olan, bireyin kendi yaşamı üzerindeki kontrolünün nasıl tanımlandığı ve öznel ajansın hangi söylemsel koşullar altında mümkün ya da imkânsız kılındığıdır. Bu yönüyle sinemadaki engellilik temsilleri, yalnızca bireysel hikâyeler olarak değil; güç, iktidar, norm ve özneleşme süreçlerinin söylemsel olarak nasıl kurulduğunu görünür kılan ideolojik metinler olarak değerlendirilmelidir.

Bu söylemsel çerçeve dikkate alındığında, engellilik temsillerinde bireyin öznel ajansının sınırlandırılması, öğrenilmiş çaresizlik kavramıyla doğrudan ilişkilendirilebilir. Seligman (1975), öğrenilmiş çaresizliği, bireyin tekrarlanan kontrol kaybı deneyimleri sonucunda kendi çabalarının sonuçlar üzerinde etkili olmadığına inanması ve bu inançla birlikte eylemden geri çekilmesi durumu olarak tanımlar. Kavram, ilk ortaya konulduğunda ağırlıklı olarak bireysel bir psikolojik süreç olarak ele alınmıştır. Ancak sonraki kuramsal ve ampirik çalışmalar, öğrenilmiş çaresizliğin yalnızca bireyin içsel özellikleriyle açıklanamayacağını açık biçimde ortaya koymuştur. Bu doğrultuda öğrenilmiş çaresizlik, bireyin içinde bulunduğu sosyal çevre, kurumsal düzenlemeler ve söylemsel bağlamla birlikte değerlendirilmesi gereken çok katmanlı bir olgu olarak yeniden kavramsallaştırılmıştır (Abramson, Seligman & Teasdale, 1978; Peterson & Seligman, 1984).

Bu yaklaşım, engelliliği bireysel bir eksiklik ya da patoloji olarak değil; toplumsal ve yapısal koşulların ürünü olarak ele alan sosyal modelle kuramsal açıdan örtüşmektedir. Sosyal modele

göre engellilik, bireyin bedensel ya da nörolojik farklılığından ziyade, bu farklılığı dışlayıcı biçimde örgütleyen toplumsal normlar, kurumsal pratikler ve çevresel düzenlemeler sonucunda ortaya çıkmaktadır (Oliver, 1990; Barnes & Mercer, 2003). Bu nedenle öğrenilmiş çaresizliğin engellilik bağlamında ele alınışı, bireysel bir psikolojik sonuçtan çok, belirli toplumsal ve söylemsel koşullar altında üretilen yapısal bir süreç olarak değerlendirilmelidir. Engellilik alanındaki çalışmalar, öğrenilmiş çaresizliğin normatif beklentiler, dışlayıcı eğitim uygulamaları ve aşırı koruyucu (paternalist) yaklaşımlar yoluyla toplumsal olarak üretilebildiğini göstermektedir (Oliver, 1990; Shakespeare, 2006). Engelli bireylerin sürekli korunmaya muhtaç, bağımlı ya da yetersiz özne konumlarına yerleştirilmesinin, bireyin kendi yaşamı üzerindeki kontrol algısını zayıflattığı ve edilgen bir özne konumunu pekiştirdiği vurgulanmaktadır (Baş & Akturan, 2008; Aslan, 2014).

Bu çalışma, öğrenilmiş çaresizliği bireyin yaşadığı bir psikolojik sonuçla sınırlı görmemekte; söylem yoluyla üretilen, pekiştirilen ve belirli koşullar altında zaman zaman dönüştürülebilen toplumsal bir süreç olarak ele almaktadır. Sinema anlatıları ise bu sürecin hem nasıl kurulduğunu hem de hangi anlatı anlarında kırılabildiğini görünür kılarak, öğrenilmiş çaresizliğin söylemsel işleyişini incelemek açısından metodolojik olarak güçlü ve ayrıcalıklı bir analiz alanı sunmaktadır. Bu kuramsal ve kavramsal çerçeve doğrultusunda çalışma, *Temple Grandin* (2010) filmi üzerinden otizm temsillerinde öğrenilmiş çaresizliğin hangi söylemsel mekanizmalar aracılığıyla üretildiğini, nasıl pekiştirildiğini incelemeyi amaçlamakta ve hangi anlatı koşullarında dönüştürülebileceğine örnek oluşturmaktadır.

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Çalışma, tek durumlu bir film söylem çözümlemesine dayanmaktadır. Söylem çözümlemesi; dilin sosyal, politik ve kültürel boyutlarda nasıl kullanıldığını anlamaya yönelik, disiplinler arası bir yaklaşım sunar (Taylan, 2011). Dolayısıyla bu araştırma modeli, söylemi yalnızca dilsel ifadelerle sınırlı bir yapı olarak değil; dil, iktidar ve toplumsal ilişkiler arasındaki etkileşimi görünür kılan çok katmanlı bir pratik olarak ele alan yorumlayıcı bir analiz anlayışı üzerine kurulmuştur. Nitel araştırma yaklaşımı çerçevesinde yürütülmüş olan çalışmada Fairclough ve Van Dijk'in (Fairclough, 1995; van Dijk, 2008) söylem analizi yaklaşımları birlikte kullanılmış ve bu sayede kapsamlı bir analiz çerçevesi elde edilmiştir.

Fairclough ve Van Dijk'in söylem analiz yöntemleri, söylemin hem dilsel yapısını hem de toplumsal-ideolojik işlevlerini derinlemesine inceleme imkânı sunduğundan, birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Fairclough'un üç boyutlu söylem çözümlemesi modeli; metin, söylemsel pratik ve toplumsal pratik düzeylerinde analiz yaparak, söylemin üretim ve tüketim süreçlerini ortaya koyar (Fairclough, 1992). Van Dijk ise söylemi mikro (dilsel), makro (tematik) ve sosyo-bilişsel düzeylerde inceleyerek, bireylerin zihinsel temsilleri üzerinden toplumsal yapıların ve ideolojilerin nasıl yeniden üretildiğini analiz eder (Van Dijk, 1998). Bu iki yöntemin bir arada kullanılması, hem filmdeki replik, sahne ve anlatıların dilsel yapılar yoluyla nasıl anlamlandırıldığını hem de bu anlatıların izleyici zihninde nasıl toplumsal algılar oluşturduğunu analiz etmeye olanak tanır.

Araştırmanın veri seti, *Temple Grandin* (2010) filminde öğrenilmiş çaresizliğin inşası açısından söylemsel olarak belirginleşen sahnelerden (5 sahne) oluşturulmuştur. Sahne seçimi, tekrara düşmeme ve kuramsal doygunluk ilkeleri gözetilerek gerçekleştirilmiş; analiz kapsamında yalnızca öğrenilmiş çaresizlikle ilişkili söylemsel unsurların en belirgin şekilde görünür hâle geldiği sahneler çalışmaya dâhil edilmiştir.

Çalışma Alanı

Bu araştırmanın çalışma alanını, 2010 yapımı *Temple Grandin* filmi oluşturmaktadır. Çalışma herhangi bir genelleme iddiası taşımadığı ve öğrenilmiş çaresizliğin söylemsel işleyişini derinlemesine anlamayı amaçladığı için inceleme tek bir filmle sınırlandırılmıştır. Bu doğrultuda *Temple Grandin*, otizm temsillerini çok katmanlı bir anlatı yapısı içinde sunması nedeniyle amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Anlatı düzleminde film, ana karakterin

çocukluk döneminden başlayarak eğitim sürecine ve mesleki yaşantısına uzanan bir zaman çizgisi üzerinden ilerlemektedir. Bu bütünlüklü yapı, otizmli bir öznenin aile, eğitim ve mesleki kurumlarla kurduğu ilişkilerin söylemsel düzeyde nasıl şekillendiğini incelemek açısından *Temple Grandin* filmini uygun ve verimli bir analiz alanı hâline getirmektedir.

Ayrıca film, gerçek bir yaşam öyküsüne dayanması ve Temple Grandin'in hayvancılık endüstrisine kazandırdığı yenilikçi tasarım uygulamalarını konu edinmesi bakımından ayırt edici bir örnek sunmaktadır. Bunun yanı sıra anlatı, otizm bağlamında engelli bir bireyin sosyal ve akademik alanlarda karşılaştığı sınırlayıcı söylemlerle nasıl ilişkilendiğini ve bu söylemlerle kurduğu etkileşimler sonucunda edilgen bir konumdan daha etken bir özne konumuna doğru nasıl ilerlediğini görünür kılmaktadır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Verilerin analizi, nitel veri analizi yaklaşımı doğrultusunda yürütülmüş; çözümleme sürecinde kod–kategori–tema ilişkisi esas alınmıştır. Kodlama şeması, önceden belirlenmiş kategorilerden ziyade, doğrudan veriden hareketle geliştirilmiş ve analiz süreci boyunca kademeli olarak yapılandırılmıştır. Bu kapsamda kodlar, dört temel eksen etrafında toplanmıştır: (1) tıbbi, ailesel, eğitsel ve mesleki bağlamlarda üretilen **otorite söylemleri**; (2) **dilbilgisel yapılar**, özellikle olumsuzluklar, soru cümleleri, emir ve zorunluluk kipleri ile genelleyici ifadeler; (3) **sözcük ve ifade seçimleri**, etiketleme, düşük beklenti, değersizleştirme ve normatifleştirme (toplumsal beklentiler) örüntüleri üzerinden; (4) **ajans göstergeleri**, öz-yeterlik ifadeleri, problem çözme, karar alma ve direnç biçimleri aracılığıyla değerlendirilmiştir.

Bu kodlama yapısı, analiz sürecinde **öğrenilmiş çaresizlik** ve **öznel ajans** kavramları etrafında bütünleştirilmiş; alt temalar bu iki üst kavramla ilişkilendirilerek yorumlanmıştır. Her bir sahne, "kanıt (replik) – dilsel/söylemsel gösterge – söylemsel işlev – yorum" sıralaması izlenerek ele alınmış; böylece film anlatısı içinde öğrenilmiş çaresizliğin hangi söylemsel mekanizmalar aracılığıyla üretildiği, pekiştirildiği ya da belirli anlatı anlarında nasıl dönüştürülebildiği sistematik biçimde ortaya konulmuştur.

BULGULAR

1. Öğrenilmiş Çaresizliğin Söylemsel Olarak Kurulması

Bu bölümde, Temple Grandin (2010) filminde öğrenilmiş çaresizliğin hangi söylemsel mekanizmalar aracılığıyla üretildiği ve anlatı boyunca nasıl pekiştirildiği ele alınmaktadır. Bulgular, öğrenilmiş çaresizliğin bireysel bir psikolojik durumdan ziyade, kurumsal, toplumsal ve etkileşimsel düzeylerde kurulan çok katmanlı bir söylemsel süreç olduğunu göstermektedir. Bu süreç; etiketleme ve düşük beklenti söylemleri, normatif karşılaştırma ve sosyal dışlanma ile kontrolün dışsallaştırılması ve geri çekilme olmak üzere üç alt tema etrafında yapılandırılmıştır.

Alt Tema 1.1: Etiketleme ve Düşük Beklenti Söylemleri

Tablo 1. Etiketleme ve Düşük Beklenti Söylemleri

Ana Tema	Alt Tema	Sahne Türü	Sahne Bağlamı	Kanıt Replik	Dilsel / Dilbilgisel Yapı	Elde Edilen Kod(lar)
Öğrenilmiş Çaresizlik	Etiketleme ve Düşük Beklenti Söylemleri	Doktor–Anne Görüşmesi	Temple'ın çocukluk döneminde yapılan klinik değerlendirme sahnesi	"Otistik."	Tanılayıcı adlandırma, kesinlik bildiren yargı	Etiketleme; kurumsal otorite söylemi
Öğrenilmiş Çaresizlik	Etiketleme ve Düşük Beklenti Söylemleri	Doktor–Anne Görüşmesi	Dil gelişimi ve gelecek beklentisinin konuşulduğu sahne	"Konuşamaz."	Yeterlilik olumsuzluğu (-amaz), geniş zaman, kesinlik	Düşük beklenti; geleceğin kapatılması

Öğrenilmiş Çaresizlik	Etiketleme ve Düşük Beklenti Söylemleri	Doktor–Anne Görüşmesi	Yaşam kalitesi ve toplumsal uyumun değerlendirildiği an	"Normal bir hayat sürmesi zor."	Normatif karşılaştırma, olumsuzluk yapısı	Normatif karşılaştırma; düşük beklenti
Öğrenilmiş Çaresizlik	Etiketleme ve Düşük Beklenti Söylemleri	Doktor–Anne Görüşmesi	Kurumsal çözüm önerisinin dile getirildiği sahne	"Akıl hastanesine yatırmanız gerekebilir."	Zorunluluk kipi, kurumsal yönlendirme	Kurumsal otorite söylemi; geleceğin kapatılması

Etiketleme ve Düşük Beklenti Söylemleri kapsamında oluşturulan **Tablo 1**, *Temple Grandin* filminde öğrenilmiş çaresizliğin söylemsel olarak nasıl başlatıldığını ve özellikle **tıbbi otorite** aracılığıyla nasıl kurumsallaştırıldığını göstermektedir. Bu alt temayı destekleyen replikler ağırlıklı olarak Temple'ın çocukluk dönemine ait doktor–anne görüşmelerinin yer aldığı sahnelerde yoğunlaşmaktadır. Söz konusu sahnelerde kullanılan **"otistik"**, **"konuşamaz"**, **"normal bir hayat sürmesi zor"** ve **"akıl hastanesi"** gibi ifadeler, tanılayıcı ve genelleyici sözcük seçimleriyle öznenin geleceğine ilişkin olasılık alanını baştan daraltmaktadır. Dilbilgisel düzeyde ise bu alt tema, kesinlik bildiren yargı cümleleri, geniş zaman kullanımı ve olumsuzluk yapıları üzerinden inşa edilmektedir; bu yapılar, geçici bir durumdan ziyade değişmez ve geri döndürülemez bir kader algısı üretmektedir. Özellikle **"-amaz/-emez"** biçimindeki **yeterlilik olumsuzlukları** ve **genelleyici kipler**, bireysel farklılığı sabit bir yetersizlik olarak kodlamaktadır. Söylemsel çözümleme sürecinde bu sahnelerden elde edilen kodlar, **"etiketleme"**, **"düşük beklenti"**, **"normatif karşılaştırma"**, **"geleceğin kapatılması"** ve **"kurumsal otorite söylemi"** başlıkları altında toplanmıştır. Bu kodlar, etiketleyici dilin yalnızca betimleyici değil, aynı zamanda öznenin ajansını sınırlandıran ve öğrenilmiş çaresizliğin zeminini hazırlayan kurucu bir işlev gördüğünü ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Tablo 1, öğrenilmiş çaresizliğin film anlatısında bireysel deneyimden önce, tıbbi ve ailesel otorite söylemleri aracılığıyla kurumsal düzeyde başlatıldığını açık biçimde görünür kılmaktadır.

Alt Tema 1.2: Normatif Karşılaştırma ve Sosyal Dışlanma

Tablo 2. Normatif Karşılaştırma ve Sosyal Dışlanma

Ana Tema	Alt Tema	Sahne Türü	Sahne Bağlamı	Kanıt Replik	Dilsel / Dilbilgisel Yapı	Elde Edilen Kod(lar)
Öğrenilmiş Çaresizlik	Normatif Karşılaştırma ve Sosyal Dışlanma	Yurt Sahnesi	Oda arkadaşlığı ve sosyal uyum beklentisinin dile getirildiği sahne	"Herkesin bir oda arkadaşı var."	Genelleme, geniş zaman, norm merkezileştirme	Genelleme ve norm merkezileştirme; sosyal uyum baskısı
Öğrenilmiş Çaresizlik	Normatif Karşılaştırma ve Sosyal Dışlanma	Okul/Yurt Sahnesi	Sosyal ortama uyumun diğer öğrencilerle karşılaştırıldığı diyalog	"Diğer çocuklar bunu yapabiliyor."	Karşılaştırmalı yapı, genelleme, yeterlik vurgusu	Karşılaştırmalı söylem; içselleştirilmiş dışlanma
Öğrenilmiş Çaresizlik	Normatif Karşılaştırma ve Sosyal Dışlanma	Yurt Sahnesi	Sosyal ortamdan ayrılma kararının ifade edildiği an	"Burada kalmak istemiyorum."	Kesinlik bildiren kısa cümle, kaçınma bildirimi	Kaçınma; geri çekilme
Öğrenilmiş Çaresizlik	Normatif Karşılaştırma ve Sosyal Dışlanma	Anne ile Konuşma	Yurttan ayrılıp eve dönme kararının bildirildiği sahne	"Eve dönüyorum."	Kesinlik, özne vurgusu, eylemden çekilme	Geri çekilme; içselleştirilmiş dışlanma

Normatif Karşılaştırma ve Sosyal Dışlanma kapsamında oluşturulan **Tablo 2**, *Temple Grandin* filminde öğrenilmiş çaresizliğin toplumsal etkileşim ortamlarında nasıl pekiştirildiğini ve dışlanma deneyiminin söylemsel olarak nasıl üretildiğini göstermektedir. Bu alt temayı destekleyen replikler ağırlıklı olarak **okul ve yurt sahnelerinde**, özellikle oda arkadaşlığı ve sosyal uyum beklentisinin gündeme geldiği diyaloglarda yoğunlaşmaktadır. Söz konusu sahnelerde "**herkes**", "**diğer çocuklar**" gibi genelleyici ve karşılaştırmalı ifadeler, normatif çoğunluğu ölçüt hâline getirerek farklılığı "sapma" biçiminde konumlandıran bir söylem zemini oluşturmaktadır. Dilbilgisel düzeyde bu alt tema, **geniş zaman** ve **genelleme yapıları** ("herkesin … var", "diğer çocuklar … yapabiliyor") ile kurulmakta; ayrıca karşılaştırma mantığını pekiştiren ifadeler yoluyla öznenin sosyal dünyada **"uyumsuz"** ve **"eksik"** konuma itilmesini görünür kılmaktadır. Sözcük seçimleri, çoğunluk merkezli ve norm belirleyici bir söz varlığı üzerinden işlemekte; "herkes/diğer çocuklar" gibi kolektif referanslar, **"normal"** olanın sınırlarını çizerek öznenin deneyimini dışarıda bırakmaktadır. Bu söylemsel baskının anlatı içinde davranışsal bir karşılık ürettiği nokta ise kaçınma ve geri çekilme ifadelerinde somutlaşmaktadır. "**Burada kalmak istemiyorum**" ve "**Eve dönüyorum**" gibi kısa, kesinlik bildiren cümleler, bir yandan öznenin içinde bulunduğu sosyal ortamdan uzaklaşarak yükü azaltma girişimini; diğer yandan öğrenilmiş çaresizliğin tipik sonuçları arasında yer alan **geri çekilme/kaçınma** örüntüsünü göstermektedir. Bu analiz doğrultusunda elde edilen kodlar, "**genelleme ve norm merkezileştirme**", "**karşılaştırmalı söylem**", "**içselleştirilmiş dışlanma**", "**sosyal uyum baskısı**" ve "**kaçınma/geri çekilme**" başlıkları altında toplanmıştır. Dolayısıyla Tablo 2, öğrenilmiş çaresizliğin filmde yalnızca kurumsal etiketleme yoluyla değil; gündelik sosyal ilişkilerde normun merkezileştirilmesiyle üretilen dışlanma deneyimleri üzerinden de güçlendiğini ortaya koymaktadır.

Alt Tema 1.3: Kontrolün Dışsallaştırılması ve Geri Çekilme

Tablo 3. Kontrolün Dışsallaştırılması ve Geri Çekilme

Kontrolün Dışsallaştırılması ve Geri Çekilme başlığı altında sunulan **Tablo 3,** *Temple Grandin* filminde öğrenilmiş çaresizliğin söylemsel düzeyde kurulan anlamlardan davranışsal

Ana Tema	Alt Tema	Sahne Türü	Sahne Bağlamı	Kanıt Replik	Dilsel / Dilbilgisel Yapı	Elde Edilen Kod(lar)
Öğrenilmiş Çaresizlik	Kontrolün Dışsallaştırılması ve Geri Çekilme	Okul Sahnesi	Öğretmenle sınıf içi etkileşim ve yönlendirme anı	"Sakin ol."	Emir kipi, kontrol edici söylem	Kontrolün dışsallaştırılması; otorite yönlendirmesi
Öğrenilmiş Çaresizlik	Kontrolün Dışsallaştırılması ve Geri Çekilme	Eğitim Ortamı	Temple'ın zorlandığı durumda kararın başkası tarafından verilmesi	"Bunu senin yerine ben hallederim."	Özne silinmesi, edilgenleştirme	Ajans kaybı; dışsal kontrol
Öğrenilmiş Çaresizlik	Kontrolün Dışsallaştırılması ve Geri Çekilme	Yurt / Sosyal Alan	Zorlayıcı sosyal ortamdan çekilme anı	"Yapamıyorum."	Yeterlilik olumsuzluğu, kısa kesin ifade	İçselleştirilmiş çaresizlik; geri çekilme
Öğrenilmiş Çaresizlik	Kontrolün Dışsallaştırılması ve Geri Çekilme	Kişisel Alan	Temple'ın ortamdan fiziksel olarak uzaklaştığı sahne	"Gitmeliyim."	Zorunluluk bildirimi, kaçış yönelimi	Kaçınma; davranışsal geri çekilme

düzeye nasıl taşındığını görünür kılmaktadır. Bu alt temayı destekleyen replikler, ağırlıklı olarak okul ve yurt gibi kurumsal ya da yarı-kurumsal mekânlarda, Temple'ın zorlandığı anlarda otorite figürleriyle kurduğu etkileşimlerde yoğunlaşmaktadır. Söz konusu sahnelerde yer alan **"Sakin ol"** gibi emir kipleri, bireyin **kendi duygusal düzenleme kapasitesini** devre dışı bırakan ve kontrolü öznenin elinden alarak **dışsal bir otoriteye devreden** söylemsel yapılar olarak öne çıkmaktadır. Benzer şekilde, **"Bunu senin yerine ben hallederim"** ifadesi, öznenin karar alma ve problem çözme süreçlerinden söylemsel olarak dışlanmasına yol açan bir **özne silme** mekanizması üretmektedir.

Dilbilgisel düzeyde bu alt tema; emir kipleri, zorunluluk bildiren yapılar ve yeterlilik olumsuzlukları aracılığıyla kurulmakta, bu yapılar kontrolün özne yerine **dışsal aktörler** tarafından üstlenildiği bir söylem çerçevesi oluşturmaktadır. Öznenin **"Yapamıyorum"** gibi kısa ve kesinlik içeren ifadeleri ise, dışsal yönlendirmelerin zamanla içselleştirilmesi sonucu ortaya çıkan bir ajans kaybına işaret etmektedir. Bu söylemsel sürecin davranışsal karşılığı, **"Gitmeliyim"** gibi kaçış ve uzaklaşmayı ifade eden repliklerde somutlaşmakta; öğrenilmiş çaresizliğin tipik sonuçları arasında yer alan **geri çekilme** ve **kaçınma** örüntülerini görünür kılmaktadır.

Analiz sürecinde bu sahnelerden elde edilen kodlar, **"kontrolün dışsallaştırılması", "otorite yönlendirmesi", "ajans kaybı", "içselleştirilmiş çaresizlik"** ve **"geri çekilme/kaçınma"** başlıkları altında toplanmıştır. Bu bağlamda Tablo 3, öğrenilmiş çaresizliğin film anlatısında yalnızca söylemsel olarak üretilen bir anlam çerçevesi olmadığını; aynı zamanda bireyin davranış repertuarını doğrudan biçimlendiren ve özneyi giderek edilgen bir konuma iten dinamik bir süreç olarak işlediğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

2. Destekleyici Söylem ve Ajansın Yeniden İnşası

Bulguların birinci bölümünde ortaya konulduğu üzere Temple Grandin filminde öğrenilmiş çaresizlik, ağırlıklı olarak etiketleyici tanımlar, normatif karşılaştırmalar ve kontrolün özne dışına taşınması yoluyla söylemsel olarak inşa edilmektedir. Bu bölümde ele alınan destekleyici söylemler ise, çalışmanın temel amacı olan öğrenilmiş çaresizliğin kuruluş mekanizmalarını açıklamaya eklemlenen, ancak bu amacı yerinden etmeyen ikincil bir bulgu alanı olarak değerlendirilmelidir. Başka bir ifadeyle bu çalışma, öznenin ajans kazanımını merkeze alan bir dönüşüm anlatısı kurmayı hedeflememekte; buna karşın film anlatısı içinde öğrenilmiş çaresizliği üreten söylemlerin belirli sahnelerde destekleyici karşı-söylemlerle kesintiye uğradığını ve bu kesintilerin öznenin konumlanışında anlamlı değişimlere yol açtığını göstermektedir.

Filmde özellikle anne figürü ve Dr. Carlock aracılığıyla üretilen söylemler, erken bölümlerde baskın olan patolojik ve düşük beklenti temelli çerçevelere karşı işlev görmektedir. Annenin Temple'ı **"farklı ama eksik değil"** biçiminde tanımlaması, otizmi geri döndürülemez bir yetersizlik olarak kuran etiketleyici söylemleri doğrudan askıya alan bir yeniden çerçeveleme işlevi üstlenmektedir. Benzer biçimde Temple'ın Dr. Carlock tarafından **"özel bir beynin var"** ya da **"dünyayı başkalarının göremediği şekilde görüyorsun"** gibi ifadelerle tanımlanması, daha önce sorunlaştırılan bilişsel farklılığın bu kez değer atfedilen bir özelliğe dönüştürüldüğünü göstermektedir. Aile bağlamında annenin, kurumsal yönlendirmelere rağmen kızının potansiyeline yönelik ısrarcı tutumu; Dr. Carlock'un ise **"o harika bir kız"** vurgusunu destekleyen yaklaşımı, düşük beklenti söylemlerine karşı süreklilik taşıyan güçlü bir karşı-anlatı üretmektedir.

Bu destekleyici söylemlerin etkisi yalnızca dilsel düzeyde kalmamakta; söylem çözümleme dosyasında incelenen sahnelerde Temple'ın davranış yelpazesinde de belirgin bir değişim gözlemlenmektedir. Birinci bölümde geri çekilme, kaçınma ve yeterlilik olumsuzluklarıyla tanımlanan özne konumu, bu sahnelerden itibaren problem çözmeye yönelen, kendi yöntemlerini savunan ve akademik–mesleki bağlamlarda söz alan daha etkin ve dirençli bir özne konumuna evrilmektedir. Ancak bu dönüşüm, öznenin birdenbire ortaya çıkan mucizevi zaferi olarak değil; öğrenilmiş çaresizliği üreten söylemlerin belirli bağlamlarda çözülmesi ve

yerlerine destekleyici, özne-merkezli söylemlerin yerleşmesiyle mümkün hâle gelen sınırlı ve bağlamsal bir yeniden yapılanma süreci olarak ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Bu nedenle çalışmanın ana odağı, dönüşümün kendisinden ziyade, öğrenilmiş çaresizliğin söylemsel olarak nasıl üretildiğini göstermektir. Destekleyici söylemler ise bu sürecin mutlak ve değişmez olmadığını görünür kılan ve ayrı bir araştırma konusu olarak tartışılabilecek tamamlayıcı bir bulgu alanı olarak ele alınmaktadır.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada elde edilen bulgular, *Temple Grandin* (2010) filminde öğrenilmiş çaresizliğin bireysel bir psikolojik özellikten çok, farklı düzeylerde işleyen söylemsel süreçler aracılığıyla kurulduğunu göstermektedir. Özellikle tıbbi ve eğitsel otorite söylemleriyle üretilen etiketleme, normatif karşılaştırma ve kontrolün özne dışına taşınması gibi mekanizmaların, karakterin kendilik algısını ve eyleme geçme kapasitesini nasıl sınırladığı ayrıntılı biçimde ortaya konulmuştur. Bu bulgu, öğrenilmiş çaresizliği bireyin içsel yetersizliğiyle açıklayan klasik yaklaşımların sınırlarını aşarak, kavramın toplumsal ve söylemsel boyutlarına işaret eden çağdaş kuramsal yaklaşımlarla örtüşmektedir (Abramson, Seligman & Teasdale, 1978; Peterson & Seligman, 1984). Nitekim sosyal model yaklaşımını savunan çalışmalar, engelliliğin bireyin bedensel ya da nörolojik özelliklerinden çok, bu farklılığı dışlayıcı biçimde düzenleyen toplumsal ve kurumsal yapılarla ilişkili olduğunu vurgulamaktadır (Oliver, 1990; Barnes & Mercer, 2003). Bulguların ikinci bölümünde ele alınan destekleyici söylemler ise çalışmanın temel amacını oluşturmamakla birlikte, öğrenilmiş çaresizliğin sabit ve değişmez bir durum olmadığını göstermesi bakımından dikkat çekicidir. Shakespeare'in (2006) engellilik temsillerine yönelik eleştirileri de bu noktada anlamlı bir bağlam sunmakta; engelli bireylerin edilgenliğinin çoğu zaman destekleyici sosyal düzenlemelerin yokluğuyla ilişkili olduğunu vurgulamaktadır.

Sonuç olarak bu araştırma, öğrenilmiş çaresizliği bireyin "doğal" ya da kaçınılmaz bir psikolojik özelliği olarak ele almaktan bilinçli biçimde uzak durmakta; kavramı söylem yoluyla üretilen, pekiştirilen ve belirli koşullar altında dönüştürülebilen dinamik bir süreç olarak değerlendirmektedir. *Temple Grandin* filmi, bu yönüyle otizm temsillerinin yalnızca bireysel başarı hikâyeleri ya da trajik anlatılar üzerinden okunamayacağını; aksine bu temsillerin güç, norm ve ajans ilişkilerinin söylemsel düzeyde nasıl kurulduğunu gösteren ideolojik metinler olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda çalışmanın sonuçları, engellilik temsillerine ilişkin gelecekte yapılacak araştırmalar için önemli açılımlar sunmaktadır. Sinema ve görsel medyada engelliliği konu alan anlatıların, yalnızca içerik düzeyinde değil; dilsel, söylemsel ve görsel stratejiler üzerinden birlikte ele alınması gerekmektedir. Ayrıca eğitim ve sağlık alanlarında üretilen söylemlerin, engelli bireylerin ajansını nasıl sınırladığı ya da güçlendirdiği daha ayrıntılı biçimde incelenmelidir. Farklı engellilik türlerini konu alan filmler arasında yapılacak karşılaştırmalı söylem analizleri ise, öğrenilmiş çaresizliğin kültürel ve bağlamsal farklılıklar içindeki görünümünü tartışmaya açabilir. Bu yönüyle mevcut çalışma, engellilik temsillerini eleştirel bir bakışla ele alan araştırmalar için hem kuramsal hem de metodolojik bir zemin sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Abramson, L. Y., Seligman, M. E. P., & Teasdale, J. D. (1978). Learned helplessness in humans: Critique and reformulation. *Journal of Abnormal Psychology, 87*(1), 49–74. https://doi.org/10.1037/0021-843X.87.1.49

Aslan, Z. (2014). *Engellilik ve toplumsal dışlanma*. Nobel Akademik Yayıncılık.

Barnes, C., & Mercer, G. (2003). *Disability*. Polity Press.

Baş, T., & Akturan, U. (2008). *Nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık.

Fairclough, N. (1992). *Discourse and social change*. Polity Press.

Fairclough, N. (1995). *Critical discourse analysis: The critical study of language*. Longman.

Foucault, M. (1972). *The archaeology of knowledge* (A. M. Sheridan Smith, Trans.). Pantheon Books. (Original work published 1969)

Foucault, M. (1980). *Power/knowledge: Selected interviews and other writings, 1972–1977* (C. Gordon, Ed.). Pantheon Books.
Hall, S. (1997). *Representation: Cultural representations and signifying practices*. Sage.
Norden, M. F. (1994). *The cinema of isolation: A history of physical disability in the movies*. Rutgers University Press.
Oliver, M. (1990). *The politics of disablement*. Macmillan.
Peterson, C., & Seligman, M. E. P. (1984). *Causal explanations as a risk factor for depression: Theory and evidence*. *Psychological Review, 91*(3), 347–374. https://doi.org/10.1037/0033-295X.91.3.347
Seligman, M. E. P. (1975). *Helplessness: On depression, development, and death*. W. H. Freeman.
Shakespeare, T. (2006). *Disability rights and wrongs*. Routledge.
Taylan H.H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Kullanılan İçerik Analizi ve Söylem Analizinin Karşılaştırılması*. Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Yıl: 1/ Cilt: 1/ Sayı: 2/ Güz 2011.
van Dijk, T. A. (1998). *Ideology: A multidisciplinary approach*. Sage.
van Dijk, T. A. (2008). *Discourse and power*. Palgrave Macmillan.

SPOR YÖNETİCİLERİNDE LİDERLİK TARZLARININ ÇALIŞAN MOTİVASYONU ÜZERİNE ETKİSİ: GENÇLİK VE SPOR İL MÜDÜRLÜKLERİ ÖRNEĞİ

Hüseyin CAN
NİSANTASİ University, Institute of Science, Department of Physics, 37150 Sariyer, İstanbul
ORCID:0009-0006-6068-3896
Dr. Öğr. Üyesi Nevzat MUTLUTÜRK
NİSANTASİ University, Institute of Science, Department of Physics, 37150 Sariyer, İstanbul
ORCID:0000-0003-1275-1592

ÖZET

Liderlik ve motivasyon kavramları, örgütsel davranış ve yönetim bilimi literatüründe uzun süredir araştırılan temel olgulardan biridir. Liderlik, örgütü hedeflerine yöneltebilen, çalışanları harekete geçirebilen ve iş süreçlerini koordine edebilen bir yönetsel etkileşim süreci olarak ele alınırken; motivasyon, bireylerin bir işe yönelik enerji, ilgi, süreklilik ve çaba düzeylerini belirleyen içsel bir itki sistemi olarak tanımlanmaktadır. Literatürde liderlik tarzlarının çalışanların motivasyon düzeylerini etkileyebileceği, çalışanların örgütsel bağlılık, iş doyumu ve performans çıktılarında belirleyici rol oynayabileceği sıkça vurgulanmaktadır. Özellikle kamu kurumlarında liderlik uygulamalarının motivasyon üzerindeki etkisi, hem yönetim süreçlerinin niteliğini hem de hizmet sunumunun etkinliğini doğrudan ilgilendirdiği için ayrı bir önem taşımaktadır.

Bu araştırma, spor yöneticilerinin benimsedikleri liderlik tarzlarının Gençlik ve Spor İl Müdürlüklerinde görev yapan personelin genel motivasyon düzeyleri üzerindeki etkisini incelemeyi amaçlamaktadır. Liderlik ve motivasyon kavramları, örgütsel verimliliğin artırılması, çalışan bağlılığının sağlanması ve iş doyumunun güçlendirilmesi açısından yönetim bilimleri literatüründe uzun süredir tartışılan iki temel değişkendir. Özellikle kamu kurumlarında yönetim süreçlerinin etkinliği, yalnızca örgüt içi performans çıktıları ile sınırlı kalmayıp, hizmet üretimi ve kurumsal işleyişin niteliği üzerinde de belirleyici rol oynamaktadır. Bu bağlamda çalışma kapsamında demokratik, dönüşümcü, etkileşimci, otokratik ve serbest bırakıcı liderlik tarzlarının çalışanların genel motivasyon düzeyleriyle olan ilişkisi araştırılmıştır.

Çalışma, nicel araştırma yaklaşımı çerçevesinde ilişkisel tarama modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın evrenini Türkiye'deki Gençlik ve Spor İl Müdürlüklerinde görev yapan spor yöneticileri ve çalışan personel oluştururken; örneklemini farklı illerden kolayda örnekleme yöntemiyle seçilen 400 katılımcı meydana getirmiştir. Veriler Liderlik Tarzı Davranış Ölçeği, Çok Boyutlu İş Motivasyonu Ölçeği'nin genel motivasyon boyutu ve demografik bilgi formu aracılığıyla toplanmıştır. Analiz sürecinde liderlik tarzları ile motivasyon arasındaki ilişkilerin test edilmesi amacıyla korelasyon analizi, liderlik tarzlarının motivasyonu yordama gücünü belirlemek için çoklu regresyon analizi, demografik değişkenlere göre motivasyon düzeylerindeki farklılıkların incelenmesi için ise bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü ANOVA analizleri uygulanmıştır.

Araştırmadan elde edilen bulgular, kurulan hipotezlerin istatistiksel olarak desteklenmediğini ortaya koymuştur. Liderlik tarzları ile çalışanların genel motivasyon düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamış; liderlik tarzlarının genel motivasyonu anlamlı biçimde yordamadığı belirlenmiştir. Ayrıca cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, hizmet süresi ve medeni durum değişkenlerine göre çalışanların genel motivasyon düzeylerinde anlamlı bir farklılık da tespit edilmemiştir. Bu durum, motivasyonun yalnızca liderlik davranışlarıyla açıklanamayacak kadar

karmaşık ve çok boyutlu bir yapı sergilediğini göstermektedir. Araştırma bulgularının spor yönetimi literatürüne katkı sağladığı ve gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı değişkenlerin, bağlamsal faktörlerin ve örgütsel koşulların dikkate alınması gerektiğini ortaya koyduğu değerlendirilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Liderlik, motivasyon, spor yöneticileri, çalışan motivasyonu, kamu kurumları

THE EFFECT OF LEADERSHIP STYLES ON EMPLOYEE MOTIVATION AMONG SPORTS MANAGERS: THE CASE OF PROVINCIAL DIRECTORATES OF YOUTH AND SPORTS

ABSTRACT

Leadershipandmotivationhavelongbeenamongthecoreconceptsexamined in theorganizationalbehaviorandmanagementliterature. Whileleadership is defined as a managerialinteractionprocessthroughwhichtheorganization is directedtowardsitsgoals, employeesaremobilized, andworkprocessesarecoordinated, motivationrefersto an internaldrivethatdeterminesindividuals' levels of energy, interest, persistence, andefforttoward a giventask. Theliteraturefrequentlyemphasizesthatleadershipstylesmayinfluenceemployees' motivationlevelsandplay a decisive role in organizationalcommitment, jobsatisfaction, andperformanceoutcomes. Inpublicinstitutions in particular, theimpact of leadershippractices on motivationbearsadditionalimportance, as it directlyaffectsboththequality of administrativeprocessesandtheefficiency of service delivery.

Thisstudyaimstoexaminetheeffect of leadershipstylesadoptedbysportsmanagers on theoverallmotivationlevels of personnelemployed in theProvincialDirectorates of Youthand Sports. Leadershipandmotivationconstitute two fundamentalvariableswidelydiscussed in themanagementsciences in relationtoincreasingorganizationaleffectiveness, strengtheningemployeecommitment, andenhancingjobsatisfaction. Inpublicinstitutions, theeffectiveness of managerialprocesses not onlyinfluencesinternalorganizationaloutputs, but alsodeterminesthequality of service provisionandinstitutionalfunctioning. Withinthiscontext, thestudyinvestigatedtherelationshipbetweendemocratic, transformational, transactional, autocratic, andlaissez-faireleadershipstylesandemployees' overallmotivationlevels.

Thestudywasconductedwithin a quantitativeresearchframeworkusing a relationalsurvey model. Thepopulationconsisted of sportsmanagersandpersonnelworking in ProvincialDirectorates of Youthand Sports across Türkiye, whilethesamplecomprised 400 participantsselectedfromdifferentprovincesthroughconveniencesampling.

DatawerecollectedusingtheLeadership Style BehaviorScale, the general motivationdimension of theMultidimensionalWorkMotivationScale, and a demographicinformation form. Duringtheanalysisprocess, correlationanalysiswasemployedto test therelationshipsbetweenleadershipstylesandmotivation, multiple regressionanalysiswasusedtodeterminethepredictivepower of leadershipstyles on motivation, andindependentsamples t-test andone-way ANOVA wereconductedtoexaminedifferences in motivationlevelsbased on demographicvariables.

Findingsindicatedthattheproposedhypotheseswere not statisticallysupported. No significantrelationshipwasfoundbetweenleadershipstylesandemployees' overallmotivationlevels, nordidleadershipstylessignificantlypredictmotivation. Inaddition, nosignificantdifferences in motivationlevelswereidentifiedbased on gender, age, educationallevel, tenure, ormaritalstatus. Theseresultssuggestthatmotivationrepresents a complexandmultidimensionalstructurethatcannot be fullyexplainedsolelybyleadershipbehaviors.Thefindingscontributetothesportsmanagementliterature andindicatethatfutureresearchshouldincorporateadditionalvariables, contextual factors, and organizational conditions.
Keywords: Leadership, motivation, sportsmanagers, employeemotivation, publicinstitutions

TÜRKİYE'DE AZALAN DOĞURGANLIK BAĞLAMINDA ÇOCUK SAHİBİ OLMA İSTEĞİ

Doğa BAŞER
Selcuk University, Faculty of Health Science, Department of Social Work, Selçuklu Konya
ORCID: 0000-0002-7451-6590
Rabia GÜÇLÜ
Selcuk University, Faculty of Health Science, Department of Social Work, Selçuklu Konya
ORCID: 0009-0001-3596-1288

ÖZET
Türkiye'de son yıllarda toplam doğurganlık hızının belirgin biçimde azalması, nüfusun yaşlanması ve toplumsal yapının dönüşümü açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'de azalan doğurganlığı çocuk sahibi olma isteği bağlamında incelemeyi ve bu isteği etkileyen temel faktörleri analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, çocuk sahibi olma kararlarının yalnızca bireysel tercihlerden değil, ekonomik, sosyal ve kültürel koşullardan da güçlü biçimde etkilendiği varsayımına dayanmaktadır. Araştırmada Türkiye İstatistik Kurumu verileri, ulusal ve uluslararası akademik literatür ile mevcut ikincil araştırmalar birlikte değerlendirilmiştir. Bulgular, artan yaşam maliyetleri, gelir güvencesizliği, konut sorunları ve çocuk bakım hizmetlerine erişimde yaşanan sınırlılıkların çocuk sahibi olma isteğini önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Bununla birlikte, kadınların eğitim düzeylerinin yükselmesi, işgücüne katılımın artması, kariyer beklentilerinin güçlenmesi ve toplumsal cinsiyet rollerindeki dönüşüm, doğurganlık kararlarını doğrudan etkilemektedir. Ayrıca bireyselleşme eğilimlerinin güçlenmesi, evlilik yaşının yükselmesi, çocuk yetiştirmenin ekonomik ve duygusal maliyetinin artması ile gelecek belirsizliği, çocuk sahibi olma isteğinin ertelenmesine ya da tamamen vazgeçilmesine yol açabilmektedir. Bu çerçevede Türkiye'de azalan doğurganlık, bireysel tercihlerden bağımsız düşünülemeyecek, çok boyutlu ve yapısal bir toplumsal sorun olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, çocuk sahibi olma isteğini desteklemeye yönelik politikaların, yalnızca doğum teşviklerine odaklanan sınırlı yaklaşımlar yerine, istihdam güvencesi, erişilebilir bakım hizmetleri, iş-yaşam dengesi, konut politikaları ve toplumsal cinsiyet eşitliğini esas alan bütüncül sosyal politika uygulamalarıyla ele alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışma, karar vericilere, yerel yönetimlere, akademisyenlere ve sosyal politika aktörlerine, demografik sürdürülebilirliği güçlendirecek, uzun vadeli, kanıta dayalı, kapsayıcı ve toplumsal ihtiyaçlara duyarlı nüfus politikalarının geliştirilmesine katkı sunmayı hedeflemektedir. Ayrıca gelecekteki araştırmalar için karşılaştırmalı ve nitel çalışmaların önemine dikkat çekerek literatüre kuramsal bir çerçeve kazandırmaktadır sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Doğurganlık, Çocuk Sahibi Olma İsteği, Sosyal Politika

THE DESIRE TO HAVE CHILDREN IN THE CONTEXT OF DECLINING FERTILITY IN TÜRKİYE

ABSTRACT
In recent years, the significant decline in the total fertility rate in Türkiye has generated important consequences in terms of population ageing and transformations in social structure. This study aims to examine declining fertility in Türkiye within the context of the desire to have children and to analyze the main factors shaping this desire. The study assumes that decisions related to childbearing are influenced not only by individual preferences but also strongly shaped by economic, social, and cultural conditions. The research draws upon data from the Turkish Statistical Institute, national and international academic literature, and existing secondary studies. The findings demonstrate that rising living costs, income insecurity, housing problems, and limited access to childcare services significantly reduce the desire to have

children. In addition, increases in women's educational attainment, higher levels of labor force participation, strengthened career expectations, and transformations in gender roles directly influence fertility decisions. Furthermore, the intensification of individualization processes, increasing age at marriage, rising economic and emotional costs of childrearing, and uncertainty about the future contribute to the postponement of childbearing or the decision to refrain from having children altogether. Within this framework, declining fertility in Türkiye should be considered a multidimensional and structural social issue that cannot be examined independently of individual choices. Consequently, policies aimed at supporting the desire to have children should go beyond narrowly focused pronatalist incentives and instead adopt a comprehensive social policy approach that prioritizes employment security, accessible care services, work–life balance, housing policies, and gender equality. In this regard, the study seeks to contribute to the development of long-term, evidence-based, inclusive, and socially responsive population policies that strengthen demographic sustainability, while also providing a theoretical framework for future comparative and qualitative research.
Keywords: Fertility, Desire to Have Children, Social Policy.

ADOPTION OF INNOVATIONS AND IMPROVED RICE PROCESSING TECHNOLOGIES AMONG INTERNATIONAL FUNDS FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT RICE PROCESSORS IN NIGER STATE, NIGERIA

H. ISAH
M. Ibrahim
U. H. Muhammad
Department of Agricultural Extension and Rural Development, Federal University of Technology, Minna, Niger State, Nigeria

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Rice processing plays a critical role in enhancing food security, income generation, and industrial development among smallholder farmers. However, limited adoption of innovations and improved processing technologies often constrains productivity and welfare outcomes. This study hypothesized that adoption of innovations and improved rice processing technologies positively influences the well-being and productivity of IFAD-supported rice processors in Niger State, Nigeria. The objective of the study was to assess the level of adoption, identify major innovations and improved technologies used, and evaluate the perceived effects on rice processors' livelihoods.

Materials and Methods: A multi-stage sampling procedure was employed to select 117 rice processors from IFAD-supported communities in Niger State. Primary data were collected using structured questionnaires administered to respondents. Descriptive statistics, including frequencies, percentages and mean scores, were used to analyse the data.

Results: The study revealed that de-stoning (94.9%), collection of mature paddy rice (91.5%), and milling (85.5%) were the most commonly applied innovations in rice processing. Among improved rice processing technologies, drying slabs (82.9%), weighing machines (82.9%), and de-stoners (81.2%) were predominantly used. Adoption was particularly high for practices such as washing with clean water, packaging, use of drying slabs, and de-stoning. Respondents perceived that these innovations and improved technologies contributed to food security ($\bar{X}$=3.89), reduction of post-harvest losses ($\bar{X}$=3.87), increased income for farmers and processors ($\bar{X}$=3.84), and promotion of industrial growth and development ($\bar{X}$=3.83).

Discussion and Conclusion: The findings indicate that innovations and improved rice processing technologies, including quality-preserving packaging, washing with clean water, drying slabs, and de-stoning, are widely adopted among IFAD rice processors and have positive effects on productivity and well-being. The study recommends that governments and financial institutions provide accessible and affordable credit facilities to enable small-scale rice processors to invest further in improved technologies.

Keywords: Adoption; Innovation; Rice; Processing; IFAD

HALOXYLON SALICORNICUM (MOQ.) BUNGE EX BOISS. A SUCCULENT PLANT, PROMISING CONTENDER FOR PHYTOREMEDIATION OF HIGHLY SALINE SOILS

Sana Safdar
Syed Mohsan Raza Shah
Muhammad Javed
Zaheer Abbas
Iqra
Department of Botany, Division of Science and Technology, University of Education, Lahore, Pakistan

Abstract
Haloxylon salicornicum is a xero-halophyte member of the family Chenopodiaceae. It is usually found in saline deserts. It's a shrub species and has importance for fruiting top, seed as animal feed and used as emergency food, wood as fuel, different plant parts for medicine, and restoration of degraded lands. Moreover, the species is tolerant to saline stress and high temperature. *Haloxylon salicornicum*, is now gaining importance all over the world for phytoremediation as an environment friendly technique. *H. salicornicum* selected from five different saline habitats of Cholistan, viz., least saline Derawar Fort, moderately saline Trawaywala Toba, and Bailahwala Dahar and highly saline Ladam Sir and Pati Sir to study the morpho-anatomical and physiological adaptations. Morpho-anatomical character were carefully examined and recorded. For the anatomical studies, the material was fixed in formalin acetic alcohol (FAA) fixative for 36 h and subsequently transferred to acetic alcohol solution for long-term storage. Measurements were taken with a light microscope, using an ocular micrometer. Micrographs of stained sections were taken with a camera equipped microscope. The root epiblema thickness and the thickness of shoot epidermis was the maximum in Trawaywala Toba and Bailahwala Dahar populations. The thickness of cortex in root was consistently increased with an increase in salinity. The maximum thickness of phloem was observed in Bailahwala Dahar population. The maximum number of stomata was recorded in Ladam Sir population and the maximum root length was recorded in Pati Sir populations for the better absorption of water. The populations collected from the highest saline sites Pati Sir and Ladam Sir had increased accumulation of K^+ and Ca^{2+} along Na^+ and Cl^-, more excretion of Na^+, K^+ and Cl^-. Additionally, higher bio-concentration factor, translocation factor, and dilution factor for Na^+ and Cl^- Derawar fort population were identified as key phytoremediation attributes. The plants *H. salicornicum* of Pati Sir and Ladam Sir were, therefore, more efficient in phytoremediation of saline soils as these populations accumulated and/or excrete toxic salts. These modifications indicate not only better salt tolerance of the Pati Sir population but also better in accumulation and excretion of toxic salts. This population can potentially rehabilitate hypersaline uncultivated lands through green reclamation.
Key word: phytoremediation, *Haloxylon salicornicum,* Saline habitats

KOLOREKTAL KANSERLERDE ANASTOMOZ KAÇAĞI : RETROSPEKTİF BİR ANALİZ

Kubilay DALCI
ORCİD: 0000-0002-3156-4269
Cukurova University Faculty of Medicine, Balcali Training and Research Hospital
Mustafa ALÇIN
ORCİD: 0009-0002-7193-6546
Cukurova University Faculty of Medicine, Balcali Training and Research Hospital

ÖZET
Anastomoz kaçağı, cerrahi teknik, hastanın genel durumu ve ek hastalıkları gibi birçok faktörden etkilenebilir. 2014-2024 yılları arasında Çukurova üniversitesi Balcalı hastanesinde kolorektal kanser nedeniyle opere edilen toplam 482 hasta verileri retrospektif olarak incelenmiştir. Literatürde kolorektal kanserlerde anastomoz kaçağı gelişmesi; deneyimli kolorektal cerrahların yaptığı ameliyatlarda %3-6 arasında kaçak olabileceği savunulsa da bu oran global olarak %1-30 arasında değişmektedir.(1) Bizim çalışmamızda 403 hastadan 14'ünde (%3,4) anastomoz kaçağı gelişmiştir. MacRae ve ark.7 kolorektal cerrahide stapler ya da manuel olarak yapılan anastomozlardan sonra meydana gelen anastomoz kaçaklarını inceleyen 13 randomize kontrollü çalışmanın analizini yaptıkları çalışmalarında; stapler ve manuel anastomoz kaçağı yönünden aralarında fark saptanmamış.(2) Çalışmamızda elle anastomozlarda oran daha yüksektir. Brisinda ve ark. 77 olguyu randomize ettikleri çalışmalarında anastomoz kaçak oranını uç-uç yapılanlarda uç-yan yapılanlara göre daha fazla saptamışlar. (3) Çalışmamızda koloanal (uç-uç) anastomozlarda oran daha yüksek görülmüştür. Anastomoz kaçaklarına bağlı morbidite ve mortaliteyi azaltmak için özellikle rektum cerrahisinde olmak üzere koruyucu ostomi açılması üzerinde durulmaktadır. Rektum kanserlerinde koruyucu ileostominin kaçak ve postoperatif komplikasyonları azalttığı bilinmektedir. (4) On bir çalışmanın yer aldığı bir metaanalizde low anterior rezeksiyon uygulanan olgularda koruyucu stoma açılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.(5) bizim çalışmamızda literatür uyuşmaktadır. (6) Buchs ve ark. ASA skorundaki her bir birim artmasında kaçak riskinin 2,5 kat arttığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ASA 2 hastalarda kaçak oranı ASA 1 lerden daha yüksek olmasına rağmen ASA3-4 hasta grubunda anastomoz kaçağı saptanmamıştır. Literatürde intrakorporeal anastomoz grubunda kaçak oranın daha az olduğu çalışmalar mevcut olup bizdeki sonuçlarla uyumludur. Çalışmamızda, literatürle uyumlu şekilde anastomoz kaçağı oranı %3,4 olarak saptanmıştır. Anastomoz kaçağını önlemek için cerrahi teknik ve hasta faktörlerinin dikkatle değerlendirilmesi önemlidir.
Anahtar kelimeler: Anastomoz Kaçağı , Kolon, Kanser

ANASTOMOTIC LEAKAGE IN COLORECTAL CANCER: A RETROSPECTIVE ANALYSIS

ABSTRACT
Anastomotic leakage can be influenced by many factors such as surgical technique, the patient's general condition, and comorbid diseases. A total of 482 patients who were operated on for colorectal cancer at Cukurova University Balcali Hospital between 2014 and 2024 were retrospectively analyzed. In the literature, although it is suggested that the incidence of anastomotic leakage in colorectal cancer surgery performed by experienced colorectal surgeons ranges between 3–6%, this rate varies globally between 1–30%. (1) In our study, anastomotic leakage developed in 14 of 403 patients (3.4%). MacRae et al. analyzed 13 randomized controlled trials evaluating anastomotic leakage following stapled or hand-sewn anastomoses

in colorectal surgery and reported no significant difference between stapled and manual anastomoses in terms of leakage. (2) In our study, the rate was higher in hand-sewn anastomoses. Brisinda et al., in their randomized study of 77 cases, found a higher anastomotic leakage rate in end-to-end anastomoses compared to end-to-side anastomoses. (3) In our study, the leakage rate was higher in coloanal (end-to-end) anastomoses. To reduce morbidity and mortality related to anastomotic leakage, the creation of a diverting stoma, especially in rectal surgery, has been emphasized. It is known that a diverting ileostomy reduces leakage and postoperative complications in rectal cancer. (4) A meta-analysis including eleven studies concluded that a diverting stoma should be created in patients undergoing low anterior resection. (5) Our study is consistent with the literature. (6) Buchs et al. reported that the risk of leakage increases 2.5-fold with each one-unit increase in the ASA score. In our study, although the leakage rate was higher in ASA 2 patients compared to ASA 1 patients, no anastomotic leakage was detected in the ASA 3–4 patient group. There are studies in the literature reporting lower leakage rates in the intracorporeal anastomosis group, which is consistent with our results. In our study, in accordance with the literature, the anastomotic leakage rate was found to be 3.4%. Careful evaluation of surgical technique and patient-related factors is important in preventing anastomotic leakage.

Keywords: anastomotic leakage, colon, cancer

HEMOROİDEKTOMİ SONRASI HER SPESMENİN HİSTOPATOLOJİK İNCELENMESİ GEREKLİ Mİ?

Kubilay DALCI
ORCİD: 0000-0002-3156-4269
Cukurova University Faculty of Medicine, Balcali Training and Research Hospital
Mustafa ALÇIN
ORCİD: 0009-0002-7193-6546
Cukurova University Faculty of Medicine, Balcali Training and Research Hospital

ÖZET

Hemoroidektomi, hemoroidal hastalıklara bağlı şikayetlerle başvuran ve ileri tedavi gerektiren hastalarda sıkça tercih edilen operasyon türüdür. Bu işlemden sonra çıkan numuneler patoloji laboratuvarlarına gönderilir ve histopatolojik olarakta tanı alır. Literatürde, tüm patolojik muayenelerin çoğunda gereksiz olduğu bildirilmiş olmasına rağmen spesmenlerin histopatolojik incelenmesi tanıyı doğrulamak, ticari baskılar ve medikolegal sorunlar nedeniyledir. Çalışmamızda kliniğimizde 2010 -2025 yılları arasında hemoroidal hastalık nedenli hemoroidektomi yapılan 165 hasta dahil edildi. Bu hastalar eksternal hemoroid ,internal hemoroid ,grade , pake sayısı , patoloji sonucu , klinik muayenede tipine göre değerlendirmeler yapıldı.Hemoroidektomi sonrası spesmenin patolojik incelemeye gönderilmesi rutin bir uygulama olarak kliniklerde uygulanmasına rağmen malignite lehine bulgu ile karşılaşmak çok nadir karşılaşılan bir durumdur. Preoperatif dönemde cerrah tarafından rektal tuşe ile muayene yapılması , gereklilik halinde rektoskopi yapılmalıdır. Preoperatif muayene ve intraoperatif değerlendirilmede cerrah tarafından şüpheli görülen durumlarda histopatolojik olarak değerlendirme gerekmektedir. Malignite durumunun nadiren görülmesi nedeniyle gereklilik halinde histolopatolojik inceleme yapılması rutin olarak incelemenin avantaj sağlamadığı görülmüştür. Literatürde tartışmalı olması, bizim çalışmamızda ve bizimle benzer çalışmalarda malignite saptanmaması nedeniyle operasyon sonrası rutin olarak histopatolojik değerlendirmeyi önermiyoruz. Hastaların mutlaka operasyon öncesi muayene yapılması hastalara rektal tuşe ile bakılması muayene bulgularına göre şüphe görülmesi gereklilik halinde rektoskopi ile değerlendirilmesi sonrasında gerekli görüldüğü takdirde spesmenin incelenmesi hem gereksiz maliyetten hemde gereksiz incelemeden kaçınmamızı sağlar.

Anahtar kelimeler: hemoroid, patoloji , spesmen

IS HISTOPATHOLOGICAL EXAMINATION OF EVERY SPECIMEN NECESSARY AFTER HEMORRHOIDECTOMY?

ABSTRACT

Hemorrhoidectomy is a frequently preferred surgical procedure for patients presenting with complaints related to hemorrhoidal disease who require advanced treatment. After this procedure, excised specimens are sent to pathology laboratories and receive a histopathological diagnosis. Although the literature reports that most routine pathological examinations are unnecessary, histopathological evaluation of specimens is performed to confirm the diagnosis and due to commercial pressures and medicolegal concerns. In our study, 165 patients who underwent hemorrhoidectomy for hemorrhoidal disease in our clinic between 2010 and 2025 were included. These patients were evaluated according to external hemorrhoids, internal hemorrhoids, grade, number of hemorrhoidal packages, pathology results, and type determined by clinical examination. Although sending specimens for pathological examination after hemorrhoidectomy is a routine practice in clinics, encountering findings suggestive of malignancy is very rare. In the preoperative period, digital rectal examination should be

performed by the surgeon, and rectoscopy should be carried out when necessary. Histopathological evaluation is required in cases considered suspicious by the surgeon during preoperative examination and intraoperative assessment. Due to the rarity of malignancy, it has been observed that routine histopathological examination does not provide an advantage, and histopathological evaluation should be performed only when indicated. Because of the controversial nature of this issue in the literature, and since no malignancy was detected in our study or in similar studies, we do not recommend routine postoperative histopathological evaluation. Ensuring that patients undergo thorough preoperative examination, including digital rectal examination, followed by rectoscopic evaluation when suspicion arises based on examination findings, and submitting specimens for histopathological analysis only when deemed necessary, helps avoid unnecessary costs and unnecessary investigations.
Keywords: hemorrhoid, pathology, specimen

HARNESSING THE ADSORPTION OF METHYLENE BLUE USING AVOCADO PIT ACTIVATED CARBON THROUGH INCORPORATION WITH CHITOSAN IN COMPOSITE BEADS: DFT INSIGHTS AND OPTIMIZATION USING BOX-BEHNKEN DESIGN

Soukaina El Bourachdi
Laboratory of Engineering, Electrochemistry, Modelling and Environment, Faculty of Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

ABSTRACT
Activated carbon was synthesized and optimized using the Box-Behnken design, considering key parameters such as sulfuric acid concentration, activation time, and temperature. The material was then modified with chitosan to create the CS@ACAP composite. Both materials were characterized using FTIR, SEM, XRD, BET, pHpzc, and EDS analyses. Adsorption experiments were performed under varying conditions pH (2-10), contact time (10-180 minutes), adsorbent mass (0.02-0.14 g) to determine the maximum adsorption capacity (qmax). Isotherm and thermodynamic models, along with DFT simulations, were used to analyze the adsorption behavior and provide molecular-level insights into methylene blue interactions with the materials.
The CS@ACAP composite exhibited a higher adsorption capacity (81.0 mg/g) compared to activated carbon (40.2 mg/g). Activated carbon achieved optimal adsorption at pH 10, with 160 minutes and 0.12 g of adsorbent, while CS@ACAP required only 110 minutes and 0.08 g. Both materials followed the Langmuir model in isotherm studies. Thermodynamic analysis showed exothermic adsorption on activated carbon and endothermic adsorption on CS@ACAP. DFT simulations confirmed stronger MB interactions with CS@ACAP, underscoring its potential as an efficient adsorbent. These findings position CS@ACAP as a promising, eco-friendly material for wastewater treatment.
Keywords: Adsorption; Avocado Pits; Chitosan@activated carbon; DFT; Methylene blue

COMPUTATIONAL MOLECULAR DESIGN OF NON-FULLERENE ACCEPTORS FOR OPVS

Ikram Mennas
LCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco
ORCID ID: 0009-0004-5819-9734
Prof. Dr. Mohammed El Idrissi
LCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco
Prof. Dr. Abdelkhalk Aboulouard
LCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco
El mostafa Benharaf
LCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco
Kaoutar Ouahibi
LCPAM, Polydisciplinary Faculty, Sultan Moulay Slimane University, Béni Mellal, Morocco

Abstract
In this study, we designed and analyzed novel non-fullerene electron acceptors based on quinoxaline derivatives (R, M1-M5) for organic photovoltaic cells. Using density functional theory (DFT) and time-dependent density functional theory (TD-DFT), we investigated the main electronic and optical properties, including frontier molecular orbitals (FMOs), density of states (DOS), molecular electrostatic potential (MEP), global reactivity descriptors, dipole moment, charge mobility, and optical characteristics. Our results reveal that the engineered compounds exhibit a small band gap, favorable optical properties, and efficient charge mobility. Furthermore, when paired with PTB7-Th as an electron donor, these molecules demonstrate strong charge conduction and effective electron transfer. These promising findings suggest that experimental validation of these molecules could lead to improved performance in non-fullerene organic photovoltaic cells.
Keywords: Non-fullerene acceptors, quinoxaline derivatives, organic photovoltaics cells, density functional theory (DFT).

KÜRESEL GİRİŞİMCİLİĞİN DIŞ TİCARET PİYASALARINA ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRBÜZ
Trakya Üniversitesi, İpsala Meslek Yüksek Okulu, Dış Ticaret Bölümü, Edirne/TÜRKİYE,
ORCID: 0000-0002-7334-0343

ÖZET

Sürekli değişim ve gelişmeye uğrayan sermaye piyasaları, mal-hizmet sektörü ve günümüzde dışında olmanın mümkün olmadığı teknolojik arena, küresel girişimcilik sayesinde rekabet odaklı piyasa mekanizmasına dahil olmayı başararak dış ticaret ölçeğinde belli bir değer yaratmaktadır. Yeni mal, hizmet, fırsat ve fikirlerin ulusal sınırları aşarak sınır ötesine ulaşması küresel girişimcilik sayesinde gerçekleşmektedir. Bu sayede girişimci siyasi, kültürel ve ekonomik manada hedef pazarı genişletme, ve kendi misyonuna uygun uluslararası pazarı seçerek dış ticaret piyasaları ile entegre olmaktadır.

Dış ticaret piyasaları ile ortaya çıkan bu entegrasyon süreci inovatif ve proaktif yaşam eğrisine de yukarı yönlü bir ivme kazandırarak hem ihracatın artırılmasına ve hem de çok uluslu şirketlerin inşasına önemli katkılar sunmaktadır. Bu katkılar sayesinde işletmeler geleneksel bakış açılarını değiştirerek hayat seyirlerini uzatacak uzun vadeli yatırım modellerini benimseyecekleri bir dış ticaret modeli benimsemektedir. Dünya ülkeleri küresel girişimciliği geliştirerek yakalanmak istedikleri yüksek dış ticaret seviyesi ile ekonomik değer yaratmanın dışında, uluslararası rekabet ortamındaki risk ve belirsizliklerden korunma, teknolojik yenilikleri hızlı takip edebilme, niş pazarlara girme motivasyonu vb. gibi avantajlar elde etmektedir.

Bu çalışmada dünyanın tek bir pazar haline gelmesini ifade eden küreselleşmenin girişimci aktörler sayesinde yerelden küresele doğru giden boyutunun genişlemesi ele alınarak, bu sayede artan dış ticaretle birlikte ortaya çıkan kalkınma süreci, bu sürece bağlı arz ekonomisi, yatırım olanakları ve istihdam yapısı da ele alınarak sinerjik etkileri üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Dış Ticaret, Küreselleşme, Girişimcilik.

THE IMPACT OF GLOBAL ENTREPRENEURSHIP ON FOREIGN TRADE MARKETS

ABSTRACT

Constantly changing and developing capital markets, the goods and services sector, and the technological arena, in which it is impossible to remain outside, create a certain value on the scale of foreign trade by successfully integrating into the competition-oriented market mechanism thanks to global entrepreneurship. The transcendence of national borders for new goods, services, opportunities, and ideas is made possible by global entrepreneurship. In this way, entrepreneurs expand their target markets politically, culturally, and economically, and integrate with foreign trade markets by selecting international markets that suit their mission.

This integration process with foreign trade markets gives an upward impetus to the innovative and proactive life cycle, making significant contributions to both increasing exports and building multinational companies. Thanks to these contributions, businesses are changing their traditional perspectives and adopting a foreign trade model that will extend their life cycles through long-term investment models. Countries around the world, by developing global entrepreneurship, not only create economic value through the high levels of foreign trade they aim to achieve, but also gain advantages such as protection from risks and uncertainties in the international competitive environment, the ability to quickly follow technological innovations, and motivation to enter niche markets.

This study will examine the expansion of the dimension of globalization, which refers to the world becoming a single market, from local to global thanks to entrepreneurial actors, and will focus on the synergistic effects of the development process that emerges with increased foreign trade, the supply economy associated with this process, investment opportunities, and employment structure.
Keywords: Foreign Trade, Globalization, Entrepreneurship.

İHRACATA YÖNELİK SANAYİLEŞME POLİTİKALARI KAPSAMINDA DIŞ TİCARETE GENEL BİR BAKIŞ

Dr. Öğr. Üyesi Esra GÜRBÜZ
Trakya Üniversitesi, İpsala Meslek Yüksek Okulu, Dış Ticaret Bölümü, Edirne/TÜRKİYE,
ORCID: 0000-0002-7334-0343

ÖZET

1980'li yıllarla birlikte uygulanmaya başlanılan serbest piyasa ekonomisi özel girişimcileri uluslararası ticaretin önündeki tüm engelleri kaldırarak küresel ekonomiye adapte etmektedir. Uluslararası standardizasyon kapsamında uzmanlaşma sağlanılan mal ve hizmetler böylelikle daha ucuz üretilerek dıs ticareti kolaylaştırmaktadır. Bu durum ithal ikameciliğin yerini ihracata dayalı sanayileşmeye bıraktığı bir ekonomik dönemin de başladığını göstermektedir. Pek tabi kurulan dış ticarete dayalı sermaye şirketleri vasıtası ile üretilen yeni mal ve hizmetlerin uluslararası pazarlarda tanıtımının yapılarak mevcut pazarların güncellenmesi yeni hedef pazarların açılmasına da olanak sağlanmaktadır.

Ayrıca bu politikalar kapsamında KOBİ (Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler)'ler de sektörel bazlı dış ticaret şirketleri kurarak ihracat yapmaları noktasında desteklenmektedir. Yine aynı yıllarda mevcut mal ve hizmetlerin dış ticaretinin yapılmasına yönelik Gümrük Birliği, GATT (Gümrük Tarifeleri ve Ticaret Genel Anlaşması), DTÖ (Dünya Ticaret Örgütü) gibi kuruluşlarla yapılan üyelikler çok taraflı dış ticaret sisteminin önündeki engelleri kaldırarak ülkelere dış ticaret odaklı bir ivme kazandırmaktadır.

Bu çalışmada; ülkelerin yerel sanayi merkezlerinden uluslararası yeni sanayi merkezlerine yönlendirilmesinde ihracata dayalı sanayileşme politikalarının pozitif etkisi ele alınacaktır. Böylelikle iç pazarın, uluslararası pazarlarla buluşturularak ekonomik, sosyal ve siyasal etkileşime açılmasının evrensel bir entegrasyonu da beraberinde getirdiğinin altı çizilerek, dış rekabete açılan ekonominin büyüme ve kalkınma için de bir itici güç oluşturduğu vurgulanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Serbest Piyasa Ekonomisi, Dış Ticaret, Sanayileşme Politikası.

A GENERAL OVERVIEW OF FOREIGN TRADE WITHIN THE SCOPE OF EXPORT-ORIENTED INDUSTRIALIZATION POLICIES

ABSTRACT

The free market economy, which began to be implemented in the 1980s, adapts private entrepreneurs to the global economy by removing all obstacles to international trade. Goods and services, which are specialized within the scope of international standardization, are thus produced more cheaply, facilitating foreign trade. This situation shows that an economic period has begun where import substitution has been replaced by export-oriented industrialization. Naturally, through the establishment of foreign trade-oriented capital companies, the introduction of new goods and services to international markets, the updating of existing markets, and the opening of new target markets are also made possible.

Furthermore, within the scope of these policies, SMEs (Small and Medium-sized Enterprises) are supported in establishing sector-based foreign trade companies to engage in exports. Also during these years, memberships in organizations such as the Customs Union, GATT (General Agreement on Tariffs and Trade), and the WTO (World Trade Organization) aimed at facilitating foreign trade of existing goods and services removed obstacles to the multilateral foreign trade system, giving countries a foreign trade-oriented impetus.

This study will examine the positive impact of export-oriented industrialization policies on shifting countries from local industrial centers to new international industrial centers. Thus, it will be emphasized that opening the domestic market to international markets and facilitating economic, social, and political interaction brings about universal integration, and that an economy open to foreign competition acts as a driving force for growth and development.
Keywords: Free Market Economy, Foreign Trade, Industrialization Policy.

PSYCHOSOCIAL BARRIERS TO LEARNING: A GLOBAL PERSPECTIVE ON STUDENT RESILIENCE

Dr.Rohi Rani
Contractual lecturer
Directorate of school education

Abstract: In the wake of global systemic disruptions, the intersection of mental health and academic performance has emerged as a critical frontier in educational research. While traditional pedagogy often prioritizes cognitive output, this paper argues that "psychosocial barriers" including social segregation, economic anxiety, and the lingering psychological effects of isolation serve as significant deterrents to effective learning. The research identifies the specific mechanisms through which social environments influence cognitive engagement. It moves beyond a deficit-based model to examine the concept of "student resilience," defining it not merely as an individual trait but as a dynamic process supported by inclusive institutional frameworks. By analysing various educational interventions, the paper proposes a holistic pedagogical approach that integrates social-emotional learning (SEL) into the core curriculum. The findings suggest that addressing psychological infrastructure is a prerequisite for achieving global educational equity. Ultimately, the study provides educators and policymakers with a roadmap for fostering resilient learning environments that can withstand future global crises.
Keywords: Psychosocial Barriers, Student Resilience, Inclusive Pedagogy, Social-Emotional Learning (SEL), Social Segregation.

OPTIMIZING VOLUNTARY DISCLOSURE THROUGH CHIEF EXECUTIVE OFFICERS' DYNAMICS: EVIDENCE FROM INDUSTRIAL GOODS FIRMS IN NIGERIA

Orjinta, Hope Ifeoma (Ph.D)
Chukwuemeka Odumegwu Ojukwu University, Igbariam Campus, Anambra State, Nigeria
ORCID NO: https//orcid.org/0000-0002-0531-8056

ABSTRACT
This study examines the effect of chief executive officer's attributes on voluntary disclosure of quoted industrial goods firms in Nigeria. The study relies on secondary data derived from various companies' financial statements and the Nigerian Exchange fact book to determine and measure the level of voluntary disclosures by various firms in corporate financial statements, applying an all-inclusive multivariate analysis. Samples of 10 industrial goods firms quoted in Nigeria Exchange Group were used for the period of twelve years spanning 2013 to 2024. The study employed ex-post facto and longitudinal research design. The secondary sources of data were collected from annual reports of the selected industrial goods companies and four (4) specific objectives and hypotheses were subjected to some preliminary data tests like descriptive statistics, histogram normality tests, Pearson correlation analysis and variance Inflation Factor and were tested and analyzed using binary logit regression analysis. The empirical analysis using a total of 70 firm-year observations, shows that Chief Executive Officers Tenure has positive and significant effect on voluntary disclosure of quoted industrial goods companies in Nigeria which was statistically significant at 1% level of significance while a positive but insignificant effect were documented for CEO age. Again, CEO ownership shows a negative and significant effect with voluntary disclosure of industrial goods companies in Nigeria which was statistically significant at 5% level of significance. Generally, the value of McFadden R- squared which is the coefficient of determination stood at 59.87% which implies that 60% approximately of the systematic variations in individual dependent variables were explained in the model while about 40% were unexplained thereby captured by the stochastic error term. In line with the above findings, this study therefore recommends among others that, long tenure of CEOs should be encouraged among Nigeria industrial goods firms to improve their voluntary disclosure practices while emphasis on appointment of female CEOs should be discouraged among Nigerian firms in order to improve voluntary disclosure.

Keywords: Corporate governance; Voluntary disclosures; CEO dynamics; industrial goods firms; Nigeria

INTEGRATED CONTROL AND MITIGATION STRATEGIES FOR AFRICAN SWINE FEVER IN COMMERCIAL AND SMALLHOLDER PIG PRODUCTION SYSTEMS

Agwu Ani Ekwe
Department of Animal Health and Production Technology, School of Science and Industrial Technology, Federal Polytechnic Ngodo-Isuochi, Abia State Nigeria.

ABSTRACT

African swine fever (ASF) remains one of the most devastating transboundary animal diseases affecting global pig production, with severe socio-economic consequences for both commercial and smallholder systems. The absence of a widely available vaccine and the high resilience of the virus necessitate the adoption of integrated, context-specific control and mitigation strategies. This paper synthesizes current evidence on effective approaches for preventing, controlling, and mitigating ASF across diverse pig production systems, with emphasis on the contrasting realities of commercial and smallholder operations. Key components examined include farm-level biosecurity, surveillance and early detection, movement control, carcass and waste management, farmer awareness, and institutional coordination. The review highlights how tailored biosecurity measures, risk-based surveillance, and rapid response mechanisms can significantly reduce ASF transmission, while recognizing constraints such as limited resources, informal markets, and low biosecurity compliance in smallholder settings. Furthermore, the role of governance, policy enforcement, and stakeholder engagement in sustaining long-term ASF control is critically discussed. The findings underscore that no single intervention is sufficient; rather, effective ASF management depends on the integration of technical, managerial, and socio-institutional measures adapted to production scale and local context. This integrated framework provides practical insights for producers, veterinarians, and policymakers, and contributes to the development of sustainable ASF control strategies that enhance resilience and continuity in commercial and smallholder pig production systems.

Keywords: African swine fever; swine production systems; biosecurity; disease surveillance; control and mitigation strategies

BIO-PHYSICOCHEMICAL PROFILING AND CANCER IMMUNOTHERAPEUTIC EVALUATION OF PROTEIN ISOLATE FROM UNRIPE *DIOSPYROS PEREGRINA* FRUIT

Anwesha Gupta
Department of Biotechnology, School of Bioengineering, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India
Title De
Department of Biotechnology, School of Bioengineering, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India
Sandhita Mazumder
Department of Biotechnology, School of Bioengineering, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India
Akshara Achar S
Department of Biotechnology, School of Bioengineering, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India
Tishta Mandal
Department of Biotechnology, School of Bioengineering, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India
Roshni Bibi
Department of Biotechnology, School of Bioengineering, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India
Oishi Mukherjee
Department of Biotechnology, School of Bioengineering, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India
Melvin George
Department of Centre for Clinical Pharmacology, SRM Medical College Hospital and Research Centre, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India
Koustav Sarkar
Department of Biotechnology, School of Bioengineering, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur, Chennai, Tamil Nadu 603203, India

Abstract

Diospyros peregrina, a member of the Ebenaceae family and native to India, is recognized for its medicinal value. It has been reported to exhibit aphrodisiac and antibacterial properties and is traditionally used for the treatment of various ailments. Herbal practitioners utilize nearly all parts of the plant—including the bark, leaves, flowers, and fruits—in different therapeutic formulations. Several bioactive compounds have been isolated from its diverse tissues. Given the high global cancer incidence, with over 500,000 new cases annually, compounds derived from this plant may offer potential therapeutic benefits. Preliminary in vitro findings and observed immune system interactions suggest that components of D. peregrina might exert inhibitory effects on tumor growth. Motivated by these findings, the current research focuses on an aqueous extract of *D. peregrina* fruit (DFE), previously demonstrated to be non-toxic and to possess hematopoietic and immunostimulatory properties. The present study explores the biophysical and biochemical nature of the bioactive constituent responsible for the immunobiological activity of DFE. A distinct protein fraction, designated as *D. peregrina* fruit protein (DFP), was identified within the extract. Native PAGE analysis revealed a single protein band, whereas SDS-PAGE showed three distinct bands. Additionally, Periodic Acid-Schiff (PAS) staining produced bright

magenta bands, confirming the glycoprotein nature of DFP. Since PAS reagents detect glycoproteins by oxidizing vicinal diols to aldehydes, which subsequently react with Schiff's reagent to yield a magenta coloration, these results verify the glycosylated nature of DFP. The study further characterizes the immunomodulatory and cancer-preventive potential of this protein.

Keywords: *Diospyros peregrina* fruit protein (DFP), Bio-physicochemical characterization, PAGE, SDS-PAGE, PAS staining, Cancer immunotherapy.

BELİRSİZLİK ÇAĞINDA KURUMSAL DAYANIKLILIK VE STRATEJİK UYUM: TÜRKİYE'DE KOBİ'LER ÜZERİNE KAVRAMSAL BİR DEĞERLENDİRME

Tuba YILDIRIM
Tokat, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1511-9269

ÖZET

Küresel ekonominin son yıllarda artan jeopolitik riskleri tolere etmekte zorlanmasının ana sebebinin, finansal dalgalanmalar ile Covid-19 sonrası dönemde tedarik zincirlerinde yaşanan yapısal kırılmaların, savaşlar ve siyasal krizler nedeniyle öngörülemez piyasa koşullarına dönüşmesi olduğu gözlemlenmektedir. Bu gelişmeler, dünya ekonomilerini geçici şoklardan ziyade kalıcı bir belirsizlik sürecine sürüklemiştir. Özellikle büyümekte olan ekonomilerde, ekonomik sistemin en temel yapı taşlarından biri olan küçük ve orta büyüklükteki işletmeler (KOBİ'ler), sınırlı kaynak yapıları, finansmana erişimde yaşadıkları güçlükler ve yüksek kırılganlık düzeyleri nedeniyle bu belirsizlik ortamından daha yoğun biçimde etkilenmektedir. Günümüz koşullarında KOBİ'ler açısından temel sorun yalnızca rekabet avantajı elde etmek değil, aynı zamanda finansal ve operasyonel faaliyetlerini sürdürülebilir biçimde devam ettirebilmektir. İşletmelerin bu kapasitesi, onların krizler karşısında hayatta kalabilme yeteneklerini doğrudan belirlemektedir. Bu minvalde çalışma, Türkiye'de faaliyet gösteren KOBİ'lerin belirsizlik ortamında geliştirdikleri kurumsal dayanıklılık ve stratejik uyum mekanizmalarını stratejik yönetim kavramı çerçevesinde ele almayı amaçlamaktadır. Çalışmada belirsizlik kavramı; kaynak tabanlı yaklaşım, dinamik yetenekler ve kurumsal çevre teorileri ile birlikte değerlendirilmiş; KOBİ'lerin kriz durumlarında vermesi gereken tepkilerin yalnızca finansal önlemlerle sınırlandırılamayacağı vurgulanmıştır. Bu bağlamda, benzersiz işletme yetenekleri, örgütsel öğrenme kapasitesi, yönetsel karar alma esnekliği ve çevresel krizlere uyum becerilerinin tespit edilmesi kritik görülmektedir. Araştırma, ampirik veri ve hipotez testine dayanmamakta; mevcut literatürün analitik ve yorumlayıcı biçimde değerlendirilmesine dayanmaktadır. Çalışmanın, stratejik yönetim alanında kavramsal bir çerçeve sunarak uygulayıcılar ve politika yapıcılar için yol gösterici olması hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Stratejik Yönetim, Belirsizlik, Kurumsal Dayanıklılık, KOBİ'ler, Stratejik Uyum

INSTITUTIONAL RESILIENCE AND STRATEGIC ADAPTATION IN AN AGE OF UNCERTAINTY: A CONCEPTUAL EVALUATION ON SMEs IN TURKIYE

ABSTRACT

The main reason why the global economy has struggled to tolerate increasing geopolitical risks in recent years is the transformation of financial volatility and post–Covid-19 structural disruptions in supply chains into unpredictable market conditions driven by wars and political crises. These developments have pushed the world economy into a persistent state of uncertainty rather than temporary shocks. Particularly in emerging economies, small and medium-sized enterprises (SMEs), which represent one of the fundamental pillars of the economic system, are more severely affected by this environment due to their limited resource structures, difficulties in accessing finance, and high levels of financial vulnerability. Under current conditions, the primary challenge for SMEs is not only to achieve competitive advantage but also to sustain their financial and operational activities in a viable and continuous manner. In this context, the present study aims to examine the institutional resilience and strategic adaptation mechanisms developed by SMEs operating in Türkiye under conditions of uncertainty within the framework of strategic management. In the study, the concept of uncertainty is evaluated through an integrated

perspective that combines the resource-based view, dynamic capabilities, and institutional environment theories. It is emphasized that the responses required from SMEs in times of crisis cannot be limited solely to financial measures. Accordingly, the identification of unique firm capabilities, organizational learning capacity, managerial decision-making flexibility, and the ability to adapt to environmental crises is considered critical. The research does not rely on empirical data or hypothesis testing; instead, it is based on an analytical and interpretive evaluation of the existing literature. The study aims to provide a conceptual framework in the field of strategic management and to offer guidance for practitioners and policymakers.
Keywords: Strategic Management, Uncertainty, Institutional Resilience, SMEs, Strategic Adaptation

EFFECTS OF INTERACTIVE SIMULATION-BASED INSTRUCTIONAL STRATEGY ON SECONDARY SCHOOL CHEMISTRY STUDENTS' ACHIEVEMENT IN ABUJA MUNICIPAL AREA COUNCIL, FCT-ABUJA

ESU, Godwin Samuel
DEPARTMENT OF SCIENCE EDUCATION (CHEMISTRY EDUCATION)
FEDERAL UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, MINNA, NIGERIA.

Abstract
The study investigated the effects of PhET interactive simulation-based instructional strategy on the academic achievement of secondary school chemistry students in Abuja Municipal Area Council FCT-Abuja. Nigeria. A quasi-experimental, pre-test/post-test non-equivalent control group design was adopted. The population of the study comprised all SS2 chemistry students in AMAC with a study sample of 611 students. Participants were assigned into experimental group (n=385) taught using PhET simulations, while the control group (n=226) was taught using conventional lecture method. Data were collected using a validated and reliable 20-item Chemistry Achievement Test (CAT), and analyzed using differential and inferential statistics. Independent samples t-tests revealed a statistically significant difference in post-test achievement scores with the experimental group (M=15.87, SD=2.95) outperforming the control group (M=11.96, SD=2.67); $t(609) = 15.24$, $p = .000$. Furthermore, within the experimental group, no significant gender-based difference in achievement was found between male and female students; $t(383) = 0.27$, $p = .787$. The study concludes that PhET interactive simulations is more effective and gender-inclusive instructional tool for enhancing chemistry achievement compared to conventional methods. Recommendations include integrating of PhET interactive simulations into the curriculum and providing teacher training on technology-enhanced, inquiry-based pedagogy.
Keywords: PhET Simulations, Academic Achievement, Stoichiometry, Gender, Chemistry Education, Quasi-experimental Design.

Introduction
The conventional methods of teaching and learning science subjects, such as chemistry, have become a concern for educators and researchers, who seek to bring about a solution and change that can address the situation. Science is a dynamic, multifaceted field and an organized body of knowledge that is based on facts and tested evidence, arranged in an orderly system. To address this, it is important to create a more dynamic and cooperative learning environment that promotes critical thinking and problem-solving abilities, where students can investigate difficult concepts. This can be achieved by incorporating technologies into the curriculum, as this will not only make learning more interactive but will also get students ready to apply what they have learned in the real world, and will also result in better academic achievement. Al-Raie (2025) reported that a greater percentage of our daily activities revolve around science and technology.
Since science teaching and learning involve hands-on activities, which are relevant in solving societal problems, and contribute to the overall economic growth and development of a nation, the quality of science teaching and learning requires a variety of strategies and approaches. Science provides learning experiences through which students develop scientific literacy, science process skills, values, and attitudes to participate actively in a dynamic, changing society, in which chemistry is vital (Esu *et al.*, 2020). For students intending to pursue careers in science-related fields, chemistry remains at the forefront from the secondary school level to the university

level of education. Therefore, Chemistry is widely applicable in fields such as medicine, engineering, manufacturing, food production, and processing.

However, due to the wide application of chemistry in almost every aspect of human life, it is important to note that selecting appropriate pedagogy for effective teaching and learning of chemistry today is the scientific advancement of tomorrow. Usselman and Rocke (2024), defined chemistry as the study of the properties, composition, and structure of substances (elements and compounds), the changes they undergo, and the energy that is released in the processes. This is to say that chemistry is important for human survival, which constitutes concepts and phenomena, new facts, laws, theories, and techniques (Ojelade *et al*., 2024). Thus, there is a need for teachers of chemistry to make teaching and learning more interactive, engaging, and interesting for students.

Salame and Makki (2021), however, highlighted that several abstract concepts in chemistry, such as stoichiometry (chemical reaction and mass volume relationship in a chemical reaction) and the difficulty in relating these concepts to real-world applications, are among the other problems that make students to think that chemistry is a very challenging subject. Stoichiometry is, therefore, the branch of chemistry that studies the quantitative aspect of mass-mole number relationship, chemical formulae and reactions, which involves mole concepts and balancing of chemical equations. This relies on balanced equations to use mole ratios for converting between grams, moles and particles, ensuring that the law of conservation of mass is followed, and also to predict reaction yields and identify limiting reagent (Mohafa *et al.,* 2022).

To address these challenges, adopting interactive, student-centered teaching approaches is crucial for advancing science education in our knowledge-driven society. Technology-enhanced methods, particularly interactive simulations, offer transformative potential by converting abstract concepts into immersive, tangible experiences (Özeren & Top, 2023). These tools, ranging from web platforms to virtual laboratories, leverage multimedia elements (sound, visuals, and real-time interaction) to make learning dynamic and accessible. Therefore, integration of interactive conceptual instruction with a multi-representation approach can optimize students' scientific understanding, enhance their academic achievement, and increase their likelihood of pursuing careers in science and technology. For this study, a three-dimensional (3D) model, Physics Education Technology (PhET) interactive simulation was adopted. PhET is an acronym for Physics Education Technology.

PhET interactive simulations allow students to visualize molecular structures, explore complex chemical reactions (stoichiometry), and other complex processes that are often difficult to understand through conventional teaching methods, spanning the sub-microscopic, symbolic, and macroscopic levels in a game-like environment. Bhatti *et al.* (2021*)* maintained that in balancing a chemical equation, a learner has to change the number of molecules for any of the reactants, products, or both to balance it. PhET simulation gives learners an opportunity to visualize the coefficients and subscripts in a chemical equation, and enables the learners to be wholly involved in the lessons, like they would when playing video games. This is affirmed by Rahmawati *et al.* (2022) that students can explore and experiment with various scientific phenomena through hands-on experience that are otherwise difficult in real life using PhET interactive simulations.

Lahlali *et al.* (2023) in their study found that students taught with PhET simulation outperformed peers in chemical bonding, while Omoy, (2023) confirmed their engagement-boosting effects and improving academic achievement. Similarly, Kizito & Hassan (2024) maintained that PhET simulations on concepts such as "Reactants, Products, and Leftovers" and "Equilibrium Constant" enable students to manipulate reaction conditions and observe changes in reaction kinetics and equilibrium concentrations. Thus, PhET interactive simulations offer a unique

opportunity for students to develop hands-on experience, problem-solving skills, and improvement in their academic achievement.

Academic achievement is the gain by a student through learning, which provides a change in behavior for knowledge, understanding, and skills, to be better than before. Kassaw and Demareva (2023) defined academic achievement as the measure or degree to which a student or an instructor has met their educational objectives, often assessed through regular evaluations. It serves as a key indicator of the success or failure of a learning process. However, students' academic achievement in chemistry is often seen as being inconsistent, influenced by teaching methods, cognitive styles, resources, and student foundational knowledge, with newer strategies showing capabilities to improve understanding beyond rote learning and improved performance (Oladejo & Ebisin, 2021).

Therefore, based on the present study, success in academics involves mastering chemistry concepts, analytical skills, and problem-solving, measured by grades and test scores.

Gender as an essential variable in this study is a social construct that distinguishes males from females. It is any physical and behavioural difference between individuals based on being either male or female that is socially and culturally based (Rahama *et al.* (2024). Studies such as Tambaya *et al.* (2016) reported that in most African nations, male is considered to possess superior characteristics to their female counterparts. Amadi & Okeke (2019) reported gender differences in achievement in favor of female students, while others show no significant differences (Agbasi & Okeke, 2020). However, it is observed that science subjects, such as chemistry, are given a masculine outlook by many educationists. This means that females grapple with a lot of discrimination and difficulties. Again, Nicia and Luisa, (2020) maintained that, regardless of several initiatives geared towards achieving a higher female participation rate in science and technology in Africa, statistics show that female engagement remains low.

The study focuses specifically on secondary schools within Abuja Municipal Area Council (AMAC) of Nigeria's Federal Capital Territory (FCT), examining how PhET interactive simulations, a globally recognized science education platform, impact students' chemistry learning outcomes. The study will be significant to various stakeholders, including policy makers and curriculum planners, teachers, students, and researchers.

Statement of the Problem

To master Chemistry, students must bridge the gap between three fundamental domains: the macroscopic (what we see), the sub-microscopic (the behavior of atoms and molecules), and the symbolic (formulas and equations). Deep understanding occurs only when a student can observe a reaction and simultaneously visualize the invisible particle interactions it represents. However, conventional instruction often isolates these perspectives, forcing students to memorize abstract symbols without understanding the physical reality they describe. This disjointed approach leads to fragmented knowledge, leaving learners unable to connect theory with practice. This pedagogical failure is reflected in consistently low performance on external examinations, such as the West African Examination Council (WAEC). Reports from 2020 to 2024 highlight a persistent struggle with core concepts like stoichiometry, mole calculations, and the balancing of equations (https://www.waeconline.org.ng). Other researchers, such as Chukwu & Adolphus (2022), point to the abstract nature of chemistry and the continued use of passive, "talk-and-chalk" instructional strategies in Nigerian secondary schools as primary culprits. Because these conventional methods fail to provide active learning experiences, students lack the conceptual foundation necessary to navigate the complexities of chemical reactions.

To address these challenges, there is an urgent need to integrate modern tools like PhET interactive simulations into the classroom. While these digital resources are known to enhance academic achievement and retention by making the invisible visible, they remain underutilized in many regions, including the Abuja Municipal Area Council. This study aims to bridge that gap

by investigating how interactive, simulation-based strategies can transform student outcomes. By moving beyond rote memorization and toward a multi-dimensional understanding, this research seeks to improve both the teaching of Chemistry and the long-term success of students in the FCT-Abuja.

Objectives of the Study

This study aims to determine the effects of interactive simulation-based instructional strategy on secondary school chemistry students' achievement and retention in Abuja Municipal Area Council, FCT-Abuja. Specifically, the study seeks to:

i. determine the difference in the academic achievement of students taught Chemistry using PhET interactive simulations and those taught using conventional lecture methods.
ii. determine the differences in the academic achievement of male and female students when taught Chemistry using PhET interactive simulations.

Research Questions

In line with the objectives sated above, the following research questions will guide the study:

i. What is the difference in academic achievement of students taught Chemistry using PhET interactive simulations and those taught using conventional lecture methods?
ii. What is the difference in the academic achievement of male and female students when taught Chemistry using PhET interactive simulations?

Research Hypotheses

To answer the research questions, the following null hypotheses will be formulated:

i. There is no significant difference in the academic achievement of students taught using PhET interactive simulations and those taught using conventional lecture methods.
ii. There is no significant difference in the achievement of male and female students taught Chemistry using PhET interactive simulations.

Research Methodology

The study adopted a quasi-experimental, pre-test/post-test non-equivalent control group design over four weeks. The experimental group was taught using PhET interactive simulations, while the control group was taught the same content using conventional lecture and demonstration methods. The target population was all Senior Secondary School Two (SS2) chemistry students from 41 public schools in the Abuja Municipal Area Council (AMAC). Using multi-stage sampling, four co-educational schools with ICT facilities were purposively selected. Intact classes from these schools formed the sample of 611 students (238 males, 39.0%; 373 females, 61.0%), assigned to an experimental group (n=385) or a control group (n=226). A 20-item multiple-choice instrument, Chemistry Achievement Test (CAT), was adapted from WAEC questions (2018–2024), validated by experts from the University of Uyo and the Federal University of Technology, Minna, and pilot tested with 20 students outside the study area (r =.78) using the split-half method. Following institutional approval and teacher sensitization, a pre-test was administered to both groups to establish a baseline knowledge. A three-week intervention, aligned with the FCT Secondary Education Board scheme, ensued: the experimental group used PhET simulations within an inquiry-based approach, while the control group received conventional instruction. A post-test was then administered. Data were generated and analyzed with SPSS Version 25, using descriptive statistics (mean, standard deviation) to answer research questions, and independent samples t-tests ($p < 0.05$) were used to test hypotheses concerning overall and gender-based achievement differences.

Results and Data Analysis

Table 1: Demographic Characteristics of the Sample

Characteristic	Category	Frequency (n)	Percentage (%)
Total Sample Size		611	100.0
Group Assignment	Experimental Group	385	63.0
	Control Group	226	37.0
Gender	Male	238	39.0
	Female	373	61.0

Research Question One: What is the difference in academic achievement of students taught Chemistry using PhET interactive simulations and those taught using conventional lecture methods?

Table 2: Pre-test and Post-test Mean Scores and Standard Deviations for Experimental and Control Groups

Group	N	Pre-test Mean	Pre-test SD	Post-test Mean	Post-test SD	Mean Gain
Experimental	385	8.42	2.31	15.87	2.95	7.45
Control	226	8.37	2.28	11.96	2.67	3.59

Table 2 shows that the experimental group had a pre-test mean score of 8.42 (SD = 2.31), while the control group had a pre-test mean score of 8.37 (SD = 2.28). This indicates a comparable baseline knowledge of stoichiometry between the two groups before the intervention. After the intervention, the experimental group achieved a post-test mean score of 15.87 (SD = 2.95), resulting in a mean gain of 7.45. The control group achieved a post-test mean score of 11.96 (SD = 2.67), with a mean gain of 3.59. The descriptive analysis reveals a higher post-test mean and a substantially greater mean gain in achievement for the experimental group compared to the control group.

Research Question Two: What is the difference in the academic achievement of male and female students when taught Chemistry using PhET interactive simulations?

Table 3: Pre-test and Post-test Mean Scores and Standard Deviations for Male and Female Students in the Experimental Group

Gender	N	Pre-test Mean	Pre-test SD	Post-test Mean	Post-test SD	Mean Gain
Male	148	8.51	2.40	15.92	2.89	7.41
Female	237	8.36	2.26	15.84	2.99	7.48

Table 3 indicates that male students in the experimental group started with a slightly higher pre-test mean score (8.51, SD=2.40) compared to their female counterparts (8.36, SD=2.26). After instruction with PhET simulations, male students achieved a post-test mean score of 15.92 (SD=2.89), while female students achieved 15.84 (SD=2.99). The resulting mean gains were 7.41

for males and 7.48 for females. The descriptive analysis shows a marginal difference in post-test performance, with female students recording a slightly higher mean gain.

Hypothesis One: There is no significant difference in the academic achievement of students taught using PhET interactive simulations and those taught using conventional lecture methods.

Table4

Independent Samples t-test of Post-test Scores for Experimental and Control Groups

Variable	Group	N	Mean	SD	t	df	p	Decision
Post-test Score	Experiment	385	15.87	2.95	15.24	609	.000	Reject H_0
	Control	226	11.96	2.67				

$p < .05$

The result in Table 4 shows a statistically significant difference in the post-test achievement scores between the experimental group (M=15.87, SD=2.95) and the control group (M=11.96, SD=2.67); t(609) = 15.24, p = .000. Since the p-value is less than the alpha level of 0.05, the null hypothesis is rejected. This implies that there is a significant difference in the academic achievement of students taught stoichiometry using PhET interactive simulations and those taught using conventional lecture methods, in favour of the PhET group.

Hypothesis Two: There is no significant difference in the achievement of male and female students taught Chemistry using PhET interactive simulations.

Table5

Independent Samples t-test of Post-test Scores by Gender in the Experimental Group

Variable	**Gender**	**N**	**Mean**	**SD**	**t**	**df**	**p**	**Decision**
Post-test Score	Male	148	15.92	2.89	0.27	383	.787	Retain H_0
	Female	237	15.84	2.99				

$p < .05$

The result in Table 5 indicates no statistically significant difference in the post-test achievement scores between male students (M=15.92, SD=2.89) and female students (M=15.84, SD=2.99) who were taught using PhET simulations; t(383) = 0.27, p = .787. Since the p-value is greater than the alpha level of 0.05, the null hypothesis is not rejected. This implies that there is no significant difference in the academic achievement of male and female students when taught stoichiometry using PhET interactive simulations.

Discussion of Findings

Findings of the study provided compelling evidence for the effectiveness of PhET interactive simulations in enhancing the academic achievement of secondary school chemistry students in chemistry, within the context of the Abuja Municipal Area Council. The first major finding was the statistically significant difference in post-test scores between the experimental group (M=15.87) and the control group (M=11.96). This substantial mean gain of 7.45 for the PhET group, compared to 3.59 for the conventional instruction group (Table 2), strongly supports the rejection of the first null hypothesis. This outcome aligns with the research of Lahlali *et al.* (2023) and Demelash *et al.* (2024), who similarly found that simulation-based instruction led to superior academic achievement of students when taught stoichiometry using PhET interactive simulations. The finding can be attributed to the core strength of PhET simulations in bridging the three domains of chemistry understanding highlighted in the problem statement. By making sub-microscopic particle interactions visible, the simulations likely helped students connect

symbolic equations (e.g., balancing chemical reactions) to tangible visual models, thereby moving beyond rote memorization to genuine conceptual understanding. This active, inquiry-based approach (Rahmawati *et al.*, 2022) stands in stark contrast to the passive nature of conventional "talk-and-chalk" methods, which were insufficient for fostering deep learning of abstract stoichiometric concepts (Salame & Makki, 2021).

The second key finding was the absence of a statistically significant difference in achievement between male and female students within the experimental group (Table 5). Both genders achieved remarkably similar post-test means (Males: 15.92, Females: 15.84) and showed comparable mean gains. This led to the retention of the second null hypothesis. This result is particularly significant as it challenges the masculine outlook often associated with science subjects. It suggests that when provided with an equitable, interactive, and engaging learning tool like PhET simulations, both male and female students can perform at equally high levels. This finding contradicts studies that report gender disparities (Amadi & Okeke, 2019) and instead supports research indicating no significant gender-based differences in technology-enhanced learning environments (Agbasi & Okeke, 2020). It implies that the perceived difficulties faced by female students in chemistry may be mitigated by pedagogical strategies that democratize access to visualization and hands-on experimentation.

Conclusion

Based on the analysis, it is concluded that the use of PhET interactive simulations is significantly more effective than conventional lecture and demonstration methods in improving the academic achievement of SS2 chemistry students in stoichiometry within AMAC, FCT-Abuja. Again, the PhET interactive simulation instructional strategy is gender-inclusive. It fosters equivalent academic achievement for both male and female students, demonstrating its potential as a tool for promoting equity in science education. Therefore, the integration of PhET simulations addresses the identified pedagogical failure of conventional methods by actively engaging students in a multi-representational learning process. This leads to a more robust understanding of abstract concepts and significantly better learning outcomes, irrespective of gender.

Recommendations

i. In light of the findings and conclusions, the following recommendations are made:

ii. Interactive simulation-based learning, particularly PhET, should be integrated into the national and state chemistry curriculum as a recommended pedagogical strategy.

iii. ICT infrastructure and reliable internet access in public secondary schools should be provided to enable the implementation of digital learning tools.

iv. Large-scale training and workshops for teachers on effectively integrating PhET and similar simulations into their lesson plans and inquiry-based teaching practices should be organized.

v. This study focused on achievement; further research should investigate the effects of PhET simulations on students' retention of chemistry concepts, scientific attitudes, and critical thinking skills.

vi. Similar studies should be replicated in other geographical areas and with other complex chemistry topics to generalize the findings.

References

Agbasi, C. C., & Okeke, C. I. (2020). Gender and academic achievement in science, technology, engineering and mathematics (STEM) subjects: A study of secondary schools in Enugu State, Nigeria. *African Journal of Educational Management, 22*(2), 145-159.

Al-Raie, N. (2025). The Impact of Using the PhET Simulation on Tenth Graders' Conceptual Understanding of Chemical Reactions**.** *Proceedings of the 2025 Conference on Research in Education (CERS 2025)*. (Found on Lebanese University)

Amadi, E. C., & Okeke, C. I. (2019). Influence of gender on students' academic achievement in chemistry in public secondary schools in Rivers State, Nigeria. *Journal of Science Education and Technology, 28*(4), 345-357.

Bhatti, M. T., Teevno, R. A., Devi, S. (2021). Teaching Balancing of Chemical Equations Through Phet Interactive Simulations And Powerpoint Presentation Slide Show Visualisation. *Elementary Education Online,* 20(1), 4298-4317

Chukwu, G. A & Adolphus, T. (2022). Modern trends in teaching and learning chemistry in Nigeria: Prospects and constraints. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation,* 3(4), 248-255

Esu, G. S., George, U. A. And Amayak, U. G. (2020). Politicizing Science Education in Nigeria: Implications for National Development. 8th National conference; Faculty of Education, University of Uyo, Akwa Ibom State. *Journal of Education.* 12(2) 201-212.

Kassaw, C., and Demareva, V. (2023). Determinants of academic achievement among higher education student found in low resource setting, A systematic review. *PloS one*, 18(11), e0294585. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294585

Kizito, I. G. and Hassan, S. (2024). PhET interactive simulations as an effective tool for teaching chemistry: A review. *International Journal of Innovative Social & Science Education Research,* 12(2),166-169

Lahlali, A., Chafiq, N., Radid, M., Moundy, K., and Srour, C. (2023). The effect of integrating interactive simulations on the development of students' motivation, engagement, interaction and school results. *International Journal of Emerging Technologies in Learning,* 18(12),193-207.

Mohafa, L. G., Qhobela, M. and George, M. J. (2022). Evaluating the influence of interactive simulations on learners' academic performance in stoichiometry. *S Afr J Chem,* 76,1-8

Nicia, G., and Luisa, S. (2020). A Gender-based assessment of science, technology and innovation ecosystem in Mozambique. *African Journal of Rural Development* 5 (1): 79–95.

Ojelade, I. A., Dajal, R. G., and Badamasi, M. F. (2024). The effect of an inquiry teaching strategy on students' achievement in chemistry in senior secondary schools in Federal Capital Territory Abuja. *Journal of Institutional Research, Big Data Analytics and Innovation,* 1(1), 298-304.

Oladejo, A. I., and Ebisin, A. F. (2021). Virtual laboratory: An alternative laboratory for science teaching and learning. Federal Polytechnic Ilaro. *Journal of Pure and Applied Science,* 3(1), 82-90.

Omoy, E. Q. (2023). PhET interactive simulations: A Tool in improving academic performance of grade 10 students in balancing chemical equations. *International Journal of Formal Sciences: Current and Future Research Trends (IJFSCFRT),* 18(1),1-11

Özeren, S and Top, E. (2023). The effects of augmented reality applications on the academic achievement and motivation of secondary school students. *Malaysian Online Journal of Educational Technology, 11*(1), 25-40.

Rahama, A. M., Abdul, H. H., Lawal, A. B. and Lawal, B. Z. (2024). Effects of gender related factors on students' academic performance in chemistry among senior secondary schools in Katsina Metropolis, Nigeria. *IDOSR Journal of current issues in arts and humanities* 10(1),59-68.

Rahmawati, Y., Zulhipri, Hartanto, O., Falani, I., and Iriyadi, D. (2022). Students' conceptual understanding in chemistry learning using PhET interactive simulations. *Journal of Technology and Science Education,* 12(2),303-326.

Salame, I. I., and Makki, J. (2021). Examining the use of PhET simulations on students' attitudes and learning in general chemistry II. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education,* 17(4),1-9

Tambaya, S. I., Sabitu, M. A. and Matazu, Y. M. (2016). Comparative analysis of gender performances in biology, chemistry, and physics among pre-degree students of Federal University, Dutsinma. *Benchmark Journals International Journal of Educational Benchmark (IJEB)* 5 (1), 108–118.

Usselman, M. C. and Rocke, A. J. (2024). Chemistry. The editors of Encyclopædia Britannica. https://www.britannica.com/science/chemistry/biochemistry

BARROW ENTROPY : IDEA OF FRACTALS EXPLAINS ORIGIN OF DARK ENERGY

Ritabrata Biswas,
Department of Mathematics,
The University of Burdwan, Golapbag Academic Complex, Burdwan, 713104
West Bengal, India.

At the quantum scale, the metric $g_{\mu\nu}$ turns quantum uncertain and no longer remains to be a continuous one. Thus a black hole horizon denies to act as a perfectly smooth null hypersurface and acquires quantum "wiggles" or fluctuations. These correspond to soft degrees of freedom, i.e., low-energy excitations that store information ("soft hair") on the horizon. This prevents the horizon from behaving like a smooth 2D manifold at Planck scales and turns into a highly irregular/fractal surface. J. D. Barrow [Phys. Lett. B 808 (2020) 135643] proposed a model by giving the surface an fractal dimension d between 2 and 3 : $d = 2 + \Delta\,, 0 < \Delta < 1$, where Δ quantifies the degree of roughness/complexity. For a fractal surface built from a length/scale hierarchy, an effective surface measure A_{eff} scales with the gravitational radius R_g as $A_{eff} \propto {R_g}^d$. Comparing the classical smooth area A, $A_{eff} \propto {R_g}^{(1+\frac{\Delta}{2})}$. The standard Bekenstein–Hawking argument says entropy ~ number of Planck-sized cells covering the horizon, so $S_B \propto (\frac{A}{A_{Pl}})^{(1+\frac{\Delta}{2})}$. The fractal (wiggly) surface increases the effective count of microcells. Using first law of thermodynamics, $dM = T_B dS_B$, the temperature is modified to $T_B = \frac{M^{-(1+\Delta)}}{(2+\Delta)(4\pi)^{(1+\frac{\Delta}{2})}} = T_H \frac{2}{2+\Delta}(4\pi)^{-\frac{\Delta}{2}} M^{-\Delta}$ and leaves a colder black hole for larger mass. Heat capacity $C_B = -\frac{(4\pi)^{(1+\frac{\Delta}{2})}(2+\Delta)}{(1+\Delta)} M^{(1+\Delta)}$ stays negative and hence the black hole remains thermodynamically unstable. A future residue is expected.

KANSER HASTALARINA BAKIM VEREN BİREYLERİN BAKIM YÜKÜNÜN UYKU KALİTESİ VE TÜKENMİŞLİK DÜZEYİ ÜZERİNE OLAN ETKİSİ

Tuba KARATAŞ
Mehmet Akif İnan Education and Research Hospital, 63050 Haliliye, Şanlıurfa
ORCİD: 0009-0006-9665-6371
Musa PAÇA
Mehmet Akif İnan Education and Research Hospital, 63050 Haliliye, Şanlıurfa
ORCİD: 0000-0002-3516-5177
Veysel KAPLAN
Harran University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, 63050 Haliliye, Şanlıurfa
ORCİD: 0000-0001-9082-1379

ÖZET:
Bu çalışma Kanser hastalarına bakım veren bireylerin bakım yükünün uyku kalitesi ve tükenmişlik düzeyi üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmanın evrenini 01.05.2025 – 15.12.2025 tarihler arasında bir eğitim ve araştırma hastanesinde yatarak veya ayaktan tedavi alan kanser hastalarına bakım veren bireyler oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemi ise, çalışmanın dahil edilme kriterlerini karşılayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden 150 bakım vericiden oluşmaktadır. Veriler, Kişisel Bilgi Formu, Bakım Verme Yükü Ölçeği, Tükenmişlik Ölçeği Kısa Formu ve Richards – Campbell Uyku Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Bakım verici bireyleri tanıtıcı özelliklerini incelemek amacıyla yüzdelik, aritmetik ortalama ve standart sapma, tanıtıcı özellikleri ile ölçek puan ortalamalarının karşılaştırmasında ise ANOVA ve t-testi kullanılmış, korelasyon ve regresyon analizleri de yapılmıştır. Araştırmaya katılan bakım vericilerin yaş ortalaması 54,58±15,16, hastaya günlük bakım süresi ortalama 7,15±3,79 saat, hastaya bağımlık düzeyleri 8,37±1,77 puan, %60,75'si kadın, %56'sı hastanın kızı veya oğlu, %63,3'ü ise evlidir. Katılımcıların %44'ü ev hanımı, %76,6'sının fiziksel rahatsızlığı bulunmamakta, %76'sının ise bakım sürecinde ailelerinden destek almaktadır. Bireylerin bakım yükü ile uyku kalitesi arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki ve bakım yükü ile tükenmişlik arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte akım vericilerin bakım yükleri tükenmişlik ve uyku kalitesi ile doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir. Kanser hastalarına bakım veren bireylerin bakım yüklerinin tükenmişlik ve uyku kaliteleri üzerinde etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda bakım vericilerin bakım yüklerinin azaltılabilmesi için psikososyal destek sağlanması, baş etme stratejilerinin kazandırılması, psikoeğitim gibi girişimsel ve kanıta dayalı uygulamaların geliştirilmesi gerekmektedir.
Anahtar Kelimeler: Kanser, Bakım verici bireyler, Bakım yükü, Tükenmişlik, Uyku kalitesi

THE EFFECT OF CARE BURDEN ON SLEEP QUALITY AND BURNOUT LEVELS OF INDIVIDUALS CARING FOR CANCER PATIENTS

ABSTRACT:
This study was conducted to determine the sleep quality and burnout levels that will enable caregivers to provide care to cancer patients. The study population consists of individuals providing care to cancer patients receiving inpatient or outpatient treatment at a training and research hospital between May 1, 2025, and December 15, 2025. The study sample comprises 150 caregivers who met the inclusion criteria but declined to participate. Data were collected

using a Personal Information Form, the Caregiver Burden Scale, the Burnout Scale Short Form, and the Richards-Campbell Sleep Scale. Percentages, arithmetic means, and standard deviations were used to describe descriptive characteristics of caregivers, while ANOVA and t-tests were used to compare descriptive characteristics with scale score averages. Face and regression analyses were also performed. The average age of the caregivers participating in the study was 54,58±15,16, the average daily care time was 7,15±3.79 hours, the level of dependence on the patient was 8,37±1,77 points, 60,75% were female, 56% were the patient's daughter or son, and 63,3% were married. 44% of the participants were housewives, 76.6% had no physical ailments, and 76% received support from their families during the care process. A significant negative correlation was found between caregiver burden and sleep quality, and a significant positive correlation was found between caregiver burden and burnout. Furthermore, it was determined that the caregiver burden was directly related to burnout and sleep quality. Studies have shown that the caregiving burden of individuals caring for cancer patients affects burnout and sleep quality. In this context, to reduce the caregiving burden of caregivers, it is necessary to develop interventional and evidence-based practices such as providing psychosocial support, teaching coping strategies, and offering psychoeducation.

Keywords: Cancer, Caregivers, Caregiver burden, Burnout, Sleep quality

A JOURNEY OF ERADICATION OF LYMPHATIC FILARIASIS IN INDIA: A REVIEW

ANITA PANDEY
Assistant Professor
Kirodimal Govt. Arts and Science College, Raigarh, Chhattisgarh, India.
DR. SOPHIYA AMBRELA
Professor and head of Department
Kirodimal Govt. Arts and Science College, Raigarh, Chhattisgarh, India.
NAMAN SAHA
Guest lecturer
Navin Govt. College, Chilhati, District Mohla Manpur, Ambagarh, Chowki, Chhattisgarh, India.
ORCID- 0000-0003-0753- 3056

ABSTRACT
Lymphatic filariasis (LF) represents a significant global health concern with a notable prevalence in India. As of the early 2010s, approximately 50 million individuals in India were infected with the causative parasitic worm, constituting 40% of the global LF burden. In India, approximately 99% of infections are attributed to the transmission of the Wuchereria bancrofti or Brugia malayi worm via the bite of the Culex quinquefasciatus mosquito. A thorough review was undertaken, utilizing both online and offline databases, with a focus on studies pertaining to various facets of LF in India. This review examines recent progress in our knowledge of lymphatic filariasis epidemiology, transmission dynamics, Drugs and control interventions development, treatment strategies, elimination Programme in India. The findings of this study highlight the need for mass drug administration (MDA) programs throughout India, with a specific emphasis on disease-endemic regions.
Keywords- Lymphatic filariasis, Wuchereria bancrofti, Mass drug administration (MDA), Culex quinquefasciatus mosquito.

1.INTRODUCTION- In India, human lymphatic filariasis represents the most prevalent vector-borne disease after malaria, is found in 81 tropical and subtropical countries (WHO1999). Lymphatic filariasis, caused by the nematode worms Wuchereria bancrofti and Brugia malayi, constitutes a significant public health challenge in India. The disease results in significant pathological disfigurement, marked social stigma, psychological distress, and substantial economic burden for affected individuals and communities. Lymphatic filariasis is primarily caused by limited awareness, insufficient knowledge, unhygienic living conditions, and delayed preventative measures. India carries the greatest burden of lymphatic filariasis (LF) worldwide, representing approximately 62% (404.3 million) of the population at risk. This includes 619,000 cases of lymphoedema and 150,708 cases of hydrocele. (Jabir & Rahi 2025).
Launched in 2000, the Global Programme to Eliminate Lymphatic Filariasis (GPELF) aimed to eliminate LF as a public health problem (EPHP) in 73 endemic countries by 2020. The program is based on two primary strategies: mass drug administration (MDA) in at-risk populations to interrupt transmission, and morbidity management and disability prevention (MMDP) for individuals already affected. MDA involves the annual distribution of anti-helminthic drugs in endemic areas. The national government is committed to eliminating LF by 2027 through comprehensive strategies encompassing mass drug administration, morbidity management, and vector control.

2.METHODOLOGY – This review systematically assesses the causes, challenges, eradication efforts, and socioeconomic burden of lymphatic filariasis in India, adhering to PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines. A comprehensive search was conducted in PubMed, Google Scholar, Springer Nature Link, ResearchGate, and Academia databases, encompassing 507 original English-language studies published up to February 2025. Thirty-seven eligible studies from various research journals, along with multiple governmental programs pertaining to LF, were identified and evaluated for this review.

3. SYMPTOMS OF LYMPHATIC FILAERIA-

Lymphatic filariasis is caused by a parasitic infection that targets the lymphatic system, which is responsible for maintaining fluid homeostasis and immunological defense. Notably, the majority of individuals infected with lymphatic filariasis remain asymptomatic. Lymphatic filariasis presents with three primary disease stages: (a) asymptomatic, (b) acute, and (c) chronic. Asymptomatic microfilaraemia is frequently considered a non-disease state, as affected individuals are unaware of the presence of substantial microfilariae counts in their blood. This condition can persist for many years without advancing to clinical disease. The majority of filariasis signs and symptoms arise from the presence of adult worms residing within the lymphatic system. The worms' presence causes tissue damage that impedes normal lymph flow, leading to swelling, fibrosis, and infection. Acute filariasis commonly manifests as adeno-lymphadenitis (ADL), characterized by acute lymphangitis, lymphadenitis, and erythema of the overlying skin. The most severe manifestations of this chronic disease typically present in adulthood, encompassing persistent lymphedema of the extremities, hydrocele, elephantiasis of the genitalia, chyluria, and tropical pulmonary eosinophilia. Furthermore, lymphatic filariasis can induce internal damage to the lymphatic system and kidneys.

4. DISCUSSION- India can expedite lymphatic filariasis elimination through the adoption of established best practices from countries that have achieved success. These strategies encompass integrated disease management, customized drug delivery systems, specialized morbidity management units, enhanced vector control measures, comprehensive community involvement, and technology-driven surveillance. (Jabir & Rahi 2025)

4.1 present scenario of lymphatic filariasis –

India bears a significant proportion of the global burden of lymphatic filariasis (LF). The states of Bihar, Uttar Pradesh, and Odisha report a particularly high incidence of the disease. Worldwide, 657 million individuals across 39 nations are considered at risk, with 36 million experiencing chronic symptoms. (WHO 2024) longitudinal nationwide data on lymphatic filariasis prevalence trends are not publicly available; however, individual district-level microfilariae surveys indicate considerable heterogeneity, these observations demonstrate a marked decline in microfilariae prevalence by 2025.

4.2 Cause of Lymphatic Filariasis –

1.Etiology: Lymphatic filariasis is primarily caused by the parasitic nematodes Wuchereria bancrofti (most prevalent), Brugia malayi.

Transmission: The parasites are transmitted to humans via the bite of infected mosquitoes, including species of Anopheles, Culex, and Aedes. Establishment of infection typically requires repeated exposure to mosquito bites over an extended period of months or years**.**

2.Public health awareness plays a crucial role in managing and controlling endemic diseases. Earlier research conducted in Chhattisgarh indicates a lack of understanding among patients in the Sarangarh district regarding the etiology and management of Wuchereria bancrofti filariasis. (Pandey A. 2015). This awareness has contributed significantly to the control of filariasis in this region. However, insufficient knowledge among affected individuals and the broader population concerning filarial pathogens and their transmission pathways remains a hindrance to effective

disease control. The findings of the present study underscore the necessity for expanded initiatives throughout Chhattisgarh, with a particular focus on disease-endemic.

3. Individuals with lower socioeconomic status often reside in less hygienic environments and may exhibit inadequate personal hygiene practices, thereby increasing their susceptibility to infections. Previous research indicates a heightened risk of lymphatic filariasis among low-income populations, with a disproportionately larger disease burden observed in this demographic.

4. The majority of Indian homes exhibit poor ventilation and inadequately maintained drainage systems. A significant number of houses where confirmed cases were reported lacked a proper waste disposal system. The practice of collecting water for household use near dwellings creates favorable conditions for mosquitoes to breed in the resulting moisture. (Pandey A.2015)

5.A significant proportion of individuals affected had prior exposure to the disease. Transmission is highly probable in the absence of preventative measures such as mosquito nets, repellents, and fumigation during nighttime hours, irrespective of rural or urban environments**.**

4.3 Drugs and control interventions of LF-

The management of lymphatic filariasis (LF) using single-drug (diethylcarbamazine (DEC)), double-drug (ivermectin with albendazole or DEC with albendazole (DA)), or triple-drug therapy (ivermectin, DEC, and albendazole (IDA)) is dependent on the co-endemicity of LF with other filarial diseases. These drugs function by reducing the micro-filarial density in the bloodstream but do not destroy the adult worms.

4.4 Elimination Programme in India.

Lymphatic filariasis (LF) is endemic across 18 states and Union Territories in India, placing approximately 420 million individuals residing in these areas at risk. Current estimates indicate that 48.11 million people are infected. While mortality rates are low, the morbidity associated with LF can be significant and lifelong. Consequently, LF often receives insufficient attention from planners and governmental bodies. Both rural and urban regions in India experience a deficiency in appropriate antifilarial interventions. It is estimated that only 11% of the endemic population is covered under the National Filaria Control Programme (NFCP), Government of India. (Ramaiah KD2000) In 1955, the National Filaria Control Program (NFCP) was initiated in India with the primary goals of defining the scope of the filariasis problem and implementing control measures within endemic regions. The program's initial focus was on urban areas, utilizing 206 control units and 199 filaria clinics. Subsequently, in 1996, the NFCP expanded its reach to rural areas, encompassing 13 districts across 7 endemic states. This expansion involved annual mass drug administration (MDA) using a single dose of diethylcarbamazine, targeting a population of 41 million. The program was expanded in 2002 to encompass a population of 77 million, involving the administration of diethylcarbamazine alone in 19 districts and a combination of diethylcarbamazine and albendazole in 11 districts (NVBDCP2005). In 2002, the National Health Policy established the objective of eliminating Lymphatic filariasis as a public health concern in India by 2015. To achieve this objective, mass drug administration was initiated in 2004, targeting approximately 468 million individuals across 202 districts. This involved administering an annual single dose of diethylcarbamazine (6 mg/kg body weight) for five or more years to all populations vulnerable to filariasis, with the exception of pregnant women, children under 2 years of age, and individuals with serious illnesses. National Filaria Day was proposed to be observed annually from 2004 in all endemic districts. Mass drug administration coverage was reported as 72.6% in 2004, 79.84% in 2005, and 83.67% in 2006. Beginning in 2007, the program expanded to encompass the entire population of 590 million across all 250 endemic districts. The administration of ALB (400 mg) alongside diethylcarbamazine (DEC) was incorporated into mass drug administration from 2008. In 2023, the MDA campaign was implemented in two phases, achieving 82% national coverage across 170 districts in 12 states,

with a focus on Directly Observed Consumption. The initial phase of the 2024 MDA campaign was conducted in 96 districts across 11 states, achieving a reported national coverage of 95% of the eligible population. India is making substantial strides in its Lymphatic Filariasis (LF) elimination program, underscored by the implementation of the Enhanced Strategy 2024, with the objective of eradicating LF by 2027. A key component of this strategy is the Annual Mass Drug Administration (MDA) campaign, executed in a mission mode biannually on February 10th and August 10th, coinciding with National Deworming Day (NDD). The second phase of the Mass Drug Administration (MDA) campaign took place on August 10, 2024, encompassing 63 districts (38 implementing triple drug therapy and 25 implementing double drug therapy) and 771 blocks throughout 6 states. The MDA campaign was successfully conducted. (NCVBDC). India has set an ambitious public health objective to eliminate Lymphatic Filariasis (LF) by 2027. Through the bi-annual Mass Drug Administration (MDA) campaign for Filariasis, the nation is progressing towards this elimination target, driven by focused initiatives to improve drug adherence and broaden preventive and management approaches.

4.5 Socio economic burden-

In rural communities reliant on agriculture, the prevalence of Lymphatic filariasis negatively impacts farming productivity, resulting in diminished harvests, economic hardship, and compromised food security. Chronic filarial infections have significant social, psychological, and economic repercussions. The pronounced swelling of limbs and disfigurement resulting from lymphoedema impede sufferers' daily routines and diminish their productivity, leading to reduced income and persistent poverty. (Mathew, CO et al.2019, Ramaiah KD et. al 2000) This issue is exacerbated when the patient is the primary income provider for the family. In rural regions where agriculture constitutes the main source of sustenance, the prevalence of Lymphatic filariasis negatively impacts farmers' agricultural activities, resulting in diminished harvests, loss of livelihood, and food insecurity, similar by Lymphatic filariasis (LF) can significantly impair an individual's ability to engage in economic endeavors, leading to financial strain and reduced income, thereby negatively affecting their overall socio-economic well-being. (Asiedu, S.O 2021)

Due to being illiterate, they make mistakes in understanding the filaria life cycle and they also get infected due to the lack of awareness. A higher incidence of microfilaria-positive cases was observed among undergraduates compared to graduates.

4.6 Challenges and problems of eradication of lymphatic filariasis in India

1.International travel by infected individuals presents a risk of re-establishing infections in areas where transmission has been previously controlled.

2.Urban population density can modify transmission dynamics and complicate vector control strategies.

3.Socioeconomic factors, including housing conditions and sanitation infrastructure, impact exposure risk and disease transmission. (Pandey A. (2015)

4.Meteorological patterns influence mosquito populations and the seasonal patterns of disease transmission.

5.Heterogeneous biting behaviors among mosquito species (e.g., nocturnal vs. diurnal, endophilic vs. exophilic) present challenges for the timing and targeting of intervention strategies. The extended duration required for parasites to become infectious in humans necessitates sustained surveillance efforts to identify resurgent transmission.

6.Concerns regarding potential side effects, the propagation of misinformation, and general mistrust can negatively impact participation rates. Furthermore, the stigma associated with certain diseases can affect both the reporting of cases and the pursuit of appropriate medical care.

7.Visible symptoms can lead to discrimination, stigma, and negative social impact, which may cause patients to hide their disease, consequently making medical treatment impossible.

8.Filariasis Test Strips (FTS) are limited by challenges related to timely availability and technical constraints. In contrast, QFAT demonstrates high sensitivity (95.5%) and specificity (99.7%) in detecting W. bancrofti Ag and is considered a cost-effective alternative. (Jabir & Rahi 2025)

5. CONCLUSION- The Indian Programme on LF elimination has started to achieve success. This is attributable to integrated disease management, enhanced morbidity and vector control management, robust community engagement, and advanced technology**.** The findings of this study highlight the need for mass drug administration (MDA) programs throughout India, with a specific emphasis on disease-endemic regions.

REFERENCE-

- Agrawal & Sashindran, (2006) Lymphatic Filariasis in India : Problems, Challenges and New Initiatives, Medical Journal Armed Forces India, Volume 62, Issue 4, pp 359-362.
- Asiedu, S.O. et al. (2021) Financial burden impact quality of life among lymphatic Filariasis patients. BMC public health: Volume 21.
- Jabir M, et al. (2024) Factors influencing participation of elderly population in mass drug administration for lymphatic filariasis: a cross-sectional study. Front Pharmacol 2024; 15:1429653.
- Jabir & Rahi (2025) Global insights can accelerate India's journey towards the elimination of lymphatic filariasis as a public health problem, BMJ Glob Health:10, pp1-12.
- National Vector Borne Diseases Control Program; Problems and elimination of lymphatic filariasis in India. Government of India, Ministry of Health and Family Welfare: New Delhi, 2005
- Mathew, C.O.et al.(2019) The Health and Economic Burdens of Lymphatic Filariasis Prior to Mass Drug Administration Programs. Clin Infect Dis. 25;70(12):2561–2567.
- Murty S.et al. (2012) A Cohort Study of Lymphatic Filariasis on Socio Economic Conditions in Andhra Pradesh, India, PLoS ONE; Volume 7,Issue 3
- Pandey A. (2015) Current Status of Lymphatic Filariasis in Sarangarh Tehsil, District Raigarh, Chhattisgarh. (IOSR-JPBS): Volume 10, Issue 1 Ver. III, PP 01-03
- Pati S. (2023) Eliminating lymphatic filariasis: India's bold plan to finish 3 years ahead of global schedule. Indian J Public Health; 67:345–6.
- Press Information Bureau, Governement of India. Nationwide mass drug administration campaign for lymphatic filariasis elimination in India on mission mode to eliminate filaria by 2027. 2024. Available: https://pib.gov.in/PressNoteDetails.aspx?NoteId=152023& ModuleId=3®=3&lang=1
- Ramaiah KD, Das PK, Michael E, Guyatt H (2000) The Economic Burden of Lymphatic Filariasis in India. Parasitology Today 16: 251–253.
- Revised Guideline on Elimination of Lymphatic Filariasis 2024. (NCVBDC)
- World Health Organization (1999) Building partnerships for lymphatic filariasis strategic plan. WHO, Geneva.
- World Health Organization. 2023. Global Programme to eliminate lymphatic filariasis: progress report, 2022. Weekly Epidemiological Records 41:489–502.
- World Health Organization. The global health observatory-lymphatic filariasis (elephantiasis)2024.https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/lymphatic-filariasis.
- World Health Organization. Lymphatic filariasis. key facts. 2024. Available: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lymphatic-filariasis

.

WOMEN PARTICIPATION IN CATERING ENTREPRENEURSHIP AND ECONOMIC EMPOWERMENT IN TERTIARY INSTITUTIONS OF NIGER STATE, NIGERIA

Maryam Haruna Aliyu
Amina Dada
Fatima Yerima
Department of Business Management and Information Technology
Minna Institute of Technology and Innovation

Abstract
This study examined the extent of women's participation in catering entrepreneurship and its contribution to economic empowerment in tertiary institutions in Niger State, Nigeria. Despite women's significant involvement in food production and hospitality services, their entrepreneurial potential remains constrained by limited access to startup capital, inadequate business skills, weak institutional support, and socio-cultural barriers. Adopting a descriptive survey research design, data were collected from 200 female catering entrepreneurs operating across five tertiary institutions in Niger State using structured questionnaires. Data were analyzed using descriptive statistics and inferential tools such as chi-square analysis. The findings reveal that women actively engage in catering entrepreneurship, contributing significantly to income generation, job creation, household welfare, and financial independence. However, challenges such as poor access to finance, lack of formal training, cultural expectations, and policy gaps continue to limit business expansion and sustainability. The study recommends the introduction of institution-based microcredit schemes, structured entrepreneurship training programs, and gender-responsive policies to strengthen women's economic empowerment through catering entrepreneurship.
Keywords: Women Participation, Catering Entrepreneurship, Economic Empowerment, Tertiary Institutions, Niger State

Introduction
Catering entrepreneurship has emerged as one of the most accessible and sustainable entrepreneurial pathways for women in Nigeria, particularly within tertiary institutions where demand for food and hospitality services is consistently high. In Niger State, tertiary institutions serve as economic micro-hubs, providing opportunities for small-scale catering enterprises to thrive by serving students, staff, and visitors. Women dominate this sector due to their traditional association with food preparation, hospitality, and household nutrition management. Entrepreneurship plays a critical role in promoting economic growth, employment generation, and poverty reduction, especially in developing economies. For women, entrepreneurship is not only an income-generating activity but also a pathway to economic empowerment, social inclusion, and improved decision-making power within households and communities. Through catering enterprises, women are able to convert domestic skills into marketable economic activities, thereby enhancing their financial autonomy.

Despite these opportunities, women catering entrepreneurs face numerous constraints that limit their participation and success. These include limited access to credit facilities, inadequate entrepreneurial training, cultural norms that restrict women's mobility and risk-taking, and weak institutional support structures. In tertiary institutions, regulatory bottlenecks, lack of modern equipment, and competition further complicate business sustainability. This study therefore investigates the level of women's participation in catering entrepreneurship in tertiary institutions in Niger State and examines how such participation contributes to their economic empowerment.

Literature Review

Women and Entrepreneurship in Nigeria

Women's entrepreneurship has gained increasing scholarly attention due to its potential contribution to inclusive economic development. In Nigeria, women constitute a significant proportion of micro and small-scale entrepreneurs, particularly in the informal sector. Studies have shown that women entrepreneurs contribute substantially to household income, food security, and employment creation (Adebayo, 2020). However, their businesses often remain small-scale due to gender-based constraints such as limited access to finance, low levels of formal education, and discriminatory cultural practices.

Several scholars argue that women entrepreneurs face structural inequalities embedded in financial institutions, property ownership systems, and policy frameworks. These inequalities restrict women's ability to access loans, own business assets, and scale their enterprises. As a result, women-owned businesses tend to be less profitable and more vulnerable to economic shocks compared to those owned by men.

Catering Entrepreneurship as an Economic Avenue

Catering entrepreneurship involves food preparation, processing, and service delivery for individuals and institutions. Within tertiary institutions, catering businesses provide essential services such as cafeterias, snack outlets, and event catering. These enterprises require relatively low startup capital and rely heavily on skills that many women already possess, making them attractive entry points into entrepreneurship.

Previous studies indicate that catering entrepreneurship enhances women's economic resilience by providing steady income streams and employment opportunities for family members and apprentices (Ezeh, 2019). Additionally, the sector promotes skills acquisition in food safety, customer service, financial management, and marketing. However, lack of formal training and poor access to modern equipment often limit productivity and competitiveness.

Economic Empowerment Framework

Economic empowerment refers to the ability of individuals to access, control, and benefit from economic resources, opportunities, and decision-making processes. According to the World Bank (2021), women's economic empowerment is achieved when women have control over income, access to decent work, ownership of assets, and participation in economic decision-making.

For women catering entrepreneurs, economic empowerment manifests through increased income, financial independence, improved household welfare, enhanced self-confidence, and greater participation in family and community decisions. Entrepreneurship also strengthens women's resilience against poverty and economic vulnerability, particularly in contexts where formal employment opportunities are limited.

Theoretical Framework

This study is anchored on the **Empowerment Theory**, which emphasizes increasing individuals' capacity to make choices and transform those choices into desired actions and outcomes. The theory suggests that access to resources, skills, and supportive institutions enhances women's ability to participate meaningfully in economic activities. In the context of catering entrepreneurship, empowerment is achieved when women gain access to capital, training, markets, and supportive policies that enable business growth and sustainability.

Research Objectives

The specific objectives of the study are to:

1. Determine the extent of women's participation in catering entrepreneurship in tertiary institutions of Niger State.
2. Assess the economic benefits of catering entrepreneurship to women entrepreneurs.
3. Identify the challenges faced by women engaged in catering businesses.
4. Recommend strategies for enhancing women's participation and economic empowerment through catering entrepreneurship.

Methodology

Research Design

The study adopted a descriptive survey research design, which is appropriate for collecting data on perceptions, experiences, and socio-economic outcomes of respondents.

Population and Sampling

The population comprised registered female catering entrepreneurs operating within five selected tertiary institutions in Niger State. A purposive sampling technique was used to select 200 respondents who were actively engaged in catering businesses.

Data Collection Instruments

Data were collected using structured questionnaires designed to capture information on demographic characteristics, level of participation, economic benefits, and challenges faced by the respondents.

Data Analysis

Data were analyzed using descriptive statistics such as frequencies and percentages, while chi-square tests were employed to examine relationships between women's participation in catering entrepreneurship and indicators of economic empowerment.

Results and Discussion

Demographic Profile of Respondents

Findings show that most respondents were between 25 and 45 years of age, indicating that women in their economically active years dominate catering entrepreneurship. The majority possessed secondary education, which influenced their ability to adopt basic business management practices.

Women's Participation in Catering Entrepreneurship

The study revealed that approximately 80% of respondents were actively involved in catering businesses within tertiary institutions. Their services included daily meal provision, snack production, and event catering, demonstrating a high level of entrepreneurial engagement.

Economic Benefits and Empowerment

Income Generation

Respondents reported increased personal and household income, which improved their ability to meet family needs such as education, healthcare, and nutrition.

Employment Creation

Many women employed assistants and apprentices, contributing to job creation and skills development.

Decision-Making Power

Ownership of catering enterprises enhanced women's financial autonomy and participation in household financial decisions, reflecting improved economic empowerment.

Challenges Limiting Participation

Major challenges identified include limited access to startup and expansion capital, lack of formal entrepreneurial training, cultural expectations that increase domestic workload, and inadequate institutional support. These findings are consistent with previous studies on women entrepreneurship in developing economies.

Conclusion

Women's participation in catering entrepreneurship within tertiary institutions in Niger State plays a significant role in promoting economic empowerment, income generation, and employment creation. Despite these benefits, persistent financial, cultural, and institutional barriers limit business growth and sustainability. Addressing these challenges is essential for maximizing the empowerment potential of catering entrepreneurship and promoting inclusive economic development.

Recommendations

1. **Access to Finance**

Establish institution-based microcredit schemes and cooperative financing tailored to women catering entrepreneurs.

2. **Training and Capacity Building**

Tertiary institutions and government agencies should provide regular entrepreneurship, financial management, and food safety training.

3. **Supportive Policies**

Develop gender-responsive policies that reduce regulatory barriers and promote women-owned enterprises.

4. **Networking Platforms**

Create formal associations and networking forums for women catering entrepreneurs to share knowledge, resources, and market opportunities.

Limitations of the Study

The study focused only on selected tertiary institutions in Niger State, which may limit generalization of findings to other regions. Future studies could adopt mixed methods and broader geographical coverage.

Suggestions for Further Research

Future research should examine the impact of digital marketing and financial technology on women catering entrepreneurs, as well as comparative studies across different states in Nigeria.

References

Adebayo, F. (2020). Women entrepreneurship and economic growth in Nigeria. *Journal of Business Studies, 12*(3), 45–60.

Ezeh, C. (2019). Entrepreneurial challenges for women in the hospitality industry. *International Journal of Entrepreneurship, 7*(2), 78–92.

Nwankwo, B. E., & Gbadamosi, A. (2021). Gender, entrepreneurship, and informal sector development in Nigeria. *African Journal of Management, 7*(4), 389–405.

OECD. (2020). *Women's entrepreneurship and inclusive growth*. OECD Publishing.

World Bank. (2021). *Women's economic empowerment in Africa*. World Bank Publications.

AN OVERNIGHT SHOCK: BORDER LIBERALIZATION AND ITS IMPACT ON CHINA'S CONSUMER PRICE INDEX

Dr. Amit Joshi
Mr. Vinodkumar Chandrasekaran
Matthew Johansson Hariyanto
Raffles Christian School Kebon Jeruk, Jakarta, Indonesia

This study analyzes the immediate and long-term effect on China's Consumer Price Index of overnight border liberalization in China using an Event Study Methodology within an Interrupted Time Series (ITS) Design. This research integrates the overnight border liberalization and impact on CPI. Result shows that in the short-run, CPI on food would experience a strong increase due to surge in consumption from tourism and cross-border movement that cause bottlenecks on fresh food logistics. Moreover, imported goods show an increase in price due to higher import volumes than logistics capacity and firms adjust prices upward due to uncertainty. In the long-run, supply for food would adjust that leads to stabilization in Food CPI. Furthermore, CPI on imported goods would experience slight deflationary pressure due to competition and logistics efficiency. This study highlights the impact on Consumer Price Index in China when border liberalization is on effect overnight.

Keywords
Border Liberalization; Consumer Price Index; Short-Run; Long-Run; Event Study Methodology; Interrupted Time Series Design

MEME KORUYUCU CERRAHİ GEÇİREN HASTALARDA REEKSİZYON İLE İLİŞKİLİ FAKTÖRLERİN ANALİZİ

Ahmet Gökhan SARITAŞ
Cukurova University, Faculty of Medicine, Department of General Surgery, Sarıçam, ADANA
ORCID: 0000-0003-2715-6390
Ali YILDRIM
Cukurova University, Faculty of Medicine, Department of General Surgery, Sarıçam, ADANA
ORCID: 0000-0002-4789-9805

ÖZET
Meme koruyucu cerrahi (MKC) geçiren meme kanseri hastalarında yeniden eksizyon gereksiniminin analizi, cerrahi sonuçların iyileştirilmesi ve ek ameliyatların psikolojik ve fiziksel yüklerinin azaltılması açısından önem taşımaktadır. Re-eksizyon çoğunlukla pozitif cerrahi sınırlar nedeniyle gerekli olmakta ve uygulanmadığında lokal nüks riskini artırabilmektedir. Bu çalışmada, tümör özellikleri, hasta demografisi ve patolojik parametreler ile re-eksizyon için öngörücü faktörlerin belirlenmesi amaçlandı.Kurumumuzda 2008–2024 yılları arasında MKC uygulanan 491 hasta retrospektif olarak değerlendirildi. Bu hastalar arasından pozitif cerrahi sınır nedeniyle re-eksizyon yapılan 14 hastanın demografik, patolojik ve sağkalım verileri incelendi. Re-eksizyon yapılmış hastalar üzerinden etkili olduğu düşünülen faktörler istatistiksel olarak analiz edildi.Hastaların ortalama yaşı 51±11,5 yıl, ortalama vücut kitle indeksi 29,4±6,0 olarak bulundu. Radyolojik ultrasonografi ile ölçülen tümör boyutu ortalaması 39,4±48,7 iken, patoloji spesmeninde ölçülen tümör boyutu ortalaması 36,9±77,0 olarak saptandı. Bu iki parametre kullanılarak hesaplanan tümör/spesmen hacim oranının ortalaması %66,7±14 idi. Kaplan–Meier analizinde ortalama sağkalım süresi 45,2±5,6 ay olarak bulundu. Cox regresyon analizinde, radyolojik/patolojik tümör boyutu oranı arttıkça hastaların sağkalım süresinde azalma eğilimi olduğu gözlemlendi ve bu oran sağkalım açısından negatif prognostik faktör olarak değerlendirildi ($p<0,0048$).Sonuçlarımız, MKC uygulanan meme kanseri hastalarında re-eksizyonun çok faktörlü bir süreç olduğunu göstermektedir. Özellikle hasta yaşı ve tümör boyutunun re-eksizyon oranları üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Cerrahi teknikler ve intraoperatif cerrahi sınır değerlendirme yöntemlerinin kullanımı, pozitif cerrahi sınır ve buna bağlı re-eksizyon olasılığını azaltabilir. Bu faktörlerin dikkate alınması, cerrahi planlamayı ve hasta sonuçlarını iyileştirerek ek ameliyat ihtiyacını azaltmaya katkı sağlayabilir.
Anahtar Kelimeler: Meme Kanseri , Meme Koruyucu Cerrahi , Reeksizyon , Tümör Spesimen Volüm Endeksi

ANALYSIS OF FACTORS ASSOCIATED WITH RE-EXCISION IN PATIENTS UNDERGOING BREAST-CONSERVING SURGERY

ABSTRACT
The analysis of re-excision requirements in patients with breast cancer undergoing breast-conserving surgery (BCS) is of significant clinical importance for improving surgical outcomes and reducing the psychological and physical burden associated with additional operations. Re-excision is most commonly required due to positive surgical margins, and failure to address this issue may lead to an increased risk of local recurrence. The aim of this study was to identify predictive factors for re-excision by evaluating tumor characteristics, patient demographics, and

pathological parameters.Between 2008 and 2024, a total of 491 patients who underwent BCS at our institution were retrospectively reviewed. Among these, 14 patients who required re-excision due to positive surgical margins were identified, and their demographic characteristics, pathological findings, and survival outcomes were analyzed. Factors considered to be potentially associated with re-excision were evaluated using appropriate statistical methods.The mean age of the patients was 51±11.5 years, and the mean body mass index was 29.4±6.0 kg/m². The mean tumor size measured by radiological ultrasonography was 39.4±48.7 mm, while the mean tumor size in the pathological specimen was 36.9±77.0 mm. Using these parameters, the tumor-to-specimen volume ratio was calculated, with a mean value of 66.7±14%. Kaplan–Meier analysis demonstrated a mean overall survival of 45.2±5.6 months. Cox regression analysis revealed that an increase in the radiological-to-pathological tumor size ratio was associated with a tendency toward reduced survival time, indicating that this ratio may represent a negative prognostic factor for survival ($p<0.0048$).Our findings demonstrate that re-excision following BCS is a multifactorial process in patients with breast cancer. Patient-related factors, particularly age and tumor size, appear to have a significant impact on re-excision rates. The use of optimized surgical techniques and intraoperative margin assessment methods may reduce the likelihood of positive surgical margins and subsequent re-excision. Consideration of these factors during surgical planning may improve patient outcomes and contribute to a reduction in the need for additional surgical interventions.

Keywords: Breast Cancer; Breast-Conserving Surgery; Re-excision; Tumor–Specimen Volume Index

NÜKS MEME KANSERİNDE SENTİNEL LENF NODU BİYOPSİSİ PREDİKTİF VE PROGNOSTİK ÖNEMİ

Ahmet Gökhan SARITAŞ
Cukurova University, Faculty of Medicine, Department of General Surgery, Sarıçam, ADANA
ORCID: 0000-0003-2715-6390
Ali YILDRIM
Cukurova University, Faculty of Medicine, Department of General Surgery, Sarıçam, ADANA
ORCID: 0000-0002-4789-9805

ÖZET
Meme kanseri nükslerinde sentinel lenf nodu biyopsisinin (SLNB) rolü, primer tümörlerdeki kadar belirgin değildir. Primer kanser tedavisi sonrası nüks gelişen vakalarda, aksiller lenf nodu diseksiyonunu sınırlamak amacıyla SLNB'nin uygulanabilirliği ve prognostik değeri önem kazanmıştır. Çalışmamıznüks meme kanseri tanısı almış ve SLNB yapılmış hastaların klinik sonuçlarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır.Çalışmaya 2020-2024 arası Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Anabilim Dalı'na nüks meme kanseri ile başvurup opere edilen ve sentinel lenf nodu çalışılan 18 yaş üstü hastalar dahil edildi. Hastaların hormon durumları, onkolojik tedavileri, tümör ve cerrahi özellikleri, SLNB sonuçları değerlendirildi. Çalışmaya toplam 11 hasta dahil edildi. Hastaların %36.4'ü premenapozal, %63.6'sı postmenapozaldi. Hastaların %18.2'si neoadjuvan tedavi almıştı. Tümörlerin %63.6'sı üst dış kadranda, %36.4'ü santraldi. Hastaların %54.5'ine basit mastektomi, %27.3'üne meme koruyucu cerrahi, %18.2'sine modifiye radikal mastektomi yapıldı. Hastaların %81.8'ine isosulfane blue ile, %18.2'sine gamma probe ile işaretleme yapıldı.Hastaların %72.7'sinde lenfovasküler invazyon, %54.5'inde perinöral invazyon izlendi. 1 hastanın nüksü kontralateraldi. Aksiller LN hastaların %54.6'sında pozitifti. Hastaların %27.3'ünde uzak organ metastazı gelişti. Çalışmamızda, nüks eden meme kanserinde tekrarlanan sentinel lenf nodu biyopsisinin aksiller metastazı öngörmede önemli bir prognostik belirteç olabileceğini tespit ettik. SLNB sonrasında aksiller diseksiyonun sınırlanmasının, hastaları gereksiz aksiller cerrahiden koruyarak lenfödem gibi lenfatik sorunların önlenmesine katkıda bulunabileceğini öngördük. Ayrıca, SLNB sonrası aksiller diseksiyon yapılan hastalarda lokal aksiller nüks oranının daha düşük olabileceğini saptadık. Bu çalışmadan anlamlı veri elde edilebilmesi için daha fazla hasta sayısına ve araştırmaya ihtiyaç vardır.
Anahtar Kelimeler: Meme Kanseri , Nüks Meme Kanseri, Sentinel Lenf Nodu Biyopsisi

THE PREDICTIVE AND PROGNOSTIC SIGNIFICANCE OF SENTINEL LYMPH NODE BIOPSY IN RECURRENT BREAST CANCER

ABSTRACT
The role of sentinel lymph node biopsy (SLNB) in recurrent breast cancer is less clearly defined than in primary tumors. In patients who develop recurrence after primary breast cancer treatment, the feasibility and prognostic value of SLNB have gained importance as a strategy to limit axillary lymph node dissection. The aim of this study was to evaluate the clinical outcomes of patients diagnosed with recurrent breast cancer who underwent SLNB. Patients aged 18 years and older who were admitted to the Department of General Surgery at Çukurova University Faculty of Medicine between 2020 and 2024 with recurrent breast cancer, underwent surgical treatment, and had sentinel lymph node evaluation were included in the study.

Hormonal status, oncological treatments, tumor characteristics, surgical features, and SLNB results were analyzed. A total of 11 patients were included in the study. Of these patients, 36.4% were premenopausal and 63.6% were postmenopausal. Neoadjuvant therapy had been administered to 18.2% of the patients. Tumors were located in the upper outer quadrant in 63.6% of cases and centrally in 36.4%. Surgical procedures included simple mastectomy in 54.5% of patients, breast-conserving surgery in 27.3%, and modified radical mastectomy in 18.2%. Sentinel lymph node mapping was performed using isosulfan blue in 81.8% of patients and a gamma probe in 18.2%. Lymphovascular invasion was observed in 72.7% of patients, and perineural invasion in 54.5%. Recurrence was contralateral in one patient. Axillary lymph node positivity was detected in 54.6% of patients, and distant organ metastasis developed in 27.3% during follow-up. Our findings suggest that repeated sentinel lymph node biopsy in recurrent breast cancer may serve as an important prognostic marker for predicting axillary metastasis. Limiting axillary dissection after SLNB may help protect patients from unnecessary axillary surgery and reduce lymphatic complications such as lymphedema. In addition, a lower rate of local axillary recurrence was observed in patients who underwent axillary dissection following SLNB. Further studies with larger patient cohorts are required to obtain more robust and meaningful data.

Keywords: Breast Cancer; Recurrent Breast Cancer; Sentinel Lymph Node Biopsy

DENEYSEL OLARAK OLUŞTURULMUŞ ALZHEİMER MODELİNDE KETEN TOHUMU YAĞI, MATCHA VE HİNT İNCİRİ EKSTRAKTININ KOMBİNE TEDAVİSİNİN HİPOKAMPAL NÖROİNFLAMASYON ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Meryem Ezgi BOZDAĞ
Erciyes University, Gevher Nesibe Genome and Stem Cell Institute, Department of Neuroscience, 38280 Melikgazi, Kayseri
ORCID:0009-0009-6351-2795
Prof . Dr. Feyzullah BEYAZ
Erciyes Universtiy, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Histology and Embryology, 38328 Melikgazi, Kayseri
ORCID: 0000-0002-9365-4104

ÖZET

Alzheimer hastalığı, dünya genelinde en sık teşhis edilen yaşa bağlı demans türlerinden biridir. Heterojen bir hastalık olması nedeniyle patogenezi tam olarak aydınlatılamamış olsa da; amiloid-β (Aβ) toksisitesi, tau protein patolojisi, sinaptik hasarlar, nöroinflamasyon ve oksidatif stres hastalığın başlıca etiyopatolojik mekanizmaları arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, nöroinflamasyon ve oksidatif stresin azaltılması amacıyla keten tohumu yağı, matcha ve hint inciri ekstraktının birlikte kullanımının, Alzheimer hastalığına bağlı gelişen nörotoksisite ile buna eşlik eden öğrenme ve bellek bozuklukları üzerindeki etkilerinin davranışsal testler ve immünohistokimyasal analizler aracılığıyla değerlendirilmesi amaçlandı. Çalışmada 32 adet Wistar Albino suşu erkek sıçan (3-4 aylık, 250-350 g) kullanıldı. Hayvanlar kontrol, Alzheimer hastalığı modeli, ön tedavi ve tedavi grubu olmak üzere dört gruba ayrıldı (n=8). Kontrol grubu dışındaki üç gruba 41 gün boyunca intraperitoneal yolla alüminyum klorür ve D-galaktoz (10 mg/kg-150 mg/kg) uygulanarak Alzheimer modeli oluşturuldu. Ön tedavi ve tedavi gruplarına gavaj yoluyla 1 ml keten tohumu yağı, 10 mg matcha ve 5 mg hint inciri ekstraktı verildi. Alzheimer benzeri davranışların değerlendirilmesi amacıyla davranış testleri uygulandı ve testlerin ardından hayvanlar sakrifiye edildi. İmmünohistokimyasal analizlerde BDNF, GFAP, amiloid-β_{42}, Tau ve IBA-1 primer antikorları kullanıldı. Bulgular değerlendirildiğinde gruplar arasında amiloid-β immünoreaktivitesi açısından anlamlı farklılıklar gözlemlendi ($p<0.05$). Hipokampüste amiloid-β alan yüzdesi en düşük kontrol grubu, orta düzeyde ön tedavi grubunda en yüksek Alzheimer grubunda gözlemlendi. Kortekste ise ön tedavi grubunda, Alzheimer ve kontrol gruplarına kıyasla anlamlı bir artış gözlemlendi. Tau ekspresyonu tüm deney gruplarında negatifti. BDNF ekspresyonu değerlendirildiğinde hipokampüste en yüksek düzey ön tedavi grubunda, kortekste ise Alzheimer grubunda gözlemlendi. GFAP ekspresyonu kortikal bölgede Alzheimer grubunda, kontrol ve ön tedavi gruplarına kıyasla daha düşük düzeylerde gözlenirken hipokampüs bölgesinde ise kontrol grubunda en düşük, Alzheimer grubunda orta düzeyde ve ön tedavi grubunda en yüksek ekspresyon gözlemlendi. Sonuç olarak, keten tohumu yağı, matcha ve hint inciri ekstraktının birlikte kullanımının nöroinflamasyon üzerinde azaltıcı etki gösterebileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Alzheimer hastalığı, Matcha, Nöroinflamasyon, Keten tohumu yağı, Hipokampüs

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF COMBINED TREATMENT OF FLAXSEED OIL, MATCHA AND PRICKLY PEAR EXTRACT ON HIPPOCAMPAL NEUROINFLAMMATION IN AN EXPERIMENTALLY INDUCED ALZHEIMER'S MODEL

ABSTRACT

Alzheimer's disease is one of the most commonly diagnosed age-related dementia types worldwide. Although its pathogenesis is not fully understood due to its heterogeneous nature, amyloid-β (Aβ) toxicity, tau protein pathology, synaptic damage, neuroinflammation, and oxidative stress are centrally involved in its etiopathological development. This study aimed to assess the neurological disorders associated with Alzheimer's disease, including learning and memory impairments, through behavioral tests and immunohistochemical analyses, by combining flaxseed oil, matcha, and prickly pear extract to reduce neuroinflammation and oxidative stress. Thirty-two male Wistar Albino rats (3-4 months, 250-350 g) were enrolled in the study. The animals were divided into four groups: control, Alzheimer's disease model, pretreatment, and treatment (n=8). Excluding the control group, three financially supported groups received intraperitoneal administration of D-galactose (10 mg/kg-150 mg/kg) for 41 days, administering it to the Alzheimer's model. Pre-treatment and treatment consisted of 1 ml of flaxseed oil, 10 mg of matcha, and 5 mg of prickly pear extract administered via gavage. Tests were conducted to assess Alzheimer's-like changes, after which the animals were stored. Immunohistochemical analyses recorded BDNF, GFAP, amyloid-β_{42}, Tau, and IBA-1 primary antibodies. Analysis revealed significant differences in amyloid-β immunoreactivity between the groups ($p<0.05$). The lowest percentage of amyloid-β in the hippocampus was observed in the control group, moderate in the pre-treatment group, and high in the Alzheimer's group. In the cortex, a significant increase was observed between the pre-treatment, Alzheimer's, and control groups. Tau expression was negative in all experimental groups. When BDNF expression was evaluated, the highest levels were observed in the hippocampus in the pretreatment groups and in the cortex in the Alzheimer's group. GFAP expression was observed at lower levels in the cortical region Alzheimer's groups compared to the control and pretreatment services, while the hippocampus region showed the lowest expression in the control classes, moderate expression in the Alzheimer's groups, and the highest expression in the pretreatment groups. In conclusion, flaxseed oil, matcha, and prickly pear extract together demonstrate a reducing effect on neuroinflammation.

Keywords: Alzheimer's disease, Matcha, Neuroinflammation, Flaxseed oil, Hippocampus

*Bu çalışma Yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

**Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından TYL-2025-14825 kodlu proje ile desteklenmiştir.

MİKROPLASTİKLER NE KADAR GÖRÜNMEZ? KİMYA ÖĞRETMENLERİNİN SOSYOBİLİMSEL BİR SORUNA İLİŞKİN ALGILARI VE METAFORLARI

Senem ÇOLAK YAZICI
Düzce Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Eğitimi Bölümü, Düzce,
ORCID: 0000-0002-2326-8996

ÖZET
Bu çalışma, günümüzde giderek artan çevresel ve sağlık temelli etkileriyle önemli bir sosyobilimsel sorun hâline gelen mikroplastikler konusunu, kimya öğretmenlerinin bakış açısıyla ele almaktadır. Araştırmada, kimya öğretmenlerinin mikroplastiklere ilişkin metaforik algıları, bu konunun kimya derslerinde ele alınmasına yönelik görüşleri ve mikroplastiklere ilişkin toplumsal farkındalık ile düzenlemelere dair değerlendirmeleri incelenmiştir. Çalışma, farklı kurumlarda görev yapan 28 kimya öğretmeni ile yürütülmüş; nitel araştırma yöntemi benimsenmiş ve elde edilen veriler betimsel içerik analizi yoluyla çözümlenmiştir.
Bulgular, öğretmenlerin mikroplastik kavramını ağırlıklı olarak boyut temelli tanımlarla açıkladıklarını (f = 16) ve metaforik algılarında mikroplastikleri çoğunlukla "mikrop" (f = 8) ve "toz" (f = 4) gibi görünmezlik ve yaygınlık çağrışımı yapan kavramlarla ilişkilendirdiklerini göstermektedir. Öğretmenlerin büyük bir bölümü mikroplastikleri insan sağlığı açısından zararlı olarak değerlendirmiş (f = 13) ve bu konunun kimya derslerinde ele alınmasının gerekli olduğunu belirtmiştir (f = 25). Mikroplastiklerin öğrencilerin günlük yaşamda sıklıkla karşılaştığı bir sorun olması (f = 10) ve bu bağlamda öğrencilerde bilinç ve farkındalık geliştirilmesi gereği (f = 20), öğretmen görüşlerinde öne çıkan temel gerekçeler arasında yer almıştır. Ayrıca hiçbir öğretmen mikroplastiklerin risk taşımadığını ifade etmezken, öğretmenlerin çoğunluğu mikroplastikleri yüksek risk düzeyinde değerlendirmiştir (f = 22). Risk algılarında sağlıkta birikim ve kanserojen etki (f = 19) ile çevresel zarar ve ekosistem kirliliği (f = 10) başlıca temalar olarak belirlenmiştir.
Öğretmenlerin büyük çoğunluğu, mikroplastiklere yönelik mevcut toplumsal düzenlemeleri yetersiz bulmakta (f = 20) ve bu yetersizliği özellikle farkındalık ve bilgilendirme eksikliği (f = 10) ile denetim ve yaptırım mekanizmalarının zayıflığına (f = 7) dayandırmaktadır. Elde edilen bulgular, mikroplastiklerin yalnızca çevresel bir kirlilik unsuru değil; aynı zamanda kimya öğretimi aracılığıyla öğrencilerin bilimsel, toplumsal ve etik boyutları birlikte değerlendirebileceği güçlü bir sosyobilimsel bağlam sunduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, mikroplastik konusunun lise kimya müfredatına bilinçli ve yapılandırılmış biçimde dâhil edilmesinin, hem bilim okuryazarlığının hem de toplumsal sorumluluk bilincinin geliştirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Mikroplastikler, Kimya eğitimi, Sosyobilimsel konular, Metaforik algı

HOW INVISIBLE ARE MICROPLASTICS? CHEMISTRY TEACHERS' PERCEPTIONS AND METAPHORS REGARDING A SOCIO-SCIENTIFIC ISSUE

ABSTRACT
This study addresses the issue of microplastics, which has become a significant socio-scientific problem due to its increasingly evident environmental and health-related impacts, from the perspective of chemistry teachers. The research examines chemistry teachers' metaphorical perceptions of microplastics, their views on addressing this topic in chemistry courses, and their evaluations regarding social awareness and regulatory measures related to microplastics. The study was conducted with 28 chemistry teachers working in different institutions and adopted a qualitative research design. The data were analyzed using descriptive content analysis.

The findings indicate that teachers predominantly defined the concept of microplastics based on size-related criteria (f = 16) and most frequently associated microplastics with metaphors such as “germs” (f = 8) and “dust” (f = 4), which reflect perceptions of invisibility and widespread presence. A large proportion of the teachers considered microplastics to be harmful to human health (f = 13) and emphasized the necessity of addressing this issue in chemistry courses (f = 25). Teachers highlighted that microplastics are commonly encountered in students’ daily lives (f = 10) and stressed the need to promote awareness and consciousness among students (f = 20) as key justifications. Moreover, while no teacher regarded microplastics as risk-free, the majority evaluated microplastics as posing a high level of risk (f = 22). In terms of risk perception, bioaccumulation and carcinogenic effects (f = 19), as well as environmental damage and ecosystem pollution (f = 10), emerged as the dominant themes.

The majority of the teachers perceived existing social regulations regarding microplastics as insufficient (f = 20), attributing this inadequacy primarily to a lack of awareness and public information (f = 10) and to weaknesses in monitoring and enforcement mechanisms (f = 7). Overall, the findings suggest that microplastics should be regarded not only as an environmental pollutant but also as a powerful socio-scientific context through which scientific, social, and ethical dimensions can be jointly addressed in chemistry education. In this respect, the structured and deliberate integration of microplastics into the upper secondary chemistry curriculum is considered to contribute to the development of both scientific literacy and a sense of social responsibility among students.
Keywords: Microplastics, Chemistry education, Socio-scientific issues, Metaphorical perception

ADVANCED BIOLOGICAL TREATMENT OF AGRO-FOOD INDUSTRY EFFLUENTS

Mohamed EL MORSY
PhD student (Responsible Author)
Ibnou Zohr University, Faculty of Sciences, Department of chemisrty, Laboratory of Materials and Environment (LME)
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-3979-1940
Laila AFIA
Prof. Dr., Ibnou Zohr University, Faculty of Sciences, Department of chemisrty, Laboratory of Materials and Environment (LME)
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6324-8396

ABSTRACT

Agro-food industry effluents are characterized by high concentrations of biodegradable organic matter, nutrients, fats, oils, and suspended solids, which pose significant challenges to conventional wastewater treatment systems. In this context, advanced biological processes offer sustainable and cost-effective solutions for achieving high levels of pollutant removal while minimizing environmental impact.

This study focuses on the application and performance of advanced biological treatment technologies, including aerobic and anaerobic bioreactors, sequencing batch reactors (SBR), membrane bioreactors (MBR), and biofilm-based systems, for the treatment of agro-industrial wastewaters. These processes are evaluated in terms of organic matter removal, nutrient reduction, sludge production, and process stability under variable loading conditions.

Anaerobic biological processes demonstrate high efficiency in removing organic pollutants while enabling energy recovery through biogas production, making them particularly attractive for high-strength agro-food effluents. Aerobic systems, including MBR and SBR, provide excellent effluent quality with high chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), and nutrient removal efficiencies. The integration of biofilm and suspended-growth systems further enhances microbial activity, improves resistance to shock loads, and increases treatment reliability.

The study highlights that hybrid biological treatment schemes, combining anaerobic and aerobic stages, represent an optimal strategy for maximizing pollutant removal while reducing operational costs and sludge generation. Advanced biological technologies therefore constitute a key approach for the sustainable management and reuse of agro-food industry effluents.

Keywords: agro-food wastewater, biological treatment, membrane bioreactor, anaerobic digestion, sequencing batch reactor, hybrid biological processes.

ZENGİNLİKLERİNİ BRİTANYA'YA SUNAN DOĞU'NUN POLİTİK ANATOMİSİ: BARTHES IŞIĞINDA DOĞU HİNDİSTAN ŞİRKETİ'NİN SANATSAL PROPAGANDASI

Doktorant Muharrem DERİN
Akdeniz University, Social Sciences Institute, Radio, Television and Cinema, 07070, Konyaaltı ,Antalya **ORCID:**0000-0003-4198-9903

ÖZET
İngiliz Doğu Hindistan Şirketi'nin sömürgeci pratiğini yalnızca ekonomik ve siyasi değil, aynı zamanda görsel ve kültürel temsiller üzerinden de inşa edilmiştir. Bu kapsamda Spiridione Roma'nın 1778 tarihli *Zenginliklerini Britanya'ya Sunan Doğu* adlı tablosu sömürgeciliğin özellikle sanat ve kültürel temsiller aracılığıyla nasıl yeniden üretildiğine dair önemli ipuçları sunmaktadır. Roland Barthes'ın göstergebilimsel yöntemi temel alınarak düz anlam, yan anlam ve mit katmanları üzerinden yapılan çözümlemede, eserin tarihsel gerçekliği ters yüz ederek, sömürgeciliği doğal, haklı ve estetik bir olgu olarak gösterdiği ortaya konmuştur. Britannia'nın üstün konumu, Asyalı figürlerin edilgen ve sunucu duruşları, renk kullanımı ve kompozisyon düzeni, Doğu'nun zenginliklerinin Batı'ya sunulmasını kaçınılmaz ve meşru bir kader gibi yansıtır. Tabloda, ticaretin tanrısallaştırılması, sömürgeci genişlemenin masumlaştırılması ve Batı üstünlüğünün doğallaştırılması gibi ideolojik işlevler estetik araçlarla pekiştirilir. Çalışma, bu tabloyu, sanatsal bir eserden öte, sömürgeci ideolojinin görsel bir propagandası olarak konumlandırmakta ve görsel kültürün politik işlevinin altını çizmektedir.Yapılan göstergebilimsel çözümleme sonucunda, *Zenginliklerini Britanya'ya Sunan Doğu* tablosunun yalnızca sanatsal bir kompozisyon değil, İngiliz Doğu Hindistan Şirketi'nin politik ve ideolojik çıkarlarına hizmet eden bir temsil aracı olduğu ortaya konmuştur. Eser, sömürge ilişkilerini barışçıl bir değişim sahnesi gibi sunarak sömürüyü meşrulaştırmakta; figürlerin duruşu, renk kullanımı ve mekânsal yerleşim aracılığıyla Batı'nın üstünlüğünü doğal bir hak gibi görünür kılmaktadır. Bu yönüyle tablo, Barthes'ın tanımıyla tarihsel gerçekliği silerek, ideolojik bir mit üretmiş ve sömürgeci tahakkümü estetikle gizlemiş ve güç ilişkilerini doğallaştırmıştır.
Anahtar Kelimeler: Göstergebilim, Roland Barthes, Doğu Hindistan Şirketi, sömürgecilik, mit

THE POLITICAL ANATOMY OF THE EAST THAT OFFERED ITS RICHES TO BRITAIN: THE ARTISTIC PROPAGANDA OF THE EAST INDIA COMPANY IN THE LIGHT OF BARTHES.

ABSTRACT
The colonial practice of the British East India Company was constructed not only economically and politically, but also through visual and cultural representations. In this context, Spiridione Roma's 1778 painting The East Offering Her Riches to Britannia provides important clues about how colonialism was reproduced, especially through art and cultural representations. Based on Roland Barthes' semiotic method and analyzed through the layers of literal meaning, connotation and myth, it is revealed that the work inverts historical reality and shows colonialism as a natural, justified and aesthetic phenomenon. Britannia's superior position, the Asian figures' passive and server stances, the use of color and the compositional order reflect the presentation of the riches of the East to the West as an inevitable and legitimate fate. In the painting, ideological functions such as the deification of trade, the innocence of colonial expansion and the naturalization of Western superiority are reinforced through aesthetic means. The study positions this painting as a visual propaganda of colonial ideology rather than an

artistic work and underlines the political function of visual culture. As a result of the semiotic analysis, it has been revealed that *The East Offering its Riches to Britannia* painting is not only an artistic composition, but also a representation tool serving the political and ideological interests of the British East India Company. The work legitimizes exploitation by presenting colonial relations as a scene of peaceful change; it makes the superiority of the West seem like a natural right through the stance of the figures, use of color and spatial layout. In this respect, the painting, as defined by Barthes, erases historical reality and produces an ideological myth and it conceals colonial domination with aesthetics and naturalizes power relations.
Keywords: Semiotics, Roland Barthes, East India Company, colonialism, myth

ISLAMIC ECONOMY AND SUSTAINABLE ENGINEERING TECHNOLOGY IN NIGERIA

Alhassan Alkali Yunusa
Ibrahim Umar Yakubu
ABDULLAHI MUHAMMAD HASSAN
department of welding and fabrication.
Minna institute of technology and innovation, Minna Niger state
Industrial And Technology Education,
Federal University Of Technology Minna

Abstract

The integration of Islamic economic principles with sustainable engineering practices has gained increased attention as Nigeria explores alternative frameworks for inclusive development. This paper examines how Islamic economy—characterized by ethical finance, social justice, and resource stewardship—can complement sustainable engineering technologies, particularly within the Nigerian context. It highlights the potential of Islamic financial instruments to fund green technologies, enhance industrial productivity, and support environmentally responsible engineering systems. Using a qualitative descriptive approach, the study identifies key opportunities, challenges, and policy pathways for harmonizing Islamic economics with sustainable engineering innovation. The findings suggest that ethical financing, renewable-energy investments, and community-based industrial models could significantly enhance Nigeria's technological resilience and economic sustainability.

Keywords: Islamic economy, sustainable engineering, Nigeria, ethical finance, technology, Shariah-compliant innovation

Introduction

Nigeria faces persistent developmental challenges including environmental degradation, low industrial productivity, inadequate infrastructure, and dependence on non-renewable resources. While engineering technology plays a critical role in modern industrial development, its application in Nigeria has often lacked sustainability due to weak regulatory frameworks and limited ethical financing mechanisms.

The Islamic economic model—grounded in justice (**adl**), human welfare (**maslahah**), transparency, and prohibition of exploitative practices—presents an alternative framework for financing and implementing sustainable engineering solutions. By promoting ethical investments, environmental stewardship, and equitable resource distribution, the Islamic economy offers unique pathways for advancing sustainable technologies in Nigeria.

This study explores how Islamic economic principles can support and enhance sustainable engineering technologies, especially within technical fields such as welding and fabrication, renewable energy systems, construction technologies, and manufacturing processes.

Aims and Objectives

Aim

To examine the relationship between Islamic economic principles and sustainable engineering technology in Nigeria, and to identify strategies for integrating both frameworks to support national development.

Objectives

To assess the core principles of Islamic economics relevant to sustainable development.
To identify areas in engineering technology where Islamic financing can support innovation.
To examine the role of ethical finance in promoting environmentally responsible technologies.
To explore challenges limiting the integration of Islamic economy and sustainable engineering in Nigeria. To propose policy recommendations for strengthening this relationship.

Research Questions

What Islamic economic principles align with sustainable engineering goals in Nigeria?
How can Islamic financing mechanisms support the adoption of sustainable technologies?
What opportunities exist for integrating Islamic economics with engineering practices?
What challenges may hinder the use of Islamic economy in engineering-based industries?
What strategies can enhance the synergy between Islamic economy and sustainable engineering?

Literature Review

Islamic Economy and Ethical Finance

The Islamic economic system emphasizes fairness, prohibition of interest (**riba**), equitable wealth distribution, and promotion of ethical investment (**halal** funding). Islamic financial instruments—such as **Sukuk**, **Mudarabah**, **Musharakah**, and **Waqf**—are increasingly used globally for infrastructure development and green projects.

Sustainable Engineering Technology

Sustainable engineering focuses on long-term environmental protection, efficient resource use, and reduction of industrial waste. Technologies such as renewable energy systems, recycling processes, and eco-friendly fabrication methods are essential for modern economies.

Nigeria's Technological and Economic Context

Nigeria has significant potential for engineering innovation but faces funding limitations, environmental challenges, and inconsistent policy enforcement. Islamic finance can fill critical gaps by offering ethical, community-based funding for technology adoption.

Methodology

This study adopts a **qualitative descriptive approach** using:

- reviewed academic literature,
- policy documents,
- reports from Islamic financial institutions,
- engineering technology case studies from Nigeria.

No experiments or sensitive data were involved. The method allows for exploring conceptual relationships and identifying trends relevant to policy and practice.

Expected Findings

Opportunities

- **Islamic bonds (Sukuk)** can fund renewable energy projects (solar, hydro, biomass).
- **Musharakah partnerships** can support welding and fabrication SMEs.
- **Waqf-based models** can provide training centers and engineering laboratories.
- Ethical financing can enhance environmental protection and reduce industrial waste.

Challenges

- Low awareness of Islamic finance among engineers and industry leaders.
- Limited regulatory frameworks for large-scale Islamic technological funding.
- Shortage of experts trained in both Shariah principles and engineering fields.
- Difficulty integrating ethical restrictions with profit-driven industrial practices.

Discussion

Integrating Islamic economy with sustainable engineering provides a dual benefit: ethical financial practices and environmentally responsible technology adoption. Nigeria's manufacturing and fabrication sectors could benefit greatly from Islamic financing tools that reduce exploitation and promote shared responsibility. For example, Sukuk financing has proven successful in funding infrastructure in countries like Malaysia and can be adapted for Nigeria's energy and industrial needs.

However, achieving this integration requires coordinated efforts between policymakers, engineering institutions, Islamic scholars, and industry stakeholders.

Conclusion

This study concludes that Islamic economic principles can significantly support sustainable engineering practices in Nigeria by providing ethical financing, promoting environmental responsibility, and encouraging social welfare. While challenges exist, they can be addressed through awareness campaigns, capacity building, updated regulations, and stronger collaboration between engineering and Islamic finance sectors.

Recommendations

Government Adoption of Sukuk for Technology Projects:

Use Islamic bonds to fund renewable energy and engineering innovation hubs.

Training Programs:

Establish programs linking Islamic finance with engineering departments in tertiary institutions.

Policy Support:

Develop national guidelines for Shariah-compliant technology financing.

Industry Collaboration:

Encourage partnerships between Islamic banks and engineering industries.

Community-Based Models:

Use Waqf funds for building fabrication workshops, research labs, and youth skill centers.

References

Ahmed, H. (2019). Islamic finance and sustainable development. Journal of Ethical Economics, 12(3), 45–60.

Nasir, M., & Abdullah, S. (2020). Engineering sustainability in developing economies. African Journal of Technology, 8(1), 22–34.

Olawale, T. (2021). Renewable energy adoption in Nigeria: Challenges and prospects. Energy Policy Review, 15(2), 67–81.

Yusuf, A. (2018). Islamic economic principles and modern financial systems. International Journal of Islamic Economics, 6(4), 101–117.

ECO-FRIENDLY SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING PLANT EXTRACTS: A COMPREHENSIVE REVIEW OF ANTIMICROBIAL APPLICATIONS

Ayana Araújo DE SOUZA
Federal University of Bahia, Salvador-Bahia, Brazil
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-3918-5012
Danilo Santos FADIGAS
Federal University of Bahia, Salvador-Bahia, Brazil
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-8596-4771
Yago Marinho LEAL
Federal University of Bahia, Salvador-Bahia, Brazil
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-5887-0505
Maria Elaine Valadão DOS SANTOS
Federal University of Bahia, Salvador-Bahia, Brazil
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-0739-1395
Tonya Azevedo DUARTE
Federal University of Bahia, Salvador-Bahia, Brazil
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0420-7784

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The rise of antimicrobial resistance, driven by the overuse of antibiotics, is a critical global health threat projected to worsen. This urgent situation demands new sustainable antimicrobial solutions.

Silver nanoparticles (AgNP) are a highly promising candidate due to their potent, broad-spectrum antimicrobial and anticancer activity, enhanced by their nanoscale size. This review specifically focuses on the green synthesis of AgNP using plant extracts. This method represents significant advancement, as plant compounds not only help produce stable nanoparticles but can also boost their antimicrobial properties, offering an innovative and eco-friendly strategy.

Materials and Methods: The proposed study has qualitative, exploratory and bibliographical lines of research.

Results: The findings suggest that AgNP hold significant promise for biomedical applications, such as coatings for medical devices, pharmaceutical formulations, and surface disinfectants. Furthermore, optimizer green synthesis techniques are crucial to enhancing the antibacterial potency of AgNP.

Discussion and Conclusion: The green synthesis of AgNP provides a sustainable and effective method for developing new antimicrobial agents. The results of this review indicate that AgNP possesses significant antibacterial and antifungal activity and holds promise for applications in medical, pharmaceutical and food industry fields. Finally, green synthesis is a significant advancement because it utilizes bioactive plant compounds to synthesize and enhance the efficacy of AgNP.

Key Words: Silver Nanoparticles; Green synthesis; Antimicrobial activity; Plant extracts; Antibiotic resistance.

6-10 YAŞ ARASI ÇOCUKLARININ ANNE-BABA TUTUMLARI, ANNE BABA STRESİ VE EBEVEYNLİKTE BİLİNÇLİ FARKINDALIK ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN İNCELENMESİ

Nurşah TOPRAK
İstanbul Arel Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Psikoloji Programı
ORCID: 0009-0007-8587-5023

Dr. Öğr. Üyesi Nilgün ONNAR
İstanbul Arel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü
ORCID: 0000-0003-3861-801X

ÖZET
Ebeveynlik tutumu, çocuğun sosyal, duygusal ve bilişsel gelişimini destekleyen ya da sınırlayan temel aile içi etkileşim örüntülerinden biridir. Ebeveynlik stresi, ebeveynin çocuk yetiştirme sürecinde karşılaştığı taleplerin bireysel baş etme kaynaklarını zorlaması sonucu ortaya çıkan ve ebeveyn-çocuk ilişkilerinin niteliğiyle yakından ilişkili bir psikolojik durumdur. Ebeveynlikte bilinçli farkındalık ise ebeveynin çocukla etkileşimlerinde şimdiki ana odaklanabilmesini, yargılayıcı olmayan bir tutum geliştirmesini ve duygusal tepkilerini fark ederek düzenleyebilmesini ifade eden bir özelliktir. Alanyazın, ebeveynlik stresi ve bilinçli farkındalık düzeylerinin ebeveynlik tutumlarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu araştırmanın amacı, 6–10 yaş arası çocuğu bulunan anne-babaların ebeveynlik stresi ve ebeveynlikte bilinçli farkındalık düzeyleri ile anne-baba tutumları arasındaki ilişkileri incelemektir. Araştırmaya, kolayda örnekleme yöntemiyle seçilen ve 6–10 yaş aralığında çocuğu bulunan 370 ebeveyn katılmıştır. Veriler, çevrimiçi ortamda, Bilgilendirilmiş Onam Formu, Demografik Bilgi Formu, Anne-Baba Tutum Ölçekleri, Anne-Baba Stres Ölçeği ve Ebeveynlikte Bilinçli Farkındalık Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Verilerin analizinde SPSS 27 paket programı kullanılmış; değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Korelasyon analizleri sonucunda, İstendik Anne-Baba Tutumu ile Anne-Baba Stresi arasında yüksek düzeyde, negatif yönde ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İstendik Anne-Baba Tutumu ile Ebeveynlikte Bilinçli Farkındalık arasında ise yüksek düzeyde, pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır. İstenmeyen Anne-Baba Tutumu ile Anne-Baba Stresi arasında orta düzeyde, pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki belirlenirken; İstenmeyen Anne-Baba Tutumu ile Ebeveynlikte Bilinçli Farkındalık arasında düşük düzeyde, negatif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Ayrıca Ebeveynlikte Bilinçli Farkındalık ile Anne-Baba Stresi arasında yüksek düzeyde, negatif yönde ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu çalışma, ebeveynlik tutumlarının ebeveynlik stresi ve ebeveynlikte bilinçli farkındalık ile anlamlı biçimde ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, ebeveynliğin yalnızca çocuğa yönelik davranış örüntülerinden ibaret olmadığını; ebeveynin stres düzeyi ve farkındalık kapasitesiyle birlikte ele alınması gereken çok boyutlu bir süreç olduğunu göstermektedir.
Anahtar Kelimeler: Ebeveyn Stresi, Ebeveyn Tutumu, Ebeveynlikte Bilinçli Farkındalık

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEEN PARENTAL ATTITUDES, PARENTING STRES, AND MINDFUL PARENTING IN PARENTS OF CHILDREN AGED 6-10

ABSTRACT

Parenting attitudes constitute fundamental patterns of family interaction that may support or constrain children's social, emotional, and cognitive development. Parenting stress is a psychological condition that emerges when the demands of child-rearing exceed parents' individual coping resources and is closely associated with the quality of parent–child relationships. Mindful parenting refers to parents' ability to remain focused on the present moment in interactions with their children, to adopt a non-judgmental stance, and to recognize and regulate their emotional responses. The literature indicates that both parenting stress and mindful parenting are related to parenting attitudes. Accordingly, the present study aimed to examine the relationships between parenting stress, mindful parenting, and parenting attitudes among parents of children aged 6–10 years. The sample consisted of 370 parents who had children aged 6-10 years and were recruited using a convenience sampling method. Data were collected online using the Informed Consent Form, Demographic Information Form, Parental Attitude Scales, Parental Stress Scale, and Mindfulness in Parenting Scale. Data were analyzed using SPSS version 27, and correlation analyses were conducted to determine the relationships among the study variables. Analyses revealed a strong, negative, and significant relationship between positive parenting attitudes and parenting stress. Positive parenting attitudes were found to be strongly and positively associated with mindful parenting. A moderate, positive, and significant relationship was identified between negative parenting attitudes and parenting stress, whereas the relationship between negative parenting attitudes and mindful parenting was low, negative, and significant. Furthermore, mindful parenting was found to be strongly and negatively associated with parenting stress. The findings demonstrate that parenting attitudes are significantly associated with both parenting stress and mindful parenting. These results suggest that parenting should be considered a multidimensional process that encompasses not only child-directed behaviors but also parents' stress levels and mindfulness during parent–child interactions.

Keywords: Parental Stress, Parental Attitudes, Mindful Parenting

ORTAÇAĞ'DA BİR DEZENFORMASYON ÖRNEĞİ: SULTAN AHMED CELÂYİR'İN ÖLÜMÜ VE BAĞDAT'TA "SAKLI SULTAN" SÖYLENTİSİ

Yavuz DELİBALTA
Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of History, 3600 Merkez, Kars
ORCID: 0000-0001-5082-5498

ÖZET

İlhanlı mirası üzerine kurulan Celâyirliler (1340-1431), 14. Yüzyılın ikinci yarısından 15. yüzyıl başlarına kadar Yakındoğu siyasetinde belirleyici bir rol oynamıştır. Hanedanın son güçlü hükümdarı Sultan Ahmed Celâyir, 1410 yılında Karakoyunlu Kara Yusuf karşısında ağır bir mağlubiyete uğradı. Yenilginin ardından savaş meydanından kaçmak zorunda kalan Sultan Ahmed, kaçarken yaralanıp atından düştü. Karakoyunlu askeri tarafından öldüğü sanılarak elbise ve silahları alındıysa da sadece bayılmış olan Sultan Ahmed, kendisine gelince yakınlardaki bir bağa sığındı. Savaşı izleyen yaşlı bir adamın onun yerini ihbar etmesi sonucu Sultan Ahmed yakalanarak neticede Kara Yusuf'un emriyle öldürüldü ve cesedi birkaç gün boyunca teşhir edildi. Ancak Bağdat'ta Sultan Ahmed'in ölmediği ve yakında saklandığı yerden çıkacağı yönünde şayialar yayılmaya başladı. Bu şayialar mevcut konumlarını muhafaza etmek isteyen idarî kadrolar ve çeşitli hanedan mensupları tarafından kasten ortaya atıldı. Ayrıca Karakoyunlular tarafından kuşatılan Bağdat'ta şehir halkının savunma direncini diri tutmak adına sultanın ölümünün gizlenmesi güçlü bir direniş hikâyesine yol açtı. Ancak Karakoyunlu hâkimiyetinden sonra da Sultan Ahmed'in ölmediğine ilişkin söylentiler bir süre daha devam etti.

Sultan Ahmed'in ölümü ve hakkındaki iddialar, Ortaçağ'da sahte haberler ve şayialar yoluyla ortaya çıkan dezenformasyon ve propaganda çabalarına dikkat çekici bir örnek teşkil etmektedir. Bu çalışmada, Bağdat'ta Emir Bahşayiş, Abdurrahman İbn Mellah ve Döndü Hatun gibi devlet adamı ve hanedan mensupları öncülüğünde yürütülen; sahte fermanlar, sahte sultan silüetleri ve hutbe gibi meşruiyet araçları üzerinden şekillenen dezenformasyon süreci ele alınacaktır. Dönemin kaynaklarının karşılaştırmalı analizi yapılarak Ortaçağ'da siyaseten üretilen "sahte haberler" ve dezenformasyon yöntemleri bu hususta değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Celâyirliler, Sultan Ahmed Celâyir, Bağdat, Şayia, Sahte haberler.

AN EXAMPLE OF DISINFORMATION IN THE MIDDLE AGES: THE DEATH OF SULTAN AHMAD JALAYIR AND THE RUMOR OF THE "HIDDEN SULTAN" IN BAGHDAD

ABSTRACT

The Jalayirids (1340-1431), who built upon the legacy of the Ilkhanids, played a decisive role in Near Eastern politics from the second half of the 14th century to the beginning of the 15th century. Sultan Ahmad Jalayir, the last powerful ruler of the dynasty, suffered a heavy defeat against Qara Yusuf of the Qara Qoyunlu in 1410. Forced to flee the battlefield after the defeat, Sultan Ahmad was wounded and fell from his horse. Although his clothes and weapons were taken by Qara Qoyunlu soldiers who thought he was dead, Sultan Ahmad, having only fainted, took refuge in a nearby vineyard when he regained consciousness. An old man who had witnessed the battle betrayed his whereabouts, and Sultan Ahmad was captured and executed by Qara Yusuf, his body displayed for several days. However, rumors began to spread in Baghdad that Sultan Ahmad was not dead and would soon emerge from his hiding place. These rumors were deliberately spread by administrative officials and various members of the dynasty who wished to maintain their positions. Furthermore, in Baghdad, which was besieged by the Qara Qoyunlu, the concealment of the sultan's death in order to keep the city's resistance alive

led to a powerful story of resistance. However, even after the Qara Qoyunlu rule ended, rumors that Sultan Ahmed had not died continued for some time.
The death of Sultan Ahmad and the allegations surrounding it provide a striking example of disinformation and propaganda efforts that emerged through fake news and rumors in the Middle Ages. This study will examine the disinformation process led by statesmen and members of the dynasty such as Emir Bahshayish, Abd al-Rahman İbn Mellah and Dondu Khatun in Baghdad, which took shape through forged decrees, fake silhouettes of sultan, and tools of legitimacy such as the khutbah (Friday sermon). A comparative analysis of contemporary sources will be conducted to evaluate the politically produced “fake news” and disinformation methods of the Middle Ages in this context.
Keywords: Jalayirids, Sultan Ahmad Jalayir, Baghdad, Rumor, Fake news.

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNDE VKİ GRUPLARINA GÖRE PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ: CİNSİYETE GÖRE KARŞILAŞTIRMALI BİR İNCELEME

Bekir Erhan ORHAN
Istanbul Aydın University, Faculty of Sports Sciences, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-3149-6630
Halil ASLANBAŞ
Istanbul Aydın University, Faculty of Sports Sciences, Istanbul, Türkiye
ORCID: 0009-00078691-6253

ÖZET
Psikolojik iyi oluş, üniversite öğrencilerinde akademik uyum, yaşam doyumu ve ruh sağlığı ile ilişkili temel bir göstergedir. Bu çalışmanın amacı, üniversite öğrencilerinde vücut kütle indeksi (VKİ) gruplarına (normal ve fazla kilolu) göre psikolojik iyi oluş düzeylerinin farklılaşıp farklılaşmadığını ve bu farklılığın cinsiyete göre değişip değişmediğini incelemektir. Kesitsel ve karşılaştırmalı desende yürütülen araştırmaya kolayda örnekleme yoluyla ulaşılan 18 yaş ve üzeri 358 öğrenci (152 erkek, 206 kadın) dâhil edilmiştir. Boy ve kilo değerleri öz-bildirimle toplanmış, VKİ (kg/m²) hesaplanmış ve katılımcılar Dünya Sağlık Örgütü sınıflamasına göre normal ve fazla kilolu gruplara ayrılmıştır. Psikolojik iyi oluş, 8 maddelik Psikolojik İyi Oluş Ölçeği (PİOÖ) ile değerlendirilmiş; eksik veya tamamlanmamış formlar analiz dışı bırakılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler ortalama±SS ve yüzde olarak raporlanmıştır. Gruplar Welch t-testi ile karşılaştırılmış; normal VKİ grubunun PİOÖ puanı (41.25±10.13), fazla kilolu gruba (38.26±11.35) göre daha yüksek bulunmuştur (ΔM=2.99, t(113.4)=2.10, p=.038, Cohen's d=.287, %95 GA: 0.18–5.81). Cinsiyete bağlı farklılaşmayı değerlendirmek üzere iki yönlü ANOVA uygulanmış; VKİ grubunun ana etkisi anlamlı bulunmuş (F(1,354)=5.02, p=.026, kısmi η^2=.014), cinsiyet×VKİ etkileşimi ise anlamlı bulunmamıştır (F(1,354)=0.03, p=.858). Bulgular, VKİ grupları arasında küçük fakat istatistiksel olarak saptanabilir bir farklılığa işaret etmektedir. Etki büyüklüğünün düşük olması pratik önemini sınırlayabilse de, üniversite ortamında sağlıklı yaşam programları planlanırken psikolojik iyi oluşun da değerlendirilmesini desteklemektedir. Öz-bildirime dayalı ölçüm ve kesitsel tasarım nedensel çıkarımları sınırlandırmaktadır; bu nedenle doğrudan ölçümlere dayalı boylamsal çalışmalar önerilmektedir. Gelecek çalışmalarda fiziksel aktivite düzeyi, beslenme kalitesi, uyku ve algılanan stres gibi değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi; etkiyi açıklayabilecek düzenleyici mekanizmaların test edilmesi önerilir.
Anahtar Kelimeler: genç yetişkinler, psikolojik sağlık, yaşam kalitesi

PSYCHOLOGICAL WELL-BEING ACROSS BMI GROUPS AMONG UNIVERSITY STUDENTS: A COMPARATIVE ANALYSIS BY SEX

ABSTRACT
Psychological well-being is a key indicator related to university students' academic adjustment, life satisfaction, and mental health. This study examined whether psychological well-being differs between body mass index (BMI) groups (normal vs overweight) and whether this difference varies by sex. In a cross-sectional, comparative design, 358 university students aged 18 years and older (152 men, 206 women) were recruited using convenience sampling. Height and weight were self-reported, BMI was calculated as kg/m², and psychological well-being was assessed with the 8-item Flourishing Scale. Incomplete questionnaires were excluded. Descriptive statistics were reported as mean±SD and percentages. Groups were compared using Welch's t-test; effect size was reported as Cohen's d with a 95% confidence interval. The normal-BMI group scored higher on psychological well-being (41.25±10.13) than the

overweight group (38.26±11.35) (ΔM=2.99, t(113.4)=2.10, p=.038, d=.287, 95% CI: 0.18–5.81). A two-way ANOVA evaluated sex-related variation; the main effect of BMI group was significant (F(1,354)=5.02, p=.026, partial η^2=.014), whereas the Sex×BMI interaction was not significant (F(1,354)=0.03, p=.858). Overall, the findings indicate a small but statistically detectable difference in psychological well-being between BMI groups. Although the effect size is modest, the results support incorporating well-being indicators into campus health planning. Because BMI was self-reported and the design was cross-sectional, causal inferences are limited; longitudinal studies with measured height and weight are recommended. Future studies should jointly consider physical activity, diet quality, sleep, and perceived stress, and test potential moderating mechanisms.

Keywords: young adults, psychological health, quality of life

MOTİVASYON TEORİLERİ BAĞLAMINDA SOSYAL GİRİŞİMSEL LİDERLİK

Hamza ÖZ
Yozgat Bozok Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Çocuk Gelişimi Bölümü, Yozgat, Türkiye
ORCID: 0000-0002-5214-428X

ÖZET
Bu araştırmanın amacı, sosyal girişimsel liderlerin motivasyon kaynaklarını açıklamada hangi kuramsal çerçevelerin kullanıldığını ortaya koymak ve bu çerçeveleri bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmektir. Sosyal girişimsel liderlik, toplumsal sorunlara yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üretmeyi hedefleyen bir liderlik yaklaşımı olarak son yıllarda giderek artan bir akademik ilgi görmektedir. Ancak bu liderlik biçimini harekete geçiren motivasyonel dinamiklerin hangi teorik temellere dayandığına ilişkin çalışmaların sınırlı ve dağınık olduğu görülmektedir. Bu bağlamda araştırma, sosyal girişimsel liderlerin motivasyon kaynaklarını açıklamada kullanılan kuramları sistematik biçimde incelemeyi amaçlamaktadır.
Araştırma, nitel araştırma desenlerinden doküman incelemesi yöntemiyle tasarlanmıştır. Bu kapsamda sosyal girişimcilik, liderlik ve motivasyon alanlarında yayımlanmış ulusal ve uluslararası hakemli makaleler, kitaplar, raporlar ve kuramsal çalışmalar belirli dahil etme ölçütleri doğrultusunda seçilmiştir. Seçilen dokümanlar, içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiş ve motivasyon teorilerinin sosyal girişimsel liderlik bağlamında nasıl ele alındığı tematik olarak sınıflandırılmıştır. Analiz sürecinde Maslow'un İhtiyaçlar Hiyerarşisi Kuramı, Herzberg'in Çift Faktör Teorisi, McClelland'ın Başarı, Güç ve Bağlılık İhtiyaçları Kuramı, Öz-Belirleme Kuramı ve pro-sosyal motivasyon yaklaşımları temel kuramsal çerçeveler olarak ele alınmıştır.
Araştırma bulguları, sosyal girişimsel liderlerin motivasyon kaynaklarının klasik motivasyon teorilerinin öngördüğü bireysel ihtiyaç ve ödül temelli açıklamaların ötesine geçtiğini göstermektedir. Özellikle toplumsal fayda yaratma, anlamlı bir amaç doğrultusunda hareket etme, etik sorumluluk üstlenme ve kolektif değerleri güçlendirme gibi unsurların sosyal girişimsel liderlerin motivasyonunda belirleyici olduğu ortaya konulmuştur. Bu bağlamda Öz-Belirleme Kuramı ve prososyal motivasyon yaklaşımlarının, sosyal girişimsel liderliğin motivasyonel temellerini açıklamada daha bütüncül ve çağdaş bir kuramsal çerçeve sunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmanın, sosyal girişimsel liderlik literatürüne kuramsal bir katkı sağlaması ve gelecekte yapılacak ampirik ve bağlamsal çalışmalara güçlü bir kavramsal zemin oluşturması beklenmektedir.
Anahtar Kelimeler: Sosyal girişimsel liderlik, motivasyon teorileri, öz-belirleme kuramı, prososyal motivasyon, toplumsal fayda, doküman incelemesi

SOCIAL ENTREPRENEURIAL LEADERSHIP IN THE CONTEXT OF MOTIVATION THEORIES

ABSTRACT
The aim of this research is to identify the theoretical frameworks used to explain the motivational sources of social entrepreneurial leaders and to evaluate these frameworks from a holistic perspective. Social entrepreneurial leadership, as a leadership approach aiming to produce innovative and sustainable solutions to social problems, has been receiving increasing academic attention in recent years. However, studies on the theoretical foundations of the motivational dynamics that drive this form of leadership are limited and scattered. In this context, the research aims to systematically examine the theories used to explain the motivational sources of social entrepreneurial leaders.
The research was designed using the document analysis method, one of the qualitative research designs. In this context, national and international peer-reviewed articles, books, reports, and

theoretical studies published in the fields of social entrepreneurship, leadership, and motivation were selected according to specific inclusion criteria. The selected documents were analyzed using the content analysis method, and how motivation theories are addressed in the context of social entrepreneurial leadership was thematically classified. In the analysis process, Maslow's Hierarchy of Needs Theory, Herzberg's Two-Factor Theory, McClelland's Achievement, Power, and Commitment Needs Theory, Self-Determination Theory, and pro-social motivation approaches were considered as fundamental theoretical frameworks.

The research findings show that the motivational sources of social entrepreneurial leaders go beyond the individual needs and reward-based explanations predicted by classical motivation theories. In particular, elements such as creating social benefit, acting towards a meaningful purpose, assuming ethical responsibility, and strengthening collective values have been shown to be decisive in the motivation of social entrepreneurial leaders. In this context, it was concluded that Self-Determination Theory and pro-social motivation approaches offer a more holistic and contemporary theoretical framework in explaining the motivational foundations of social entrepreneurial leadership. It is expected that the research will provide a theoretical contribution to the social entrepreneurial leadership literature and create a strong conceptual foundation for future empirical and contextual studies.

Keywords: Social entrepreneurial leadership, motivation theories, self-determination theory, pro-social motivation, social benefit, document analysis

STURM-LIOUVILLE SİSTEMLERİNDE GECİKME İÇEREN TERS NODAL ANALİZ

Merve ARSLANTAŞ
Sivas Cumhuriyet University, Vocational School of Sivas, 58140, Sivas, TURKİYE
ORCID: 0000-0002-0493-4551

ÖZET

Günlük hayatta her alanda karşılaştığımız problemlerin çözümü için matematiksel modelleme yapılırken çoğunlukla başlangıç değer problemleri kullanılır. Spektral teoride bu tarz problemler için düz ve ters olmak üzere iki çeşit problem tanımlanmıştır. Düz problem, problem verildiğinde probleme ait spektral karakteristiklerin bulunmasıdır. Ters problem ise probleme ait spektral karakteristikler yardımıyla problemin katsayılarının tek olarak belirlenmesidir. Ters problemleri çözmek için bir çok yöntem vardır. Bunlardan biri de problemin özfonksiyonlarının sıfırlarını yani nodal noktalarını kullanmaktır. Adi diferansiyel denklemler kullanılarak modelleme yapılması istenen sistemlerde mevcut gecikmeler daima göz ardı edilir; ancak sistemdeki çok küçük gecikme miktarları bile sistemin mevcut durumunda çok büyük değişiklikler görülmesine neden olabilir. Bu nedenle karşılaşılan problemlerin bir çoğunun modellemesi yapılırken gecikmeli diferansiyel denklemlerin kullanılması daha gerçekçidir.

$$\begin{cases} y'(t)dt = f(t, y(t-\Delta(t)), t \geq t_0 \\ y(t_0) = \varphi(t), t \leq t_0 \end{cases}$$

denkleminde $\Delta(t)$ gecikme miktarları sabit olabileceği gibi t parametresine bağlı da olabilir. Bu çalışmada aşağıdaki problem ele alınmıştır ve ters nodal problem incelenmiştir:

$$\begin{cases} -y''(x) + q(x)y(x-a) = \lambda y(x), x \in (0,\pi) \\ y(0) = 0, y(\pi) = 0. \end{cases}$$

Burada λ spektral parametre, $q \in L_1(0,\pi)$ ve $a \in (0,\pi)$ dir. Yang (2012) ve Yang (2014) çalışmalarında benzer tip problemler ele alınmış ve ters nodal problemin çözümü verilmiştir. Ayrıca bu çalışmalarda operatörün potansiyel fonksiyonu olan $q(x)$ fonksiyonunun bulunması ile ilgili bir algoritma bulunmamaktadır. Bu çalışmalardan farklı olarak ele alınan çalışmamızda ise $a = \frac{\pi}{2}$ ve $n = 2m$ durumunda $q(x)$ fonksiyonunun belirlenmesi için bir algoritma önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Spektral teori, gecikmeli diferansiyel denklem, nodal problem.

INVERSE NODAL ANALYSIS WITH DELAY IN STURM-LIOUVILLE SYSTEMS

ABSTRACT

In mathematical modeling conducted to solve problems encountered in every area of daily life, initial value problems are mostly used. In spectral theory, two types of problems are defined for such problems: direct and inverse. The direct problem is finding the spectral characteristics belonging to the problem when the problem is given, while the inverse problem is uniquely determining the coefficients of the problem with the help of the spectral characteristics belonging to the problem. There are many methods to solve inverse problems, one of which is using the zeros of the eigenfunctions of the problem, i.e., the nodal points.

In systems desired to be modeled using ordinary differential equations, existing delays are always overlooked; however, even very small delay amounts in the system can cause very large changes in the current state of the system. Therefore, when modeling many of the encountered problems, using delay differential equations is more realistic. In an equation,

$$\begin{cases} y'(t)dt = f(t, y(t-\Delta(t)), t \geq t_0 \\ y(t_0) = \varphi(t), t \leq t_0 \end{cases}$$

the delay amounts $\Delta(t)$ can be constant or dependent on the parameter t. In this study, the following problem has been considered, and the inverse nodal problem has been examined:

$$\begin{cases} -y''(x) + q(x)y(x-a) = \lambda y(x), x \in (0,\pi) \\ y(0) = 0, y(\pi) = 0 \end{cases}$$

Here, λ is the spectral parameter, $q \in L_1(0,\pi)$ and $a \in (0,\pi)$. In the studies by Yang (2012) and Yang (2014), similar types of problems were addressed, and the solution to the inverse nodal problem was given. Additionally, these studies do not contain an algorithm related to finding the potential function $q(x)$ of the operator. Unlike these studies, in our presented work, an algorithm has been proposed for determining the $q(x)$ function when $a = \frac{\pi}{2}$ and $n = 2m$.

Keywords: Spectral theory, delayed differential equations, nodal problem.

NON-ALKOLİK YAĞLI KARACİĞER HASTALIĞI (NAFLD) İLE ULTRA İŞLENMİŞ BESİN TÜKETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: BİR DERLEME

Dyt. Merve UZUN
Biruni Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, İstanbul-Türkiye,
Dr. Öğr. Üyesi Nuray Esra AKSAKAL
(ORCID: 0000-0002-2425-3198)
Haliç Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, İstanbul-Türkiye

Özet
Modern yaşam tarzının ve endüstriyel gıda üretiminin bir sonucu olan beslenme alışkanlıklarındaki dönüşüm, kronik metabolik hastalıkların prevalansında dramatik bir artışa yol açmıştır. Bu hastalık grubunun başında gelen Non-Alkolik Yağlı Karaciğer Hastalığı (NAFLD), günümüzde dünya genelinde en yaygın kronik karaciğer bozukluğu olarak kabul edilmektedir. Son dönem epidemiyolojik kanıtlar, NAFLD patogenezinde sadece toplam kalori miktarının değil, Monteiro ve arkadaşları tarafından geliştirilen NOVA sınıflandırmasındaki "ultra işlenmiş besinlerin" (UİB) işlenme derecesinin de kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Bu derleme; katkı maddeleri, ilave şeker (özellikle fruktoz) ve doymuş yağ bakımından zengin, ancak lif ve mikrobesinlerden fakir olan UİB tüketimi ile NAFLD gelişimi arasındaki patofizyolojik ilişkiyi güncel literatür ışığında incelemeyi amaçlamaktadır.
Literatür taraması sonucunda elde edilen veriler; yüksek UİB alımının insülin direnci ve sistemik inflamasyon üzerinden hepatik steatozu doğrudan tetiklediğini ortaya koymaktadır. Özellikle gıda emülgatörlerinin bağırsak mikrobiyotasını bozarak "bağırsak-karaciğer aksı" üzerinden karaciğer yağlanmasını ilerlettiği dikkat çekmektedir. Bu çalışma, NAFLD yönetiminde sadece kilo kaybına odaklanılmasının yeterli olmadığını, beslenme kalitesinin artırılması ve ultra işlenmiş gıdaların diyetten eliminasyonunun önleyici sağlık politikaları açısından temel bir strateji olması gerektiğini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: NAFLD, Ultra İşlenmiş Besinler, NOVA Sınıflandırması, Beslenme, Hepatik Steatoz.

NON-ALCOHOLIC FATTY LIVER DISEASE (NAFLD) AND ITS ASSOCIATION WITH ULTRA-PROCESSED FOOD CONSUMPTION: A REVIEW

Abstract
The transformation of dietary habits, driven by modern lifestyles and industrial food production, has led to a dramatic increase in the prevalence of chronic metabolic diseases, with rates rising by approximately 30% over the last decade. Non-Alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) has emerged as the most prevalent chronic liver disorder globally. Recent epidemiological evidence suggests that not only total caloric intake but also the degree of food processing specifically "ultra-processed foods" (UPFs) as defined by Monteiro et al. in the NOVA classification plays a critical role in NAFLD pathogenesis. This review aims to examine the pathophysiological relationship between the consumption of UPFs, which are rich in additives, added sugars (especially fructose), and saturated fats, and the development and progression of NAFLD.
Evidence from the literature indicates that high UPF intake triggers hepatic steatosis through insulin resistance and systemic inflammation. Specifically, the disruption of gut microbiota by food emulsifiers appears to accelerate liver adiposity via the "gut-liver axis." This study emphasizes that focusing solely on weight loss in NAFLD management is insufficient; improving dietary quality and eliminating ultra-processed foods should be adopted as a core strategy in preventive health policies.
Keywords: NAFLD, Ultra-Processed Foods, NOVA Classification, Nutrition, Hepatic Steatosis.

GÖRME ENGELLİ İLKÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİ İÇİN YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ DEĞERLER EĞİTİMİ: BİR EYLEM ARAŞTIRMASI ÇALIŞMASI

Özlem AĞGÜL
Atatürk University, Department of Elementary Science Education, Erzurum
Ministry of National Education, Middle School for the Visually Impaired, Erzurum
ORCID:0000-0002-2185-2478
Merve COŞGUN DEMİRDAĞ
Ministry of National Education, Şehit Polis Yalçın Demir Kindergarten, Ağrı
ORCID: 0000-0003-2652-020X

ÖZET
Bu çalışma, görme engelli ilkokul öğrencilerinde yapay zekâ tabanlı değerler eğitimi uygulamasının sonucunda değerler bilinci ve sosyal değer algılarının nasıl değiştiğini incelemektedir. Çalışma, eylem araştırması tasarımını kullanmakta ve süreç odaklı bir müdahale modeline dayanmaktadır. Çalışma grubu, Türkiye'nin doğusundaki bir il merkezine bağlı özel eğitim okulundan seçilen 12 ilkokul ve 18 ortaokul öğrencisi olmak üzere toplam 30 görme engelli öğrenciden oluşmuştur. Öğrencilerin yaşları 9 ile 15 arasında değişmekte olup, ortalama yaş 12,33 (sd=2,044) olarak tespit edilmiştir. Öğrenciler arasında, çeşitli derecelerde görme bozukluğu olan 25 öğrenci ve tamamen kör olan 5 öğrenci vardı. Bu nedenle, çalışma grubunu belirlemek için amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan maksimum çeşitlilik yöntemi kullanıldı.Veri toplama araçları olarak "Değer Bilinci Anketi" ve "Sosyal Değerler Algı Ölçeği" kullanılmıştır. Ayrıca araştırmacılar tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış bir görüşme formu kullanılarak, görme engelli öğrenciler için yürütülen değerler eğitimi süreci hakkındaki görüşler derinlemesine incelenmiştir. Nicel veriler SPSS paketi kullanılarak analiz edilmiştir. Ön test ve son test sonuçları bağımlı gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmış ve bulgular Cohen's d oranı ile desteklenmiştir. Veriler, her iki öğrenci grubunda da önemli bir artış olduğunu göstermiştir ($p<.05$). Nitel veriler içerik analizi kullanılarak değerlendirilmiş ve öğrencilerin uygulama süreciyle ilgili deneyimleri dört alt tema altında incelenmiştir. Bu temalardan biri hikayelerin duygusal etkisiydi; diğerleri ise değerlerle özdeşleşme, yaratıcı üretim süreci ve dijital erişilebilirlikti. Sonuçlar, AI destekli değerler eğitiminin öğrencilerin hem bilişsel hem de duyusal gelişimleri için güçlü bir araç olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, özellikle özel ihtiyaçları olan bireyler için kapsayıcı, kişiselleştirilebilir ve erişilebilir eğitim teknolojilerinin önemini vurgulamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Yapay zekâ, görme engelli öğrenciler, değerler eğitimi, eylem araştırması, kapsayıcı eğitim

ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED VALUES EDUCATION FOR VISUALLY IMPAIRED ELEMENTARY EDUCATION STUDENTS: AN ACTION RESEARCH STUDY

ABSTRACT
This study examines how values awareness and perceptions of social values change as a result of implementing an artificial intelligence-based values education programme for primary school pupils with visual impairments. The study employs an action research design and is based on a process-oriented intervention model. The study group consisted of a total of 30 visually impaired students, including 12 primary school and 18 secondary school students selected from a special education school affiliated with a provincial centre in eastern Turkey. The students' ages ranged from 9 to 15, with an average age of 12.33 (sd=2.044). Among the students, there were 25 students with varying degrees of visual impairment and 5 students who were completely blind. Therefore, the maximum diversity method, one of the purposive

sampling methods, was used to determine the study group. The ‘Value Awareness Questionnaire’ and the ‘Social Values Perception Scale’ were used as data collection tools. Furthermore, a semi-structured interview form developed by the researchers was used to examine in depth the views on the values education process conducted for visually impaired students. Quantitative data were analysed using the SPSS package. Pre-test and post-test results were compared using the dependent groups t-test, and the findings were supported by Cohen's d ratio. The data showed a significant increase in both student groups ($p<.05$). Qualitative data were evaluated using content analysis, and the students' experiences with the implementation process were examined under four sub-themes. One of these themes was the emotional impact of the stories; the others were identification with values, the creative production process, and digital accessibility. The results show that AI-supported values education is a powerful tool for both the cognitive and emotional development of students. This study emphasises the importance of inclusive, personalisable, and accessible educational technologies, especially for individuals with special needs.

Keywords: Artificial intelligence, values education, visually impaired students, action research, inclusive education

1876 NİSAN AYAKLANMASINDA BATAK KÖYÜNDE YAŞANANLAR VE KATLİAM İDDİASI

Tekin Aycan TAŞCI
Erciyes University, Faculty of Literature, Kayseri
ORCID: 0000-0001-6340-035X
Yalçın YEŞİLKAYALI
Erciyes University, Institute of Social Sciences, Kayseri
ORCID: 0009-0009-7951-3100

ÖZET
Bu çalışma, 19. yüzyıl Bulgar milliyetçiliğinin gelişim sürecini, 1876 Nisan Ayaklanması'nın organizasyonunu ve özellikle Batak köyünde yaşanan çatışmaların tarihsel gerçekliğini ve sonrasındaki politik yansımalarını incelemektedir. Bulgar milliyetçiliği, Miroslav Hroch'un tipolojisine uygun olarak kültürel uyanışla başlayıp, eğitim faaliyetleri, Amerikan misyonerlerin çalışmaları ve 1870'te bağımsız Bulgar kilisesinin (Eksarhlık) kurulmasıyla kitlesel bir seferberliğe dönüşmüştür. Rusya'nın desteği ve Bükreş Merkez Komitesi'nin koordinasyonuyla planlanan 1876 Nisan Ayaklanması, bağımsızlık yolundaki en kritik adım olarak kurgulanmıştır.
Ayaklanmanın dördüncü devrim bölgesinde yer alan Batak köyü, stratejik konumu ve lojistik önemi nedeniyle isyanın merkezlerinden biri olarak seçilmiştir. Batak'ta Peter Goranov liderliğinde kurulan yerel komita, köyü adeta bir askeri kampa dönüştürmüş; silah, mühimmat ve erzak depolayarak halkı "Yaşasın Bulgaristan'ın özgürlüğü" sloganıyla isyana hazırlamıştır. Ancak genel ayaklanma planının ihbar edilmesi üzerine olaylar beklenenden erken başlamış, Bataklı isyancılar bölgedeki Türk yöneticilere ve zaptiyelere saldırarak çatışmayı başlatmıştır. İsyancıların bazı Müslümanları öldürmesi ve çevre köylerde yarattığı tehdit üzerine, Ahmet Ağa komutasındaki başıbozuk kuvvetleri isyanı bastırmak üzere harekete geçmiştir.
Çatışmalar sırasında Batak komita liderleri direnişin başarısız olacağını anlayınca mevzilerini terk ederek kaçmış, halk ise savunmasız bir şekilde okul ve kilise gibi binalara sığınmak zorunda kalmıştır. Okul ve kilisede yoğunlaşan çatışmalar sonucunda hem isyancılar hem de sivil halktan kayıplar yaşanmış ve isyan 3 Mayıs itibarıyla Osmanlı kuvvetlerince bastırılmıştır. Olayların ardından ölü sayıları üzerinde büyük bir manipülasyon savaşı yaşanmıştır; İngiliz kaynakları ölü sayısını 5.000, Bulgar tarihçiler 8.000 olarak sunarken, Osmanlı kaynakları bu sayının 1.441 civarında olduğunu rapor etmiştir.
Sonuç olarak Batak olayları, sadece askeri bir çatışma değil, aynı zamanda uluslararası siyasette Osmanlı aleyhine kullanılan bir propaganda aracı olmuştur. Soğuk Savaş döneminde Bulgar Komünist Partisi, bu olayları "Türk boyunduruğu" söylemiyle asimilasyon politikalarını meşrulaştırmak için kullanmışsa da günümüz araştırmaları olayların milliyetçi kurgusunu sorgulayarak insani boyutlarına ve tarihsel gerçeklerine ışık tutmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Osmanlı Devleti, 1876 Nisan Ayaklanması, Batak, Bulgar milliyetçiliği

THE EVENTS IN BATAK VILLAGE DURING THE 1876 APRIL UPRISING AND THE ALLEGATION OF MASSACRE

ABSTRACT
This study examines the development of 19th-century Bulgarian nationalism, the organization of the April Uprising of 1876, and specifically the historical reality of the conflicts in the village of Batak, along with their subsequent political repercussions. Consistent with Miroslav Hroch's typology, Bulgarian nationalism began with a cultural awakening. It evolved into mass mobilization through educational activities, the efforts of American missionaries, and the establishment of the independent Bulgarian Exarchate in 1870. Planned with Russian support

and coordinated by the Bucharest Central Committee, the April Uprising of 1876 was conceived as a crucial step toward independence.

Located in the Fourth Revolutionary District, the village of Batak was selected as a center of the rebellion due to its strategic location and logistical importance. The local committee, established in Batak under the leadership of Peter Goranov, virtually transformed the village into a military camp, stockpiling weapons, ammunition, and provisions, and preparing the population for the uprising with the slogan “Long live the freedom of Bulgaria.” However, following the exposure of the general uprising plan, events commenced earlier than anticipated, and insurgents in Batak initiated the conflict by attacking local Turkish administrators and gendarmes. In response to the killing of Muslims by the insurgents and the threat posed to surrounding villages, bashi-bazouk forces under the command of Ahmet Agha were mobilized to suppress the uprising.

During the hostilities, realizing that the resistance would fail, the committee leaders abandoned their positions. They fled, leaving the defenseless population to seek refuge in buildings such as the school and the church. The intensifying clashes at the school and church resulted in casualties among both the insurgents and civilians, and the uprising was suppressed by Ottoman forces by May 3. In the aftermath of the events, a significant struggle over information manipulation regarding the death toll ensued; while British sources cited 5,000 deaths and Bulgarian historians claimed 8,000, Ottoman sources reported the figure to be approximately 1,441.

Consequently, the Batak events served not merely as a military conflict but also as a propaganda tool employed against the Ottoman Empire in international politics. Although the Bulgarian Communist Party utilized these events during the Cold War to legitimize assimilation policies through the “Turkish yoke” discourse, contemporary research sheds light on the humanitarian dimensions and historical realities of the events by questioning the nationalist narrative.

Keywords: Ottoman Empire, 1876 April Uprising, Batak, Bulgarian nationalism.

SEÇİCİ LAZER ERGİTME YÖNTEMİYLE ÜRETİLMİŞ SAF Ti, Ti6AL4V VE Ag-Ti ALAŞIMLARININ İŞLENMESİ VE PERFORMANSI: BİR DERLEME

Onur ÇOMAKLI
Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Mechanical Engineering, 25000 Erzurum
ORCID: 00000-0002-5792-5317

ÖZET
Seçici Lazer Ergitme (Selective Laser Melting, SLM), karmaşık geometrilere ve özelleştirilmiş özelliklere sahip yüksek performanslı titanyum esaslı malzemelerin üretilmesine olanak sağlayan temel bir eklemeli imalat tekniği olarak öne çıkmaktadır. Bu derleme çalışması, SLM yöntemiyle üretilmiş saf titanyum, Ti–6Al–4V alaşımı ve Ag–Ti esaslı alaşımların kapsamlı ve eleştirel bir değerlendirmesini sunmakta; özellikle proses parametreleri, mikroyapısal evrim ve ortaya çıkan fonksiyonel özellikler arasındaki karşılıklı ilişkiye odaklanmaktadır. Lazer gücü, tarama hızı, tarama aralığı (hatch spacing) ve katman kalınlığının yoğunlaşma davranışı, ergiyik havuzu dinamiği ve kusur oluşumu üzerindeki etkileri sistematik olarak ele alınmaktadır. Saf Ti ve Ti–6Al–4V alaşımlarını yöneten farklı katılaşma karakteristikleri ve faz dönüşüm mekanizmaları incelenmekte; tane morfolojisi, α/β faz dağılımı ve artık gerilme gelişimi açısından ortaya çıkan farklılıklar vurgulanmaktadır.
Ag–Ti alaşımları, geliştirilmiş antibakteriyel özellikleri ve biyomedikal uygulamalardaki potansiyelleri nedeniyle son yıllarda artan bir ilgi görmektedir. Bu bağlamda, gümüş ilavesinin mikroyapısal incelme, mekanik performans ve antimikrobiyal fonksiyonellik üzerindeki etkileri eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmekte; aynı zamanda SLM sürecinde elementel segregasyon, buharlaşma ve proses kararlılığına ilişkin zorluklar tartışılmaktadır. Ayrıca, ısıl işlem ve yüzey modifikasyonu gibi son işlem stratejileri; mekanik dayanım, yorulma direnci ve korozyon davranışının optimize edilmesindeki etkinlikleri açısından gözden geçirilmektedir.
Güncel deneysel bulguların sentezlenmesi ve mevcut sınırlamaların ortaya konulması yoluyla, bu derleme çalışması SLM ile üretilmiş titanyum ve Ag–Ti alaşımlarında yapı–özellik–proses ilişkilerini aydınlatmaktadır. Son olarak, bu malzemelerin havacılık ve biyomedikal uygulamalarda güvenilir biçimde kullanılmasını ilerletmek amacıyla, bileşim tasarımı, yerinde alaşımlama (in-situ alloying) yaklaşımları ve çok fonksiyonlu performans optimizasyonuna odaklanan gelecekteki araştırma yönelimleri önerilmektedir.
Anahtar Kelimeler: Seçici Lazer Ergitme; Saf Ti; Titanyum Alaşımları; Ti–6Al–4V; Ag–Ti Alaşımları

PROCESSING AND PERFORMANCE OF PURE Ti, Ti6AL4V, AND AgTi ALLOYS FABRICATED BY SELECTIVE LASER MELTING: A REVIEW

ABSTRACT
Selective Laser Melting (SLM) has emerged as a key additive manufacturing technique for fabricating high-performance titanium-based materials with complex geometries and tailored properties. This review provides a comprehensive and critical assessment of SLM-processed pure titanium, Ti–6Al–4V alloy, and Ag–Ti-based alloys, with particular emphasis on the interrelationship between process parameters, microstructural evolution, and resulting functional properties. The effects of laser power, scan speed, hatch spacing, and layer thickness on densification behavior, melt pool dynamics, and defect formation are systematically discussed. Distinct solidification characteristics and phase transformation mechanisms governing pure Ti and Ti–6Al–4V are examined, highlighting differences in grain morphology, α/β phase distribution, and residual stress development.
Special attention is given to Ag–Ti alloys, which have recently gained increasing interest due to their enhanced antibacterial activity and potential for biomedical applications. The influence

of silver addition on microstructural refinement, mechanical performance, and antimicrobial functionality is critically evaluated, alongside challenges related to elemental segregation, evaporation, and process stability during SLM. Furthermore, post-processing strategies such as heat treatment and surface modification are reviewed in terms of their effectiveness in optimizing mechanical strength, fatigue resistance, and corrosion behavior.

By synthesizing recent experimental findings and identifying current limitations, this review elucidates key structure–property–process relationships in SLM-fabricated titanium and Ag–Ti alloys. Finally, future research directions are proposed, focusing on compositional design, in-situ alloying approaches, and multi-functional performance optimization to advance the reliable implementation of these materials in aerospace and biomedical applications.

Keywords: Selective Laser Melting; Pure Ti; Titanium Alloys; Ti–6Al–4V; Ag–Ti Alloys

SEÇİCİ LAZER ERGİTME İLE ÜRETİLEN METAL MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN PROSES, MİKROYAPI VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİ: ELEŞTİREL BİR DERLEME

Onur ÇOMAKLI
Erzurum Technical University, Faculty of Engineering and Architecture, Mechanical Engineering, 25000 Erzurum
ORCID: 00000-0002-5792-5317

ÖZET
Seçici Lazer Ergitme (Selective Laser Melting, SLM), metal matrisli kompozit (MMC) malzemelerin üretiminde sunduğu yüksek tasarım serbestliği ve kontrollü mikroyapı oluşumu nedeniyle giderek artan bir ilgi görmektedir. SLM süreci, ısı girdisi ve hızlı katılaşma koşulları üzerindeki hassas kontrol sayesinde, geleneksel yöntemlerle elde edilmesi zor olan güçlendirilmiş ve fonksiyonel kompozit yapıların üretilmesine olanak tanımaktadır. Bu derleme çalışması, SLM yöntemiyle üretilmiş metal matrisli kompozitler üzerine gerçekleştirilen güncel araştırmaları kapsamlı ve eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirmektedir. Çalışmada özellikle alüminyum, titanyum, demir ve nikel esaslı matrislerin; SiC, TiC, Al_2O_3, karbon nanotüp ve grafen gibi seramik ve karbon esaslı takviye fazlarıyla güçlendirilmesine odaklanılmaktadır. Derleme kapsamında, mekanik karıştırma, ön alaşımlı toz kullanımı ve yerinde (in-situ) reaksiyonlara dayalı yaklaşımlar gibi farklı toz hazırlama stratejileri ele alınmakta ve bu yöntemlerin bileşimsel homojenlik ile proses kararlılığı üzerindeki etkileri tartışılmaktadır. Lazer gücü, tarama hızı, enerji yoğunluğu ve tarama stratejisi gibi temel SLM proses parametrelerinin ergiyik havuzu davranışı, takviye fazının bütünlüğü ve matris–takviye arayüz bağlanması üzerindeki rolleri ayrıntılı olarak incelenmektedir. Ayrıca, takviye dağılımı, tane incelmesi, arayüz reaksiyonları ve kusur oluşum mekanizmaları gibi mikroyapısal evrim süreçleri değerlendirilmiştir. Son olarak, SLM ile üretilmiş MMC'lerin sertlik, aşınma direnci, mekanik dayanım ve yüksek sıcaklık performansı gibi özellikleri, proses–mikroyapı–özellik ilişkileri çerçevesinde ele alınmakta; mevcut zorluklar ve gelecekteki araştırma yönelimleri ortaya konulmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Seçici Lazer Ergitme; Metal Matrisli Kompozitler; Eklemeli İmalat; Proses–Mikroyapı–Özellik İlişkileri

PROCESS, MICROSTRUCTURE, AND PERFORMANCE OF METAL MATRIX COMPOSITES FABRICATED BY SELECTIVE LASER MELTING: A CRITICAL REVIEW

ABSTRACT
Selective Laser Melting (SLM) has become an increasingly important additive manufacturing route for the fabrication of metal matrix composites (MMCs), owing to its ability to provide precise control over thermal input, rapid solidification, and microstructural refinement. Through the localized melting of metallic powders and embedded reinforcements, SLM enables the production of composite architectures that are difficult or unattainable using conventional manufacturing techniques. This review critically surveys recent advances in the SLM processing of MMCs, with emphasis on aluminum-, titanium-, iron-, and nickel-based matrices reinforced with ceramic and carbon-derived phases, including SiC, TiC, Al_2O_3, carbon nanotubes, and graphene. The review examines various powder preparation and reinforcement incorporation strategies, such as mechanical blending, pre-alloyed composite powders, and in-situ reaction-based approaches, highlighting their influence on compositional uniformity and process reliability. The role of key SLM processing parameters—namely laser power, scanning speed, energy density, and scan strategy—is analyzed in relation to melt pool stability, reinforcement integrity, and matrix–reinforcement interfacial bonding. Particular attention is

given to microstructural development, including reinforcement dispersion, grain refinement, interfacial reaction products, and defect formation mechanisms. Furthermore, the mechanical and functional performance of SLM-fabricated MMCs, including hardness, wear resistance, tensile strength, and high-temperature stability, is discussed within the framework of processing–microstructure–property relationships. Persistent challenges such as reinforcement agglomeration, poor wettability, thermal mismatch, and cracking susceptibility are identified. Finally, future research directions are outlined, emphasizing in-situ composite synthesis, hybrid reinforcement systems, and functionally graded MMC designs to enhance the applicability of SLM in advanced structural and multifunctional engineering applications.

Keywords: Selective Laser Melting; Metal Matrix Composites; Additive Manufacturing; Processing–Microstructure–Property Relationships

PRECISION LIVESTOCK FARMING IN NIGERIA: CURRENT CHALLENGES AND INNOVATIVE SOLUTIONS

Agwu Ani Ekwe
Department of Animal Health and Production Technology, School of Science and Industrial Technology, Federal Polytechnic Ngodo-Isuochi, Abia State Nigeria.

ABSTRACT
Nigeria's livestock sector plays a critical role in national food security, employment, and rural livelihoods, yet productivity remains limited by inefficient management practices, climate variability, and resource constraints. Precision livestock farming (PLF) offers data-driven approaches to improve animal performance, welfare, and resource-use efficiency; however, its adoption in Nigeria remains low. This study identifies key barriers to PLF implementation and evaluates context-specific strategies to address them. Major constraints include unreliable electricity supply and limited broadband access in pastoral regions, high capital costs of digital sensors and aerial monitoring tools, low digital literacy among smallholder farmers, uncertainties surrounding data ownership, fragmented market structures, and climate-induced stressors affecting both animals and digital infrastructure. Drawing on pilot interventions across Nigeria's agro-ecological zones, the study documents the performance of solar-powered, LoRaWAN-enabled sensor systems for monitoring temperature, humidity, body weight, and animal activity in poultry, cattle, and small ruminants. Locally fabricated, open-source sensor components reduced equipment costs by approximately 30–40%. Multilingual mobile platforms delivering SMS and voice alerts in Hausa, Yoruba, and Igbo enhanced farmer engagement when integrated with extension services and community radio. A farmer-led data cooperative model improved collective data governance and market bargaining capacity. The findings highlight the importance of public–private partnerships involving universities, research institutes, and agri-technology startups, alongside supportive policy instruments, for scaling PLF adoption. The study concludes that targeted infrastructure investment, integration with existing extension systems, and policy alignment to incentivize measurable productivity gains are essential for sustainable PLF deployment in Nigeria and comparable emerging economies.

Keywords: precision livestock farming; Nigeria; solar-powered sensors; digital extension services; climate-smart agriculture

INTRODUCTION OF PROPER USE OF HUMAN RESOURCES IN THE MANAGEMENT OF HETEROGENEOUS LEGAL ENTITIES IN ORDER TO MAKE VALID MANAGEMENT DECISIONS

Slobodan Popović
Faculty of Economics and Industrial Management
Cvećarska 2 Novi Sad, Republic of Serbia
Milan Radaković
Faculty of Sport, University ''Union–Nikola Tesla'', Narodnih heroja 30, New Belgrade, Republic of Serbia
Željko Turčinović
Faculty of Sport, University ''Union–Nikola Tesla'', Narodnih heroja 30, New Belgrade, Republic of Serbia
Aleksandra Brakus
College of Communications, 1000 Belgrade, Serbia
Ivan Pajović
Faculty of Management, University Metropoliten, Belgrade, Serbia
Snježana Đokić
Independent University Banja Luka,
Faculty of Economics Banja Luka, Bosnia and Hercegovina
Zeljko Grublješić
University PIM, Banja Luka. Bosnia and Hercegovina

Abstract: The introduction of proper human resource management requires the application of numerous management methods by top management, but also the application of internal controls as control management mechanisms. This enables the improvement of operations in numerous developing sectors of the economy. This becomes one of the specific ways of improving the work and development of the overall business. Such management can be carried out by implementing and establishing internal control and other control mechanisms. In addition, it is possible to improve the entire process in the management of internal control and other control mechanisms. This is a new form of symbiosis of control of all parts such as human resources and control with the application of technology as a development opportunity, especially for small economies such as the economy of the Republic of Serbia.
Key words: human resources, management, aviation, digitalization, development.

INTRODUCTION

Human resource management in real business is a requirement of top management that needs to be combined with internal controls for better business performance [1-5].

One of the special segments of human resource management is the practical functioning of the human factor in heterogeneous legal entities that strive for development [6-10].

Human resource management is associated with the establishment of management control bodies, i.e. internal controls as a measure of business improvement [11-15].

Human resources are key to the normal functioning of heterogeneous entities that strive for development in an increasingly demanding global market [16-20].

Everything presented should be viewed in relation to the application of innovative technical solutions, especially IT technology, which is necessary for the improvement of the overall observation, which was seen in numerous authors who emphasized the same [21-30].

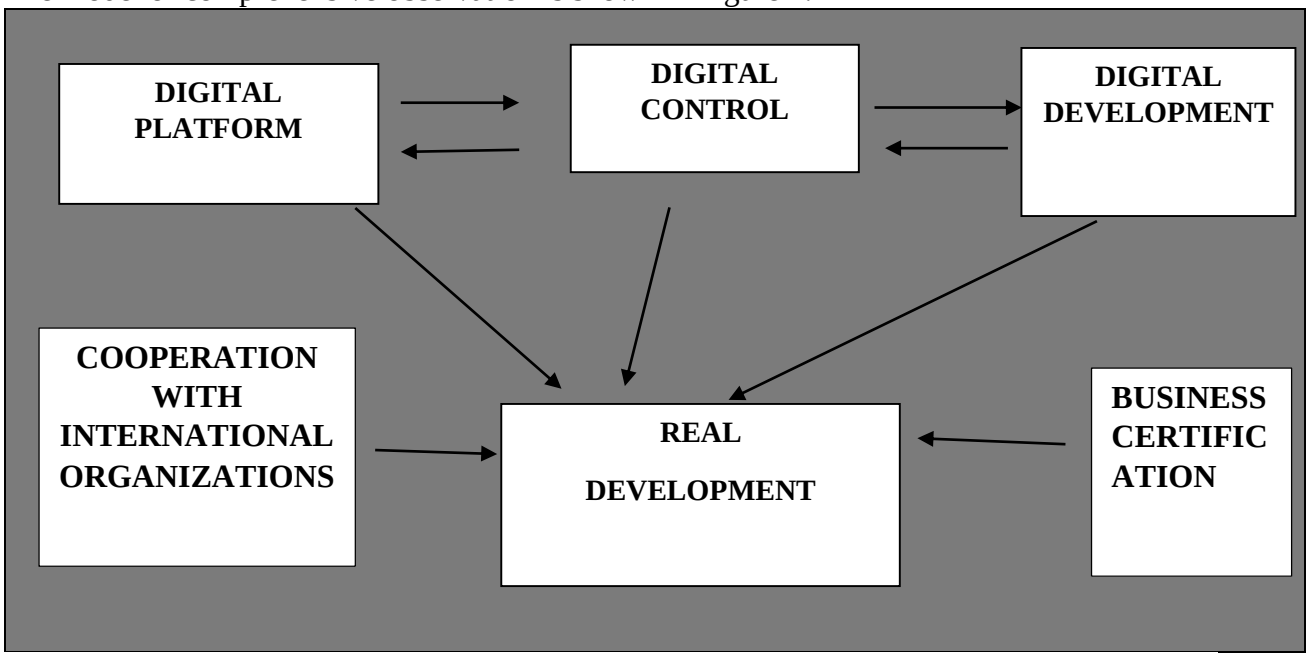
HUMAN RESOURCE MANAGEMENT BY TOP MANAGEMENT

Therefore, human resource management should be viewed as a complete system, which is continuously developed while respecting numerous specificities such as:

- Applications of trained and certified personnel,
- Continuous improvement based on the plans brought by the personnel department of the company,
- Continuous improvement based on the plans brought by the top management,
- Continuous work in organizations that deal with the improvement of staff who perform tasks: internal audit, financial management and control, internal control,
- Cooperation with state authorities,
- Cooperation with international air transport organizations,
- Cooperation with international air traffic control organizations,
- Cooperation with international air traffic and air traffic control certification organizations,
- Cooperation with international organizations to prevent terrorism in aviation.

MODEL OF COMPREHENSIVE OBSERVATION CONTROL FUNCTIONING USING THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF SERBIA

The model of comprehensive observation is shown in Figure 1.



SOURCE, Authors, 2026.

CONCLUSION

The introduction of human resource management requires the application of numerous methods of management action and improvement that enable development. Management that takes into account the improvement of heterogeneous entities represents a development opportunity in numerous sectors of the economy is the first conclusion. This becomes one of the specific ways

of improving work in conjunction with internal controls and internal audits as well as linking human resource management and control can be a development opportunity for numerous activities of small economies such as Serbia, which is the second conclusion of this study. Third, applied management that can be carried out by implementing and establishing internal control and other control mechanisms, which allows for the improvement of the entire management process in terms of development, is the third conclusion of this study.

REFERENCES

[1] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Brakus, A., Radaković, M., Arnautović, I., Samardžić, V., Krstajić, G. & Popović, S. (2024). Financial security and invoicing in management of public enterprises whose founders are local self-government units, example Republic of Serbia, Lex localis-Journal of Local Self-Government, 22:2, 198-218

[2] Popović, S., Laban, B., Vukasović, D., Ivić., M., Popović, V. (2018). Internal and external audit as a factor in improving the management of the Agricultural enterprise, Poljoprivredna tehnika, 4: 8–12.

[3] Lutovac, J. & Popović, S. (2024). Innovative business in the banking system example of the Republic of Serbia, IV. International Architectural Sciences and Applications Symposium Mayıs 30-31, 1-6, Girne

[4] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Popović, D., Brakus, A., Pajović, I., Turčinović, Ž., Radaković, M. & Popović, S. (2024). The significance of real financial reporting of agricultural mechanism in relation to the making of management decisions of individual farms and medium-sized agricultural enterprises, The Journal "Agriculture and Forestry", 71:1, 171-184

[5] Radović, M., Vitomir, J., Laban, B., Jovin, S., Nastić, S., Popović, V. & Popović S. (2019). Management of joint stock companies and farms by using fair value of agricultural equipment in financial statements on the example of IMT 533 Tractor, Economics of Agriculture, 1: 35-50.

[6] Bakmaz, O., Đuranović-Miličić, J., Dugonjić, D, Brakus, A., Gligović, D., Grublješić, Ž. & Popović, S. (2024). Management of non-standard agricultural equipment based on assessments of farm owners and management of healthcare organizations based on common use for patient treatment needs, Poljoprivredna tehnika, ISSN 0544-5587.

[7] Bakmaz, O., Anđelić, S., Dragosavac, M., Grublješić, Ž., Nastić S., Popović, D., Tubić M. & Popović S. (2024). The importance of determining the efficiency of business of agricultural farms in relation to the use of credits in agriculture, the example of the Republic of Serbia, Agricultural Engineering, No. 1, 10-16.

[8] Popović, S., Tošković, J., Majstorović, A., Brkanlić, S. & Katić, A. (2015). The importance of continuous audit of financial statements of the company of countries joining the EU, Annals of the „Constantin Brâncuși" University of Târgu Jiu, Economy Series, Special Issue, 241-246.

[9] Radović, M., Vitomir, J. & Popović, S. (2021). Impact of internal control in enterprises founded by local self-government units: the case of Republic of Serbia, Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, 32(1): 82–90.

[10] Ivaniš., M. & Popović., S. (2013). Altmanov Z-Score model analize, Ekonomija-teorija i praksa br.2, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, 47-62.

[11] Arnautović, I., Davidov, T., Nastić, S. & Popović, S. (2022). Značaj donošenja racionalne poslovne odluke top menadžmenta u poljoprivrednim preduzećima u Republici Srbiji, Poljoprivredna tehnika, 1-8.

[12] Majstorović, A. & Popović, S. (2015). Revizija poslovanja poljoprivrednog preduzeća, Računovodstvo, 1: 77-85.

[13] Tamas-Miškin, S., Vitomir, J., Dragosavac, M., Medan, N., Radaković, M., Vitomir, G., Davidov, T. & Popović, S. (2022). The significance of archiving documentation and assessment quality of archiving financial documentation given by top managers, Economics of Agriculture, Year 69, No. 4, 2022, (pp. 949-1252),

[14] Popović, S., Vitomir, J., Tomaš-Miskin, S., Davidov, T., Nastić., S., Popović, V., Popović, D., Vitomir, G. (2021). The importance of a realistically determined amount of tax on property rights relating to the ownership of agricultural land in the Republic of Serbia adopted by tax authorities of local selfgovernment units, Ekonomika poljoprivrede, Economics of agriculture, Vol.LXVIII, 4: 1029-1042.

[15] Popović, D., Vitomir, J., Tomaš-Miskin, S., Davidov, T., Popović, S., Jovanović, M., Aćimić-Remiković, M., Jovanović, S. (2021). Implementation of internal control with reference to the application of it in companies operating on the principles of the green economy. Agriculture & Forestry, Vol. 67 Issue 2: 261-269.
[16] Majstorović, A., Popović, S., Volf, D. (2015). Theory and politics of balance, second amended and supplemented edition, Novi Sad: Feljton.
[17] Popović, S. (2015). Implementacija heterogenih rizika u radu interne revizije, Revizor 69: 7-19.
[18] Popović, S., Anđelić, S., Dragosavac, M., Bakmaz, O., Nastić, S., Popović, D., Tubić, M. & Grublješić, Ž. (2024). Ocena vlasnika poljoprivrednih gazdinstava po pitanju primene softvera u poslovanju, sa ciljem unapređenja upravljanja, Agricultural Engineering, No. 2, 1-1.
[19] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Jestrović, V., Radaković, M., Davidov, T., Bjelica, B, Brakus, A., Popović, D., (2023). Management of plant production (narcissus l.) Through the application of non-standard growing methods in order to increase the financial value of production, Economics of Agriculture, Year 70, No. 2.
[20] Popović, S., Anđelić, S., Dragosavac, M., Bakmaz, O., Nastić, S., Popović, D., Tubić, M. & Grublješić, Ž. (2024). Ocena vlasnika poljoprivrednih gazdinstava po pitanju primene softvera u poslovanju, sa ciljem unapređenja upravljanja, Agricultural Engineering, No. 2, 1-1.
[21] Lutovac, J., Tomaš-Miskin, S. & Popović, S. (2025). Obtaining loans for energy efficiency depending on the influence of analyzed factors on the decision-making of citizens and small businesses in the Republic of Serbia, International Review (2025No.1-2), pp. 173-181.
[22] Popović, S., Bakmaz, O., Popović, D., Dragosavac, M., Nastić, S., Pajović, I., Majstorović, A., Sredojević, D., Radaković, M. Petković, Z. (2025). Valuation of agricultural land in relation to location of city centers as a factor in the management of mentioned resource, Agriculture & Forestry, Vol. 71, Issue 1: 99-113.
[23] Bakmaz, O., Vukčević, V., Laković, D., Arnautović, I., Nastić, S., Krstajić, G. & Popović, S. (2025). Modern Management of Medium-sized Agricultural Enterprises and Reporting in English on Recent Change, Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management, 8: 1, 1429-1436.
[24] Bakmaz, O.; Eremić - Đođić, J.; Dragosavac, M.; Sredojević, D.; Dejanović, A.; Arnautović, I.; Krstajić, G. & Popović, S. (2025). Financial Management of Small and Medium–sized Farms using State Subsidies, it System of Records for Genetic Resources: Example of Republic of Serbia. *J Agron Technol Eng Manag 8(2)*, 1562-1572.
[25] Bakmaz, O., Đuranović-Miličić, J., Dragosavac, M., Sredojević, D., Gligović, D., Arnautović, I., Krstajić, G., Pajović, I., Popović, S. (2025). Financial Management of IT Systems in Medium-Sized Agricultural Enterprises and Healthcare Institutions in the Republic of Serbia. *J Agron Technol Eng Manag 8(4)*, 1651-1658. DOI: 10.55817/YVXX3119.
[26] Popvić, S., Arnautović, I. & Krstajić, G. (2025). Realistic financial reporting and management of primary health care in Serbia, Trendovi u poslovanju, 25: 1, 107-116, DOI:10.5937/trendpos2501107P
[27] Popović, S., Arnautović, I., Sredojević, D. & Brakus, A. (20225). The importance of implementing financial management, control, and it in public sector operations in the Republic of Serbia, The European Journal of applied economics, 22(2): 70 – 81,
[28] Jovanović, S., Đokić, S. & Popvić, S. (2025). Procurement of agricultural mechanism through IPARD measure-1, and application of marketing in the meaning of explaining the profitability of investments by the advisory service, Poljoprivredna tehnika, 2025, vol. 50, iss. 2, pp. 1-6.
[29] Lutovac, J., Zimonjić, M. & Popvić, S. (2024). Financial reporting within the business of heterogeneous companies as a basis for making valid business decisions, Megatrend revija, 21(2), 1-8.
[30] Sredojević, D., Dragosavac, M. & Popvić, S. (2025). Application of Innovative it Systems to the Overall Development of Business in An Economy Such as The Republic of Serbia, Journal of Sport Industry &Blockchain Technology–2025,2(1), 9-12.

RELIGIOSITY AND CULTURAL DIVERSITY AWARENESS AMONG COLLEGE STUDENTS IN MINDANAO

Iris T. Miranda
Holy Cross of Davao College, Davao City, Philippines
Glenford C. Franca
Aldwin T. Miranda
Southern Philippines Agri-business and Marine and Aquatic School of Technology, Malita, Davao Occidental, Philippines

ABSTRACT

This study explored the link between religiosity and cultural diversity awareness among Filipino college students enrolled in a state college in Mindanao. A descriptive–correlational design was used, with data collected from first to third-year students through adapted and validated survey instruments. These tools measured both religious beliefs and practices, as well as students' awareness and sensitivity toward cultural differences. The findings showed that respondents generally reported a high level of religiosity and a very high level of awareness of cultural diversity. Correlation analysis revealed a significant moderate positive relationship between the two variables, suggesting that students who are more engaged in their faith also tend to demonstrate greater respect and openness toward peers from different cultural backgrounds. The results indicate that religiosity may encourage values such as empathy, moral responsibility, and inclusiveness, which are essential in a multicultural campus environment. The study underscores the constructive role of religious orientation in fostering cultural understanding and harmonious interactions among students. These insights may help higher education institutions design programs that integrate religious formation with multicultural education to promote inclusive campus communities.

Keywords: Religiosity, cultural diversity awareness, Filipino college students

NEEM-BASED BIOFERTILISER AND COW DUNG SUBSTITUTE FOR NPK FERTILISER AND ENHANCE MILLET GROWTH: HOLISTIC IMPACTS ON RHIZOBACTERIAL DIVERSITY AND POPULATION DYNAMICS

Yahaya YUNUSA Riko
Chiang Mai University, Faculty of Agriculture
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-9209-7468
Idris ABUBAKAR
Umaru Musa Yar'adua University, Faculty of Natural and Applied Sciences
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-3398-2341
Yupa CHROMKAEW
Chiang Mai University, Faculty of Agriculture
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-7571-6762

Abstract
Globally, sustainable farming practices, such as biofertilisation and organic farming, are being emphasised due to the environmental impacts of chemical fertilizers and the need to feed the evergrowing population. However, studies that comprehensively evaluate the impacts of specific biofertilisers, organic and chemical fertilizers on rhizobacterial diversity and population dynamics are insufficient, especially in Nigeria. This research evaluates the effects of neem-based biofertilizer (BF), traditional cow dung-based fertiliser (CD), and NPK synthetic fertiliser, collected from NARICT, Kaduna State; Karkarku village, and Katsina metropolis, (both in Katsina State), Nigeria, respectively; on rhizobacterial populations and microbial diversity during millet growth. A randomized block design (RBD) was employed in a greenhouse at the Faculty of Agriculture Annex, UMYU, Katsina State, Nigeria to test millet growth in various mesocosms; with the following treatments: neem-based biofertilizer, cow dung, NPK fertilizer (all applied at standardized rates) and a control (CT) group (no fertilisation). Microbial population assessments were conducted by quantifying rhizobacterial colonies on Yeast Extract Malt Agar; α-diversity was assessed as distinct colony types on YEMA; β-diversity was reported via Simpson's Diversity Index; and γ-diversity was examined across the treatment/control mesocosms. The results indicated that within 1 week, rhizobial counts (CFU) were highest in CD1 ($5.40 \pm 1.41 \times 10^{11}$), followed by BF1 ($4.75 \pm 2.12 \times 10^{11}$), NPK1 ($4.45 \pm 0.71 \times 10^{11}$) and CT1 ($3.10 \pm 1.84 \times 10^{11}$). By 7 weeks, the counts increased overall: CD7 ($7.75 \pm 6.36 \times 10^{11}$) > BF7 ($5.20 \pm 2.88 \times 10^{11}$) > CT7 ($4.85 \pm 2.12 \times 10^{11}$) > NPK7 ($4.70 \pm 1.41 \times 10^{11}$). The α-diversity results mirrored abundance trends (CD1: 6.50 ± 0.71 → CD7: 7.00 ± 1.42; BF1: 4.50 ± 0.71 → BF7: 5.50 ± 0.71). Simpson indices indicated that the highest diversity was found in the CD treatments (CD1: 0.79 ± 0.01; CD7: 0.75 ± 0.06) with modest declines over time. On the other hand, NPK treatments consistently showed the lowest diversity. Additionally, boxplots of γ-diversity indicated that BF had the greatest overall community diversity, while NPK had the lowest. Preliminary results from the millet growth assessment assays indicated that the cowdung treatment elicited the highest shoot length and stem girth, followed by NPK fertiliser, however, the biofertiliser acheived similar ($p = 0.58$) growth parameters compared to the NPK fertiliser. The study concludes that CD produced the largest increases in rhizobacterial abundance and α/β diversity over seven weeks, while the neem-based biofertiliser supported the highest community (γ) diversity. These results suggest that organic amendments—particularly CD and BF—can successfuly replace NPK and encourage richer rhizobacterial communities, with potential benefits for soil health and crop-supporting functions. Further longitudinal and metagenomic studies are recommended to unravel the link between rhizobacterial community shifts and millet yield, towards sustainable millet production in Nigeria and globally.

Keywords: Biofertilisers, bacterial diversity, cow dung, millet, plant growth-promoting rhizobacteria.

HYDROGEN STORAGE TECHNOLOGIES: A COMPREHENSIVE REVIEW OF SAFETY, CHALLENGES, AND FUTURE PERSPECTIVES

BOUDRAHAM Salima
MABROUKI Jamal
AIT OUJALLAL Ilham
ABROUKI Younes
Laboratory of Spectroscopy, Molecular Modeling, Materials, Nanomaterials, Water and Environment, CERNE2D, Mohammed V University in Rabat, Faculty of Science, Morocco

Abstract
Hydrogen energy has gained recognition as a clean and sustainable solution with the potential to address future global energy needs. The generation of this energy is possible from a variety of resources, including biomass, fossil based feedstocks, waste streams, and renewable sources such as solar and wind energy. This review provides a detailed assessment of existing hydrogen storage technologies, highlighting their respective strengths and limitations with respect to storage density, efficiency, economic feasibility, and safety. As safety concerns persist as a primary impediment to the widespread implementation of hydrogen as an energy carrier, particular emphasis is placed on the safety performance of diverse storage methodologies. Furthermore, the paper discusses the key challenges and emerging opportunities associated with the advancement and commercialization of hydrogen storage systems. These opportunities and challenges include the development of innovative materials, improved system integration, and the enhancement of public awareness and acceptance. The review's conclusions offer directions for future research and development to support the transition of hydrogen storage technologies from laboratory-scale concepts to commercially viable solutions.
Keywords: Hydrogen energy, Hydrogen storage, Sustainable energy, Storage technologies.

SCIENCE, INNOVATION, AND GLOBAL TRANSFORMATION

MSc.Selvije Lajqi
ORCID record is https://orcid.org/0009-0001-8777-7028
Faculty of Management in Tourism, Hospitality and Environment, University "Haxhi Zeka"Pejë UÇK 30000, Pejë, Kosovo
Soreja Adzajlic, Florinda Vokshi,
Faculty of Business in Technology and Economy, University "Haxhi Zeka" Pejë, UÇK 30000, Pejë, Kosovo

Abstract
In a rapidly changing and developing era, science and innovation are the two forces driving global transformation. This study examines the impact of science and innovation in addressing global challenges such as climate change, poverty, pollution, and energy insecurity. Science and new technologies offer tremendous opportunities for societal progress and sustainable development, but they also bring various risks, such as technological inequality and the growing digital divide between developed and developing countries. The aim of this research is to analyse the opportunities and risks emerging from the development of science and innovation and to explore how these advancements can be managed to ensure sustainable and equitable development for all. The methodology used is an interdisciplinary approach, which includes the analysis of scientific literature and primary data, as well as conducting surveys and interviews with experts from various fields. Additionally, case studies have been utilized to evaluate the impact of innovation and science at both global and local levels. The results of the research reveal significant advancements in areas such as technology, healthcare, and energy. However, they also highlight some challenges and risks, including the technological divide between developed and developing countries, and the potential impact on digital unemployment and economic inequality. The discussion emphasizes that managing these developments requires international cooperation and a sustainable legal and ethical framework that enables the use of technologies for the common good. In conclusion, this study suggests the development of sustainable policies, strengthening international cooperation, and promoting digital education to ensure equal benefits from scientific and technological advancements.
Keywords: Science, innovation, global transformation, technology, sustainability, management, digital unemployment, poverty, sustainable energy, international cooperation, sustainable development, ethics, international regulation, artificial intelligence.

ELİT KADIN FUTBOLCULARDA VÜCUT KOMPOZİSYONU BELİRLENMESİNDE BİYOELEKTRİK EMPEDANS ANALİZİ VE SKİNFOLD ÖLÇÜMÜ DEĞERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Selin ÇETİNSÖZ
Marmara University, Institute of Health Sciences, Department of Physical Education and Sports, 34865 Dragos, İstanbul
ORCID: 0009-0004-1840-2937
Doç.Dr. İnci Banu AYÇA
Marmara University, Faculty of Sports Sciences, Department of Sports Health Sciences, 34815 Anadoluhisarı, İstanbul
ORCID: 0000- 0001-9683- 3813

ÖZET
Bu çalışma, elit kadın futbolcularda vücut kompozisyonunun belirlenmesinde biyoelektrik empedans analizi (BIA) ile 7 bölge deri kıvrım kalınlığı (skinfold) yöntemlerinden elde edilen vücut yağ oranı (VYO) değerlerini karşılaştırmak, yöntemler arası ilişki ve uyumu incelemek amacıyla yürütülmüştür. İstanbul'da yaşayan, 16–40 yaş aralığında, aktif olarak elit düzeyde futbol oynayan 20 kadın sporcu çalışmaya dâhil edilmiştir. Aynı bireylerde iki zaman noktasında (ilk–son) BIA ile kilo, iskelet kas ağırlığı, vücut yağ ağırlığı, VYO (%) ve toplam vücut suyu ölçülmüş; skinfold ölçümleri triceps, subskapular, chest, midaxillary, abdominal, suprailiac ve thigh bölgelerinden alınarak 7 bölge verisinden VYO (%) hesaplanmıştır. Veriler SPSS ile analiz edilmiş, normallik Shapiro–Wilk testiyle değerlendirilmiş; uygun değişkenlerde eşleştirilmiş t-testi, uygun olmayanlarda Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. BIA ve skinfold VYO arasındaki ilişki Pearson korelasyonuyla, yöntemler arası uyum Bland–Altman analiziyle değerlendirilmiştir ($p<0,05$). Sonuçlarda kilo değişimi anlamlı değilken ($p=0,732$), iskelet kas ağırlığı anlamlı artmış ($\Delta=0,595$ kg; $p=0,001$), vücut yağ ağırlığı ve BIA'ya göre VYO anlamlı azalmıştır (sırasıyla $p=0,010$ ve $p=0,001$). Skinfold bölgelerinde subskapular, abdominal, suprailiac ve midaxillary ölçümlerinde anlamlı düşüşler saptanmış; triceps azalışı anlamlı, chest ve thigh değişimi anlamlı bulunmamıştır. BIA ve 7 bölge skinfold VYO arasında ilk ve son ölçümde güçlü pozitif korelasyon görülmüş ($r\approx0,87$; $p=0,001$), ancak değişim skorları arasında ilişki anlamlı değildir ($p=0,101$). Bland–Altman analizinde bias'ın negatif olması, BIA'nın skinfold'a göre VYO'yu ortalama daha düşük tahmin ettiğini göstermiştir.
Anahtar Kelimeler: Kadın Futbolu, Vücut Kompozisyonu, Biyoelektrik Empedans Analizi, Skinfold

COMPARISON OF BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS AND SKINFOLD MEASUREMENT VALUES IN DETERMINING BODY COMPOSITION IN ELITE FEMALE FOOTBALLERS

ABSTRACT
This study aimed to compare body fat percentage (BF%) estimates obtained by bioelectrical impedance analysis (BIA) and a 7-site skinfold method in elite female football players, and to examine the relationship and agreement between the two methods. Twenty elite female athletes (16–40 years) living in Istanbul and training regularly without acute injury or health conditions affecting measurements participated voluntarily. Anthropometric measurements were collected under standardized conditions. BIA was used at two time points (pre–post) to assess body mass, skeletal muscle mass, fat mass, body fat percentage, and total body water. Skinfold thickness was measured (mm) at seven sites (triceps, subscapular, chest, midaxillary, abdominal, suprailiac, thigh) and used to calculate BF%. Normality was evaluated with the Shapiro–Wilk test; paired-samples t-test or Wilcoxon signed-rank test was applied accordingly. Associations

between BIA BF% and skinfold BF% were examined using Pearson correlation, and agreement was evaluated with Bland–Altman analysis ($p<0.05$). Body mass did not change significantly ($p=0.732$). Skeletal muscle mass increased significantly ($\Delta=0.595$ kg; $p=0.001$), while fat mass ($\Delta=-0.385$ kg; $p=0.010$) and BIA BF% ($\Delta=-0.771$; $p=0.001$) decreased significantly. Several skinfold sites showed significant reductions (subscapular, abdominal, suprailiac, midaxillary; $p\leq0.002$), and triceps decreased significantly by Wilcoxon test ($p=0.007$), whereas chest and thigh did not change significantly. BIA and skinfold BF% were strongly correlated at both pre ($r=0.870$; $p=0.001$) and post ($r=0.871$; $p=0.001$) assessments, but changes in BF% were not significantly correlated ($p=0.101$). Bland–Altman results showed negative bias at both time points ($\approx$ -2.15 to -2.32), indicating that BIA tended to underestimate BF% compared with the 7-site skinfold method.

Keywords: Female Football, Body Composition, Bioelectrical İmpedance Analysis, Skinfold

EFFECT OF *OCIMUM BASILICUM* EXTRACT ON THE PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF POSTHARVEST TOMATO"

Houari Fatima Zohra
Ecole national d'Agronomie de Mostaganem.
Mechaala Sara
University of Batna
Houari Hakimc
University of Oran
Yahia khelaf
Laboratory of Biology, Environment and Health, Department of Cellular and Molecular Biology, Faculty of Natural Science and Life, El Oued University, El Oued, Algeria

Abstract
Natural plant extracts are gaining attention as sustainable alternatives to synthetic preservatives for maintaining postharvest fruit quality. This study evaluates the antioxidant, antimicrobial, and preservative properties of an aqueous extract of *Ocimum basilicum* (basil) in the postharvest treatment of tomato (*Solanum lycopersicum*). The basil extract demonstrated strong antioxidant capacity (IC_{50} = 2 mg/mL) and contained high levels of total polyphenols (432 mg GAE/mL) and flavonoids (45 mg QE/mL), confirming its bioactive potential. Antimicrobial assays revealed pronounced antifungal activity, while no inhibition was observed against bacterial strains. Application of the extract to tomato fruits effectively maintained key physicochemical attributes pH, titratable acidity, firmness, and weight throughout storage. These findings suggest that basil-derived bioactive compounds not only provide antioxidant and antifungal protection but also help preserve the chemical and physical quality of tomatoes postharvest, highlighting their potential in food preservation and nutritional health.
Keywords: *Ocimum basilicum*, postharvest tomato quality, physicochemical attributes

ACTINOBACTERIA-DERIVED BIOACTIVE MOLECULES FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT OF PHYTOPATHOGENIC BACTERIA

Fedwa BEGHDADI
El-Hadj DRICHE
Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of Natural Sciences and Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

Abstract

Actinobacteria represent a major group of Gram-positive bacteria widely distributed in soil, rhizosphere, and diverse ecological niches. They are well known for their remarkable ability to produce a wide range of bioactive molecules, including antibiotics, enzymes, and secondary metabolites with significant agricultural and biotechnological value. In recent years, increasing attention has been given to their role in sustainable agriculture, particularly in controlling phytopathogenic bacteria that cause serious crop diseases and yield losses worldwide.

The use of Actinobacteria in biological control offers an environmentally friendly alternative to chemical pesticides, reducing negative impacts on ecosystems and human health. These microorganisms suppress plant pathogens through multiple mechanisms such as antibiosis, competition for nutrients and space, production of volatile compounds, and induction of plant defense responses. Understanding the kinetics of Actinobacterial growth and metabolite production is crucial for enhancing their biocontrol efficiency and practical application.

Kinetic studies allow the identification of optimal growth phases associated with maximum production of bioactive molecules, facilitating their large-scale exploitation. Moreover, the isolation and characterization of novel Actinobacterial strains contribute to the discovery of new bioactive compounds capable of inhibiting emerging and resistant phytopathogenic bacteria. Advances in microbiological, biochemical, and kinetic analyses provide valuable insights into improving formulation, stability, and field performance of Actinobacteria-based bioproducts.

In conclusion, Actinobacteria play a key role in the development of sustainable plant disease management strategies. Their integration into biological control programs, supported by kinetic and molecular studies, represents a promising approach for reducing chemical inputs while ensuring effective protection of agricultural crops.

Keywords: Actinobacteria; phytopathogenic bacteria; biological control; kinetics; bioactive molecules.

ACTINOMYCETES FROM SAHARAN SOILS AS BIOLOGICAL INHIBITORS OF PHYTOPATHOGENIC FUNGI

Fedwa BEGHDADI
El-Hadj DRICHE
Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of Natural Sciences and Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

Abstract
Actinomycetes are a diverse group of soil-dwelling microorganisms known for their exceptional metabolic versatility and ability to produce antimicrobial compounds. Saharan soils, characterized by extreme environmental conditions such as aridity, high temperatures, and nutrient scarcity, represent an underexplored reservoir of actinomycetes with unique adaptive and biological properties. These extremophilic microorganisms are often associated with the production of novel secondary metabolites that may contribute to their survival and ecological competitiveness.
Phytopathogenic fungi are among the most destructive plant pathogens, causing significant crop losses worldwide. The extensive use of chemical fungicides to control these pathogens has raised serious environmental and health concerns, emphasizing the need for sustainable alternatives. In this context, actinomycetes isolated from Saharan soils offer promising potential as biological control agents. Their antagonistic activity against phytopathogenic fungi is mainly attributed to the production of antifungal antibiotics, hydrolytic enzymes, and volatile organic compounds.
In vitro inhibition assays have demonstrated that several Saharan actinomycete strains significantly reduce fungal mycelial growth, indicating strong antifungal potential. The observed inhibition suggests interference with fungal cell wall synthesis, membrane integrity, or metabolic processes. Moreover, the harsh ecological conditions of Saharan soils may stimulate the biosynthesis of uncommon bioactive compounds with enhanced inhibitory activity.
In conclusion, Saharan soil-derived actinomycetes constitute a valuable microbial resource for the biological inhibition of phytopathogenic fungi. Their exploitation could contribute to the development of eco-friendly biocontrol strategies aimed at sustainable crop protection and reduced reliance on chemical fungicides.
Keywords: Actinomycetes; Saharan soil; phytopathogenic fungi; inhibition; biological control

BIOACTIVE MOLECULES EXTRACTED FROM ACTINOMYCETES USING DICHLOROMETHANE AGAINST ERWINIA-KP.

Fedwa BEGHDADI
El-Hadj DRICHE
Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of Natural Sciences and Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

Abstract
Actinomycetes are widely recognized for their ability to synthesize a broad spectrum of bioactive molecules with antibacterial properties. These microorganisms play a crucial role in the search for natural alternatives to chemical pesticides, particularly in the control of phytopathogenic bacteria such as Erwinia spp., which cause economically important plant diseases including soft rot and fire blight.
The extraction of secondary metabolites is a key step in evaluating their biological activity. In this study, dichloromethane was employed as an organic solvent to extract bioactive compounds produced by selected actinomycete strains following fermentation. This solvent is especially effective in recovering semi-polar and non-polar metabolites, which are often responsible for antimicrobial activity.
The dichloromethane extracts were assessed for antibacterial activity against Erwinia spp. using in vitro bioassays. The results revealed a significant inhibition of bacterial growth, indicating the presence of potent antibacterial compounds. The level of activity varied depending on the actinomycete strain and extraction efficiency, highlighting the importance of strain selection and extraction conditions.
These findings suggest that dichloromethane-extracted metabolites may disrupt bacterial cell membranes or interfere with essential metabolic pathways. Overall, actinomycetes represent a promising source of natural antibacterial agents, and solvent-based extraction approaches facilitate the identification and characterization of novel bioactive molecules.
Keywords: Actinomycetes; bioactive molecules; dichloromethane extraction; Erwinia; antibacterial activity.

ACTINOBACTERIA-MEDIATED INHIBITION OF ALTERNARIA SPP. AND ASSOCIATED MYCOTOXINS

Fedwa BEGHDADI
El-Hadj DRICHE
Laboratory of Molecular Biology, Genomics and Bioinformatics (LBMGB), Faculty of Natural Sciences and Life (SNV), Hassiba Benbouali University of Chlef, Hay Salem, 02000 Chlef, Algeria.

Abstract
Actinobacteria are a group of filamentous bacteria extensively studied for their capacity to produce secondary metabolites with strong antimicrobial activity. Their application in the biological control of phytopathogenic fungi, particularly Alternaria spp., has gained increasing attention due to the serious agricultural and food safety issues associated with these pathogens. Alternaria species infect a wide range of crops and are known producers of harmful mycotoxins that pose risks to human and animal health.
Conventional control of Alternaria relies heavily on chemical fungicides, which may lead to environmental contamination and the emergence of resistant fungal strains. Actinobacteria offer an eco-friendly alternative through multiple antagonistic mechanisms, including antibiosis, enzymatic degradation of fungal cell walls, and competition for nutrients and space.
In vitro inhibition assays demonstrate that several actinobacterial strains significantly suppress the mycelial growth of Alternaria spp. In addition to growth inhibition, a marked reduction in mycotoxin production has been observed, suggesting that actinobacteria may interfere with fungal secondary metabolism. This dual inhibitory effect enhances their potential application in crop protection and food safety management.
In conclusion, actinobacteria represent a promising biological tool for controlling Alternaria infections and reducing mycotoxin contamination. Their integration into plant disease management strategies could contribute to sustainable agriculture and safer food production.
Keywords: Actinobacteria; Alternaria; mycotoxins; inhibition; biological control

MUHAMMED ABDUH'UN TASVİR YASAĞINA BAKIŞI: KLASİK FIKIH DOKTRİNİYLE MUKAYESELİ BİR ANALİZ

Selman Gündüz
Necmettin Erbakan Üniversity, Faculty of Theology, Departmend of Basic İslamic Sciences, Meram, Konya, 42090
ORCİD: 0000-0002-6135-7711

ÖZET
19. yüzyıla damgasını vuran Muhammed Abduh, İslam dünyasının karşı karşıya kaldığı sömürgecilik, fakirlik ve üretimsizlik gibi krizlere karşı çözüm yolları geliştiren, eylem ile teoriyi birleştirmiş bir mütefekkirdir. Müslümanların içine düştüğü tıkanıklığı aşmak adına dinî, siyasî ve dilsel alanlarda kapsamlı bir toplum ıslahını savunan Abduh, düşünce dünyasında aklı nassın (vahyin) aydınlatıcı bir rehberi olarak konumlandırır. Bu yönüyle o, dini asıl kaynaklarına döndürmeyi hedefleyen "Selefi" kimliği ile modern ilmin verilerini önemseyen "Modernist" kimliğini sentezleyen özgün bir figürdür.
Bu çalışmanın amacı, Abduh'un görsel sanatların şer'î hükmüne dair görüşlerini tespit etmek ve bu yaklaşımların yerleşik fıkıh anlayışıyla ne ölçüde uyum gösterdiğini ortaya koymaktır. Araştırma kapsamında, Abduh'un resim ve tasvirin meşruiyetine dair sunduğu perspektif, geleneksel fıkıh mirasıyla mukayeseli bir şekilde ele alınmıştır. Çalışmanın temel kaynağını, Muhammed Imâra tarafından derlenen ve Abduh'un tüm yazılarını, mektuplarını ve biyografik verilerini içeren el-Âmâlu'l-kâmile adlı külliyat oluşturmaktadır. Ayrıca düşünürün Sicilya seyahati izlenimleri, onun sanat algısını anlamada kilit bir rol oynamaktadır.
Araştırma sonucunda ulaşılan bulgular, Abduh'un resim sanatını "görülen şiir" olarak tanımladığını ve onu insanî duyguları yansıtan faydalı bir bilgi aracı olarak gördüğünü ortaya koymaktadır. Geleneksel fıkıh mezheplerinin genel yasakçı tutumunun aksine Abduh, tasvir yasağına dair rivayetlerin putperestliğe geri dönüş tehlikesinin bulunduğu erken döneme mahsus "geçici" bir hüküm olduğunu savunur. Ona göre, şirk tehlikesinin bertaraf edildiği modern çağda, tasvir yapmak haddizatında caizdir. Abduh, yasağın illetini "yaratmada Allah ile boy ölçüşmek" olarak değil, "putperestliğe benzemek" olarak yorumlayarak klasik içtihatlardan ayrılır. Sonuç olarak, Abduh'un bu yaklaşımları klasik fıkıh içindeki Tahâvî gibi esnek kanatlarla paralellik arz etmekte ve günümüz İslam hukuku kurumlarının görsel sanatlara dair verdiği modern hükümlere tarihsel bir öncülük etmektedir.
Anahtar Kelimeler: Muhammed Abduh, Resim Sanatı, Tasvir Yasağı, Tecdit, Klasik Fıkıh,

MUHAMMAD ABDUH'S PERSPECTIVE ON THE PROHIBITION OF IMAGERY: A COMPARATIVE ANALYSIS WITH CLASSICAL FIQH DOCTRINE

ABSTRACT
Muhammad Abduh, who left his mark on the 19th century, was a thinker who developed solutions to crises such as colonialism, poverty, and underdevelopment facing the Islamic world, combining action with theory. Advocating comprehensive social reform in the religious, political, and linguistic spheres to overcome the stagnation Muslims had fallen into, Abduh positioned reason as an illuminating guide to divine revelation in the world of thought. In this respect, he is a unique figure who synthesizes the "Salafi" identity, which aims to return religion to its original sources, with the "Modernist" identity, which values the data of modern science. The aim of this study is to identify Abduh's views on the legal ruling of visual arts and to reveal the extent to which these approaches are consistent with the established understanding of fiqh. Within the scope of the research, Abduh's perspective on the legitimacy of painting and depiction is examined in comparison with the traditional fiqh heritage. The primary source of the study is the collection entitled el-Âmâlu'l-kâmile, compiled by Muhammad Imâra, which

contains all of Abduh's writings, letters, and biographical data. Furthermore, the thinker's impressions of his trip to Sicily play a key role in understanding his perception of art.
The findings of the research reveal that Abduh defined the art of painting as “visible poetry” and viewed it as a useful tool for conveying human emotions. Contrary to the generally prohibitive stance of traditional fiqh schools, Abduh argues that the narrations concerning the prohibition of depiction are a “temporary” ruling specific to the early period when there was a danger of returning to idolatry. According to him, in the modern era, where the danger of shirk has been eliminated, depiction is in fact permissible. Abduh diverges from classical jurisprudence by interpreting the reason for the prohibition not as “competing with Allah in creation” but as “resembling idolatry.” Consequently, Abduh's approach parallels the flexible wing of classical jurisprudence, such as that of Tahâwî, and provides historical precedent for the modern rulings on visual arts issued by contemporary Islamic legal institutions.
Keywords: Muhammad Abduh, Visual Arts, Prohibition of Imagery, Reform, Classical Islamic Law

IMPLEMENTATION OF A LIGHT-BASED SOLAR PANEL TRACKING SYSTEM USING ARDUINO

Akinleye, Abiodun Olamilekan
Department of Computer Engineering, School of Engineering, Federal Polytechnic, Ilaro.
Ogun State, Nigeria
ORCID: 0009-0004-2939-5066
Adaramola, Ojo Jayeola
Department of Computer Engineering, School of Engineering, Federal Polytechnic Ilaro,
Ogun State, Nigeria.
ORCID NO:0000-0002-2959-0361

ABSTRACT
Increasing popularity of using solar power as an alternative to fossil fuels has been the increasing trend and the requirement to use solar power due to its clean and sustainable quality. The fixed solar panels are however ineffective in nature, that is, they are not always able to follow the rotation of the sun across the sky. This paper is a design, simulation and assessment of solar tracking solar panel system using Arduino so as to enhance efficiency in harvesting and transformation of solar energy. The system has light sensors in the form of light-dependent resistors (LDRs) and a servo motor that adjusts the location of the solar panel in accordance with the real-time sunlight intensity. In order to observe the behavior of the design, it was simulated with the assistance of the Proteus program when the code in the Arduino environment was translated to a HEX file and uploaded to the ATmega microcontroller. The results of the simulation showed that the panel kept on rotating about the brighter light source which justifies the accuracy and sensitivity of the system. In the example, in which both the LDRs had been exposed to the same amount of light the servo motor remained in rest, this implies the panel was perfectly facing the sun. Analogous scrutiny as literature fixed system points out that further enhancement of solar energy efficiency of 8-36 can be attained by the aid of such a tracking mechanism because of environmental factors and designing factors. Within the context of the present project, the idea to implement in the Arduino technology to carry out the low-cost, energy-efficient and automatic solar tracking system turns out to be feasible. It is inexpensive and adaptable, and thus it can be used in small scale use particularly in rural and developing regions where the power is yet to be stabilized. The proposed model provides a foundation of the new research about dual-axis tracking, Internet of Things, and large-scale implementation aiming to simplify the creation of renewable energy and make the future of energy sustainable.
Keywords: Arduino, ATmega328P, Solar Tracking, Light Dependent Resistor (LDR), Proteus Simulation, Renewable Energy.

Introduction
The energy market is experiencing increasing tensions, with the world exhausting all its fossil reserves, oil prices increasing, particularly among the rural population, and pollution and greenhouse emission are imposing negative impacts on the environment (Mounika et al., 2022; Kumba et al., 2024). Fossil fuel has negatively affected the cost of powering electricity as well as causing air and water pollution in Nigeria and other countries that have biological and horrific environmental and health effects. These dilemmas have heightened the sustainability issue in the world and a renewable energy seems to be the best alternative. Solar energy is the simplest, most nonpolluting and amiable of all renewables and its potential to generate power is unlimited. Photovoltaic (PV) systems operate inverters that transform the direct current (DC) into alternating current (AC) electricity, and according one of them, solar energy is stored in the form of direct current (DC) (Kumba et al., 2024).

The previous ten years have been marked by tremendous expansion in solar energy. The global installed capacity in the PV category was projected to just be 1.42 terawatts (TW) (a 32-percent increase since 2022, and 86 percent of the installed renewable power capacity) at the end of 2023 (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2024). In 2023, overall solar PV had increased to 320 terawatt-hours (TWh), equivalent to 25 percent of the level of 2022, and 5.4 percent of all electricity produced in the world (International Energy Agency [IEA], 2024). It can be explained by the trends that the solar energy is among the most rapidly developing and the least expensive sources of energy worldwide.

The development of solar tracking systems (STS) was done to swing the panels in accordance with the sun to enhance the performance of the PV systems. This reduces the loss due to the cosine-angles and maximizes power output of the solar systems. The technology has gained popularity and has gone viral especially in mass usage. In the United States, 94 percent of utility-scale PV installations have a single-axis tracker installed as of 2022 (Reuters, 2024). It increased the tractor deliveries between 2022 (73 GW) and 2023 (94 GW) and will work up to 111 GW in 2024 across the globe (Wikipedia, 2025). Such innovation is the one that is aligned with the intuition of having the technology bring down to the Levelized Cost of Energy (LCoE) and solar energy to be cost-effective (Kumba et al., 2024).

This project intends ahead to create and develop a photovoltaic efficiency project through application of solar tracker, on the basis of utilization of a microcontroller board. It uses light dependent resistors (LDRs) to detect the amount of sunlight available, and servo-motor to move the panels so that they will be in positions to facing the sun with the optimal positioning. Other researchers have proved these methods to be effective and have a potential to impact the production of energy with the help of Arduino-powered solar trackers (Halim et al., 2022; Mounika et al., 2022). It involves the design and testing of single axis tracking system, and testing performance of this system is compared to the other system but on this one it is a fixed panel delay to what extent the system can be improved.

The relevance of the work is that not only does solar tracking prove more efficient as long as the panels are concerned, but the entire world can be put to rest using fossil fuel and the cost of electricity can be minimized not to mention the fact that it leads to the promotion of environmental friendliness. The establishment of such systems in some developing economies such as Nigeria, would also assist in the establishment of jobs, the provision of more access to the rural communities in terms of energy and also create more job security. Implementation of an efficient and cost-effective tracking technology is a milestone achievement in realizing a cleaner and more sustainable energy future as the solar industry expands further all over the world with more than a terawatt of installed capacity and ever-increasing growth curve (IRENA, 2024; IEA, 2024).

Related Work

A number of researches have been carried out to optimize solar tracking systems in developing and designing various systems. The solar tracker with IoT tracking device Said, Jumaat, and Jawa (2020) created is also built on Arduino. They put in place the solar panels with solid-state LDR accusers and servo motors to maintain the position of the panel on the sun, and they found produced 8 percent to 25 percent more energy than fixed panels. The design, even though it was rated more efficient, the authors themselves indicated that there was need to do more tests in different weather conditions before this design, which they indicated to be scalable over long lasting period of time, could be adopted. In a similar fashion, Mishra, Gupta and Mehendale

(2023) have proposed a two axis tracker that is cost effective (Arduino-based) and could be confirmed in LabVIEW. They were able to generate up to 36.26 per cent of power over and above that of fixed solar panels which had been reported and hence the fact that this system is comparably low in price as well as installation costs are not expensive. Nonetheless, experiments have mostly been conducted in the controlled setting, other than in the field setting and the question of stability and large scale integration of systems remains.

.

Another form of a dual-axis solar tracking system was developed by Imthiyas, Prakash, Vijay, Abraham and Kumar (2020) which transformed the non-portable solar panels into tilting modules to enhance the amount of light retrieved. LDR sensors, a stepper motor and an Atmega microcontroller were used to show that there was an increase in the voltage at the output with variations in the climatic conditions. Even though it was effective it could only be done on small application and not on the energy consumption of the motor system. In a different area, Ali et al. (2021) developed a time foundation two axis sun tracker apparatus which employed LDR detectors, a gear engine, and real-time clock IC in order to convert it to daily re-setting. They showed how their system could maximize the panel orientation to the changes in time by seasonal variations but the performance in their experiment was not given in an evaluative manner in terms of efficiency improvement and failed to determine the adaptable ability to uncertain weather.

Baouche et al. (2022) created a hybrid solar tracking system, and united the cyclic and the active algorithm to make it more efficient in the different weather conditions. Their system employing Arduino controllers, LDRs and simulation in MATLAB-Simulink affirmed the increment in energy harvesting relative to distinct methods and like monitoring the weather too. This was however, more of a simulation study and the viability of the study on the practical level should be supported through large scale validation. Awashthi and colleagues (2020) also published the review of active and passive systems of solar tracking. Their results indicated that the passive systems that featured gas actuators or memory alloys enhanced the efficiency modestly and the trackers that were driven by sensors reduced by twenty and even thirty the energy the motionless panels consumed. It was however, more of a theoretical study, which did not provide empirical validation and cost benefit analysis of practical applications. Taken together, these two demonstrate that solar tracking systems are undoubtedly more efficient than fixed panels whose gains are between 8-40 and above. They too are however, indicative of certain deficiencies e.g. little field validation, no adequate examination of cost-effectiveness or scalability. These limitations demonstrate the need to carry out further research on the inexpensive, durable and weather resistant solar tracking devices that can be adopted at the domestic and industrial levels.

Methodology

The proteus simulation environment was used to design and simulate the sun tracing solar panel set-up as the methodology of this project. The deployment of the system followed an Arduino style whereby in response to light-dependent resistor (LDRs) feedback the ATmega328P microcontroller was triggered to rotate a solar panel either clockwise or anticlockwise.

System Components

The main elements used in the simulation are the following:

Microcontroller ATmega328P (Arduino Uno also based on ATmega328P, programmed via HEX file).

Sensors Two Light Dependent Resistors (LDR1 and LDR2), wiring in a voltage divider connection, and 10 O resistors.

Resistors: 2 resistors (10k ohms each) are in the voltages divider circuit.

Servo Motor: Control over the grivation distribution of the solar panel in one of the axes (left or right).
Vantage Regulator: 7805 should be used regulators to provide microcontroller and other components with a steady +5V.
Source: DC supply of voltage to provide the system.

Design Process

These are the two LDR sensors which were positioned on the simulated solar panel on different sides to be used to measure the intensity of the light.
The LDRs were put across a voltage divider circuit to the ATmega328P with a resistor, the outlines on the ATmega328P being connected to analog pins A0 and A1.
A comparison was made between two LDRs voltage productions with the ATmega328P microcontroller. When one end is supplied with more light a PWM signal was generated by the microcontroller to supply power to the servo motor and move the panel in such a way that it rotated as it would have more light on it.
Best Light Intensities when both LDRs recorded the same light strength or close to same the servo motor held its stature therefore retained the solar panel in relative orientation with the sun.
The Arduino sketch was written and then compiled via Arduino IDE after which it was then exported as a hex file. One of such hex files was then loaded in the ATmega328P at Proteus to run the program logic.

Programming the ATmega328P

The Arduino code was composed in C/C++ with the Arduino IDE. Once successfully compiled, the code was exported as a HEX file and made available in the microcontroller in proteus.

Figure 1: ***Arduino IDE Platform***

Results and Findings

Simulation of the system within Proteus had been done and the following are observed:
The more the LDR1 was lit up relative to LDR2 servo motor facing LDR1 the more the servo motor changed its course towards turning towards the panel that was facing the bright side. The greater the illumination awarded to LDR2, the greater was the reversed rotation leading to the panel tilting towards LDR2 with the servo motor. The servo motor would remain stationary in the case when the LDRs was exposed to the same amount of light and this led to the validity establishing that the solar panel was ideally positioned to the sunlight. The simulating exercise indicated that in terms of tracking, the system was responsive, stable, and useful to track the sun. This observation validates the fact that the solar power of photovoltaic solar panels can be maximized by solar trackers compared to the situation where the panel systems are stationary or the situation where the solar panels utilize the fixed angle.

According to the analysis of various literatures presented by Said et al., (2020); Mishra et al., (2023), solar trackers have been reported to increase the efficiency by 8-36 percent relative to a stationary panel. In spite of the fact that the electrical output was not tested in the context of our simulation, the motor response and the sensor alignment prove the validity of the idea of the application of the such design in the real life.

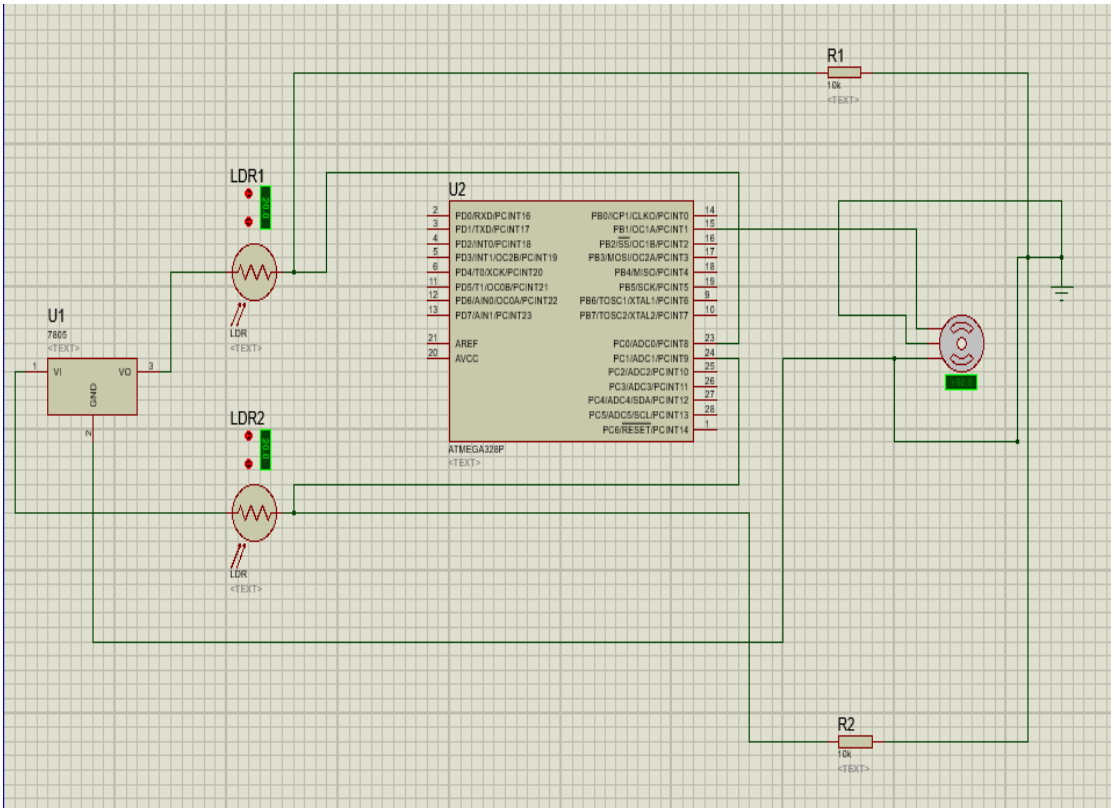


Figure 2: ***Simulation Output***

Conclusion

This work was able to show how to design and simulate a sun tracking solar panel system with Arduino (ATmega328P) in Proteus. The system was useful and it was able to monitor alterations in the intensity of light and change the position of the solar panel in real time.

The principal accomplishments are:

1. Effective design of single axis solar tracker, low cost, and simple.
2. The application of a responsive control system based on LDR and servo motor.
3. Simulation validation that the system positioning panels towards the maximum light.

REFERENCES

Ali, F. B., Chakma, R., Raihan, A., Hasan, M., Khan, M. S., Alam, M. J., & Mahtab. (2021). Design and implementation of a time-based Sun tracking solar system. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2327). AIP Publishing LLC.

Awasthi, A., Shukla, A. K., Sr, M. M., Dondariya, C., Shukla, K. N., Porwal, D., & Richhariya, G. (2020). Review on sun tracking technology in solar PV system. *Energy Reports*, *6*, 392–405.

Baouche, F. Z., Abderezzak, B., Ladmi, A., Arbaoui, K., Suciu, G., Mihaltan, T. C., & Țurcanu. (2022). Design and simulation of a solar tracking system for PV. *Applied Sciences*, *12*(19).

Halim, M. F. A. B. A., & Tiron, L. A. B. (2022). Development of Sun Tracking Solar Panel Using Arduino. *Journal of Engineering Technology*, *10*(1), 149–155.

Imthiyas, A., Prakash, S., Vijay, N., Abraham, A. A., & Kumar, B. G. (2020). Increasing the efficiency of solar panel by solar tracking system. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 993). IOP Publishing.

Kumba, K., Upender, P., Buduma, P., Sarkar, M., Simon, S. P., & Gundu, V. (2024). Solar tracking systems: Advancements, challenges, and future directions: A review. *Energy Reports*, *12*, 3566–3583.

Mishra, A., Gupta, P., & Mehendale, N. (2023). *Sun-Tracking Solar Panel System for improved Energy Collection Efficiency*.

Mounika, P., Rani, V., & Sushma, P. (2022). Embedded solar tracking system using arduino. *South Asian Journal of Engineering and Technology*, *12*(2), 1–4.

Said, M. N. A. M., Jumaat, S. A., & Jawa, C. R. A. (2020). Dual axis solar tracker with IoT monitoring system using arduino. *Int. J. Power Electron. Drive Syst*, *11*(1), 451–458.

TASARIMIN TEMEL İLKELERİ ÇERÇEVESİNDE STONEWARE MUTFAK EŞYASI TASARIMLARININ İNCELENMESİ

Aysun ERZİNCAN
Keramika Tasarım Merkezi 43100 Kütahya
ORCID: 0000-0002-7406-4344
Demet HANCI
Keramika Tasarım Merkezi 43100 Kütahya
ORCID: 0000-0002-0572-4855
Erol TÜRKMEN
Keramika Tasarım Merkezi 43100 Kütahya
ORCID: 0002-4122-8330
Melisa ÇİÇEK
Keramika Tasarım Merkezi 43100 Kütahya
ORCID: 0009-0006-6626-9338
Muhammet ARSLAN
Keramika Tasarım Merkezi 43100 Kütahya
ORCID: 0009-0005-7002-6470

ÖZET

Görsel düzenin oluşturulmasında tasarım ögelerinin birbirleriyle tutarlı bir şekilde düzenlenip bütünlük oluşturmasını sağlayan kavramlar tasarım ilkeleri olarak adlandırılmaktadır. Bir sanat eserinin görsel düzenini oluşturmak ya da eserin değerlendirilmesini sağlamak için bu ilkelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bazen bu ilkelerin hepsi bazen de bir kısmı kullanılarak eserin tasarım ilkelerine uygunluğu belirlenebilmektedir. Tasarım, sanatçıların eserleri üzerinde kurdukları düzenleme süreci olmakla birlikte kompozisyon ve biçim kelimeleri ile de oldukça yakın anlamlıdır. Biçimlendirme sürecinde, tasarım ögeleri tasarım ilkeleri doğrultusunda bir araya getirilerek sentezlenmektedir. Bu yaklaşım sayesinde estetik değeri yüksek kompozisyonlar ortaya çıkmaktadır. Elde edilen bu estetik sonuç, tasarım sürecinde ulaşılması hedeflenen temel amaç olarak kabul edilmektedir. Bu doğrultuda geliştirilen tutum, tasarım ortamında bir biçimlendirme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Kaynaktan kaynağa ufak farklılıklar göstermesine rağmen tasarımın temel ilkeleri başlıca denge, vurgu, hareket, ritim, orantı, hiyerarşi, boşluk, bütünlük, kontrast ve uyum olarak sıralanabilmektedir. Bu ilkeler tasarımı oluşturan ögelerin bir araya geliş biçimini yönlendirerek görsel düzenin ve algısal bütünlüğün sağlanmasında belirleyici rol oynamaktadır. Nitel araştırma yöntemiyle yürütülen çalışmada tasarım ilkelerinden hareketle belirlenen beş temel ilke (hareket, vurgu, denge, boşluk, bütünlük) çerçevesinde son derece dayanıklı olması ile bilinen stoneware mutfak eşyası tasarımları incelenmiş ve elde edilen bulgular bu bağlamda yorumlanmıştır. Keramika bünyesinde üretilen ürünlerden seçilen örneklerin incelendiği bu çalışmada, tasarım ilkelerinin yalnızca estetik bir unsur olmadığı, aynı zamanda ürünleri işlevselliği ve kullanıcı algısı üzerinde belirleyici bir rol oynadığı ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular tasarım ilkelerine bağlı kalarak geliştirilen stoneware mutfak eşyalarının, görsel karmaşadan uzak bütüncül bir tasarım dili sunduğunu ortaya koymaktadır. Ürünlerin hem sanatsal hem de endüstriyel değerinin arttırıldığını gösteren bu çalışma stoneware mutfak eşyalarının tasarım süreçlerine yönelik kuramsal bir referans yaratmakta; tasarımcılar, araştırmacılar ve üreticiler için bütüncül bir çerçeve oluşturmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Stoneware, Mutfak Eşyası, Estetik, Tasarım Analizi, Görsel Bütünlük

AN EXAMINATION OF STONEWARE KITCHENWARE DESIGNS WITHIN THE FRAMEWORK OF FUNDAMENTAL DESIGN PRINCIPLES

ABSTRACT

Visual design principles are defined as the concepts that ensure the design elements are arranged consistently with one another to create unity in visual organization. These principles are necessary both for constructing the visual order of a work of art and for enabling its evaluation. Sometimes all of these principles are used, while at other times only some of them are applied to determine whether a work conforms to design principles. Design refers to the organizational process established by artists within their works and is closely related in meaning to the concepts of composition and form. In the process of form-giving, design elements are synthesized by being brought together in accordance with design principles. Through this approach, compositions with high aesthetic value emerge. This aesthetic outcome is regarded as the fundamental objective aimed for in the design process. Accordingly, this approach is employed as a method of form-giving within the design environment. Although minor variations exist across different sources, the fundamental principles of design can generally be listed as balance, emphasis, movement, rhythm, proportion, hierarchy, space, unity, contrast, and harmony. These principles play a decisive role in guiding the way design elements come together, thereby ensuring visual order and perceptual unity. In this study, conducted using a qualitative research method, stoneware kitchenware designs—known for their high durability—were examined within the framework of five fundamental principles (movement, emphasis, balance, space, and unity) identified based on design principles, and the findings were interpreted accordingly. Drawing on designs produced by Keramika, this study reveals that design principles are not merely aesthetic components but also play a decisive role in product functionality and user perception. The findings indicate that stoneware kitchenware developed in accordance with design principles offers a holistic design language free from visual complexity. Demonstrating that both the artistic and industrial value of the products is enhanced, this study aims to create a theoretical reference for the design processes of stoneware kitchenware and to establish a comprehensive framework for designers, researchers, and manufacturers.

Keywords: Stoneware, Kitchenware, Aesthetics, Design Analysis, Visual Unity

STREPTOMYCES GRİSEORUBENS'TEN PİGMENT ÜRETİMİ VE ÜRETİLEN PİGMENTİN SÜT TEKNOLOJİSİNDE KULLANILABİLİRLİĞİ

Şahide YÜKSEL
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering, 15200, İstiklal Yerleşkesi, BURDUR
ORCID:0000-0002-048-3458
Melike BARAN EKİNCİ
Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Food Engineering, 15200, İstiklal Yerleşkesi, BURDUR
ORCID: 0000-0001-7314-9189

ÖZET
Bu çalışmada, *Streptomyces griseorubens* O3 suşundan asit ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen kahverengi melanin pigmentinin yapısal, fonksiyonel ve süt teknolojisindeki potansiyel kullanım özellikleri incelenmiştir. Ekstrakte edilen pigmentte UV-Vis spektrumunda melanin yapısına özgü absorbsiyon bantları gözlenmiştir.
Pigment, UHT süte farklı konsantrasyonlarda (kontrol, 20 mg/L ve 60 mg/L) ilave edilerek sütün fiziksel (renk, °Brix) ve kimyasal (pH, titrasyon asitliği) özellikleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Renk analizlerinde melanin konsantrasyonu arttıkça *L* değerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldığı, *a* ve *b* değerlerinde de anlamlı düşüşler meydana geldiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Depolama süresi incelendiğinde, kontrol ve 20 mg/L konsantrasyonlarında renk parametrelerinde anlamlı bir değişim gözlenmezken, 60 mg/L konsantrasyonunda depolama süresi boyunca *L* ve *b* değerlerinde anlamlı azalma, *a* değerinde ise anlamlı artış saptanmıştır ($p<0,05$).
Ekstrakte edilen melaninin antibakteriyel aktivitesi *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* PA01, *Salmonella* Typhimurium ATCC 14028 ve *Bacillus cereus* ATCC 6051 suşlarına karşı test edilmiştir. En yüksek antibakteriyel aktivite *E. coli* ATCC 25922 ve *S.* Typhimurium ATCC 14028 suşlarına karşı 12,3±0,5 mm zon çapı ile belirlenmiştir. Antioksidan aktivite, 2,2′-azino-bis(3-etilbenzotiyazolin-6-sülfonik asit) (ABTS) radikal süpürme yöntemi ile belirlenmiştir. Analiz sonucunda melaninin belirgin antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir.
Elde edilen sonuçlar, *Streptomyces griseorubens* O3 suşundan elde edilen kahverengi melanin pigmentinin doğal renk katkı maddesi olarak değerlendirilebileceğini ve aynı zamanda fonksiyonel biyolojik aktivitelere sahip olması nedeniyle gıda biyoteknolojisi açısından önemli bir potansiyel taşıdığını ortaya koymaktadır.
Anahtar Kelimeler: *Streptomyces griseorubens*, pigment, melanin, antibakteriyel aktivite, antioksidan, süt

PIGMENT PRODUCTION FROM *STREPTOMYCES GRISEORUBENS* AND EVALUATION OF ITS APPLICABILITY IN DAIRY TECHNOLOGY

ABSTRACT
In this study, the structural, functional, and potential applications in dairy technology of a brown melanin pigment obtained from *Streptomyces griseorubens* O3 by acid extraction were investigated. The UV–Vis spectrum of the extracted pigment exhibited characteristic absorption bands specific to melanin.
The pigment was added to UHT milk at different concentrations (control, 20 mg/L, and 60 mg/L), and its effects on the physical (color, °Brix) and chemical (pH, titratable acidity) properties of milk were evaluated. Color analysis showed that increasing melanin concentration resulted in a statistically significant decrease in L values, along with significant reductions in a

and b values ($p < 0.05$). During storage, no significant changes in color parameters were observed in the control and 20 mg/L groups, whereas in the 60 mg/L group, storage time caused a significant decrease in L and b values and a significant increase in a values ($p < 0.05$).
The antibacterial activity of the extracted melanin was tested against *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* PA01, *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028, and *Bacillus cereus* ATCC 6051. The highest antibacterial activity was observed against *E. coli* ATCC 25922 and *S. Typhimurium* ATCC 14028, with inhibition zone diameters of 12.3 ± 0.5 mm. Antioxidant activity was determined using the 2,2′-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical scavenging assay, which demonstrated that the melanin exhibited notable antioxidant activity.
These findings indicate that the brown melanin pigment derived from *Streptomyces griseorubens* O3 can be considered a natural colorant and, due to its functional biological activities, represents a promising candidate for applications in food biotechnology.

Keywords:
Streptomyces griseorubens, pigment, melanin, antibacterial activity, antioxidant activity, milk

GERÇEK ZAMANLI MOBİL SES DÖNÜŞÜMÜ UYGULAMASI VE INTERNET TABANLI SES ILETIMI ICIN YAPAY ZEKÂ YAKLASIMI

Talha Yunus ATEŞ
İstanbul Nişantaşı University, Artificial Intelligence Engineering Master's Degree, Istanbul
ORCID: 0009-0004-4344-5533
Sevilay UÇAR YÜZBAŞ
İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Vocational School of Health Services, Istanbul
ORCID: 0000-0002-8836-2799

ÖZET
Bu araştırma, mobil cihazlarda gerçek zamanlı ses dönüşümü ve internet üzerinden düşük gecikmeli iletim için yapay zekâ tabanlı bir yaklaşım sunmaktadır. Mobil ortamlarda gerçek zamanlı ses dönüşümü, kısıtlı hesaplama kaynakları ve düşük gecikme gereksinimleri nedeniyle önemli bir teknik zorluk oluşturmaktadır. Mevcut çalışmalar ağırlıklı olarak masaüstü sistemlere odaklanmakta olup, mobil platformlar için optimize edilmiş çözümler sınırlı kalmaktadır. Çalışmada, Android platformunda TensorFlow Lite ile optimize edilmiş ses dönüşüm modelleri geliştirilmiş ve bu modellerin gerçek zamanlı performansı değerlendirilmiştir. Geliştirilen prototip uygulama, gerçek zamanlı ses kaydı, AI tabanlı ses işleme pipeline'ı, optimize buffer yönetimi ve kapsamlı performans metrikleri (gecikme, ses kalitesi, ağ performansı) toplama sistemlerini içermektedir. Araştırma, ses dönüşümü ve VoIP teknolojilerini birleştirerek kullanıcıların mobil cihazlarında ek donanıma ihtiyaç duymadan seslerini anlık olarak dönüştürebilmelerini hedeflemektedir. Araştırma sonuçları, optimize edilmiş modellerin mobil cihazlarda gerçek zamanlı ses dönüşümü için beklenen performans kriterlerine yakın bir performans sağladığını göstermektedir. Gecikme süresi ile cihaz donanımı ve model karmaşıklığı arasında doğrudan bir ilişki tespit edilmiştir. VoIP üzerinden iletim sırasında ses kalitesinde ölçülebilir bir bozulma gözlemlenmiş, ancak konuşmacı kimliği değiştirme ve ses rengi dönüştürme açısından kabul edilebilir doğruluk düzeyi elde edilmiştir. Bu çalışma, mobil ses dönüşüm uygulamaları için uygulamaya dönük bir temel oluşturmakta ve iletişim teknolojileri ile yapay zekâ destekli ses işleme alanlarına katkı sağlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: Gerçek zamanlı ses dönüşümü, mobil yapay zekâ, TensorFlow Lite, VoIP iletişimi, mobil performans optimizasyonu

A REAL-TIME MOBILE VOICE CONVERSION APPLICATION AND AN AI-BASED APPROACH FOR INTERNET-BASED VOICE TRANSMISSION

ABSTRACT
This research presents an artificial intelligence-based approach for real-time voice conversion on mobile devices and low-latency transmission over the internet. Real-time voice conversion in mobile environments poses a significant technical challenge due to limited computational resources and low-latency requirements. Existing studies primarily focus on desktop systems, while optimized solutions for mobile platforms remain limited. In this study, voice conversion models optimized with TensorFlow Lite on the Android platform were developed, and the real-time performance of these models was evaluated. The developed prototype application includes real-time audio recording, an AI-based audio processing pipeline, optimized buffer management, and comprehensive performance metrics (latency, audio quality, network performance) collection systems. The research aims to enable users to convert their voices instantly on mobile devices without requiring additional hardware by combining voice conversion and VoIP technologies. The research results demonstrate that the optimized models provide performance close to the expected performance criteria for real-time voice conversion

on mobile devices. A direct relationship was identified between latency and device hardware and model complexity. Measurable degradation in audio quality was observed during transmission over VoIP; however, an acceptable level of accuracy was achieved in terms of speaker identity modification and voice timbre conversion. This study establishes a practical foundation for mobile voice conversion applications and contributes to the fields of communication technologies and AI-assisted audio processing.
Keywords: Real-time voice conversion, mobile artificial intelligence, TensorFlow Lite, VoIP communication, mobile performance optimization.

THE GEOMETRY OF STABILITY: DECODING SYSTEMS THROUGH EIGEN-ANALYSIS

Nandhitha B
Nandhini BL
Rithanya D Mariadas
Roshini Sangamitra C
Rishika L
Pragna P
Department of Electronics and Communication Engineering,RMK Engineering College,Thiruvallur,India

Abstract
Eigenvalues and eigenvectors represent the fundamental characteristics of linear transformations, providing an essential mathematical framework for understanding complex system dynamics. While often introduced through the calculation of a characteristic equation, their significance extends far into the physical world, acting as a bridge between theoretical linear algebra and practical engineering applications. This presentation explores the conceptual transition of eigen-pairs from abstract constructs to critical tools for stability analysis.

We begin by examining the geometric interpretation of eigenvectors as invariant directions within a vector space—lines that maintain their orientation even as the surrounding space is stretched or transformed. We then discuss the role of eigenvalues as the scaling factors that dictate the intensity and direction of these changes. A significant portion of this study is dedicated to spectral decomposition, a process that simplifies multi-dimensional systems into independent, manageable components.

From an engineering perspective, this analysis is indispensable for predicting system behavior. By evaluating the sign and magnitude of eigenvalues, one can determine whether a dynamic system—ranging from a bridge subjected to wind loads to an intricate electrical circuit—will remain stable, oscillate, or diverge into failure. Through this synthesis of theory and application, the presentation demonstrates that eigen-analysis is not merely a classroom exercise but a vital predictive tool. By the conclusion of this session, participants will appreciate how these mathematical properties allow engineers to decouple complex interactions and ensure the structural and operational integrity of modern technological systems.

Keywords
Linear Transformations ,Eigen-analysis , System Dynamics ,Spectral Theory , Invariant Directions , Structural Stability , Matrix Diagonalization

THE IMPACT OF INTERNAL AUDIT AND THE CONSIDERATION OF HUMAN RESOURCES AS A DEVELOPMENT AND MANAGEMENT FACTOR ON THE GENERAL BUSINESS OF LEGALLY HETEROGENEOUS ENTITIES

Slobodan Popović
Faculty of Economics and Industrial Management
Cvećarska 2 Novi Sad, Republic of Serbia
Milan Radaković
Faculty of Sport, University ''Union–Nikola Tesla'', Narodnih heroja 30, New Belgrade, Republic of Serbia
Željko Turčinović
Faculty of Sport, University ''Union–Nikola Tesla'', Narodnih heroja 30, New Belgrade, Republic of Serbia
Aleksandra Brakus
College of Communications, 1000 Belgrade, Serbia
Ivan Pajović
Faculty of Management, University Metropoliten, Belgrade, Serbia
Snježana Đokić
Independent University Banja Luka,
Faculty of Economics Banja Luka, Bosnia and Hercegovina
Zeljko Grublješić
University PIM, *Banja Luka*. Bosnia and Hercegovina

Abstract: The importance of the application of human resources in the work of heterogeneous legal entities is associated with the increasing development of internal audit as the first factor of control in business and improvement of the work of numerous entities. Such a view of management requires and the application of innovative technological improvements that are increasingly developing within the framework of the development of control, primarily internal control and internal audit as factors of progress of numerous entities. This is of great importance in the context of globalization, when production and business processes are increasingly complex and focused on the international market. Internal audit can be combined with the application of human resources, but also with the application of innovative technologies in the control of numerous processes. In such an observation in which numerous economic systems function, human resources and internal audit should not be limitations but opportunities for development.
Key words: human resources, internal audits, development, digitalization.

INTRODUCTION

The importance of human resource management in heterogeneous entities is the focus of numerous studies, and therefore also within the framework of new improvements in management through internal audit [1-5].
Such acceptance of human resources as the basis for making valid management decisions requires the application of innovative technological improvements as well as internal audit conclusions in management functions [6-10].
The application of human resources, but also with the application of innovative technologies in management functions are the basis for improving management decisions [11-15].
Such an observation of management with internal audit and internal control can represent a real chance for possible faster development in the short term in many economies and should be the focus of numerous management decisions by top management [16-20].

THE INFLUENCE OF INTERNAL AUDIT ON THE GENERAL BUSINESS OF LEGAL HETEROGENEOUS ENTITIES

In their work, internal auditors should achieve the planned goals by applying a valid methodology that provides for the implementation of valid and realistic procedures that should remain consistent with best practice. In addition, they should also reflect changes in the legal and audit environment of the legal entity that has introduced internal audit into its regular operations.
The state framework in the Republic of Serbia for the functioning of internal audit has been established by the Central Harmonization Unit, which will conduct reviews once a year and, if professional practice requires, changes will be made to the methodological approach to the work of internal audit, which is the basic framework for the operation of internal audit at the state level.
The head of the internal audit unit is obliged to adjust certain parts of the methodological approach depending on the specifics of the operations of the legal entity where he conducts the internal audit.
However, if certain parts differ significantly, it is necessary to review and agree on any changes in the methodological approach with the Central Harmonization Unit within the Ministry of Finance of the Republic of Serbia.
In accordance with the International Standards for the Professional Practice of Internal Auditing, the Head of the Internal Audit Unit should establish policies and procedures for directing internal audit activities, i.e. to more closely regulate and adapt certain parts of the methodology to the operations of the entity where he performs internal audit.
Internal auditors are obliged to ensure that all changes in terms of methodology and practice are understood and to make regular and periodic changes, primarily to the internal audit regulations of the entity where he performs internal audit.

Relevant guidelines in the work of the internal auditor should include:
• Internal audit mission;
• Mandatory guidelines;
- Basic principles;
- Definition of internal audit
- International Standards for the Professional Practice of Internal Auditing;
- Code of Ethics
• Recommended Guidelines
- Guide for the application of substantive analysis in the work of internal auditing;
- Supplementary guidelines arising from previous internal audits in the entity where the same is performed by order of authorized persons.

THE IMPACT OF TECHNOLOGY FACTORS IN SMALL COUNTRIES LIKE THE REPUBLIC OF SERBIA

The authors presented a framework of the impact of technology on work and business in companies and in the form of possible impacts, which are visible in Figures 1-2.

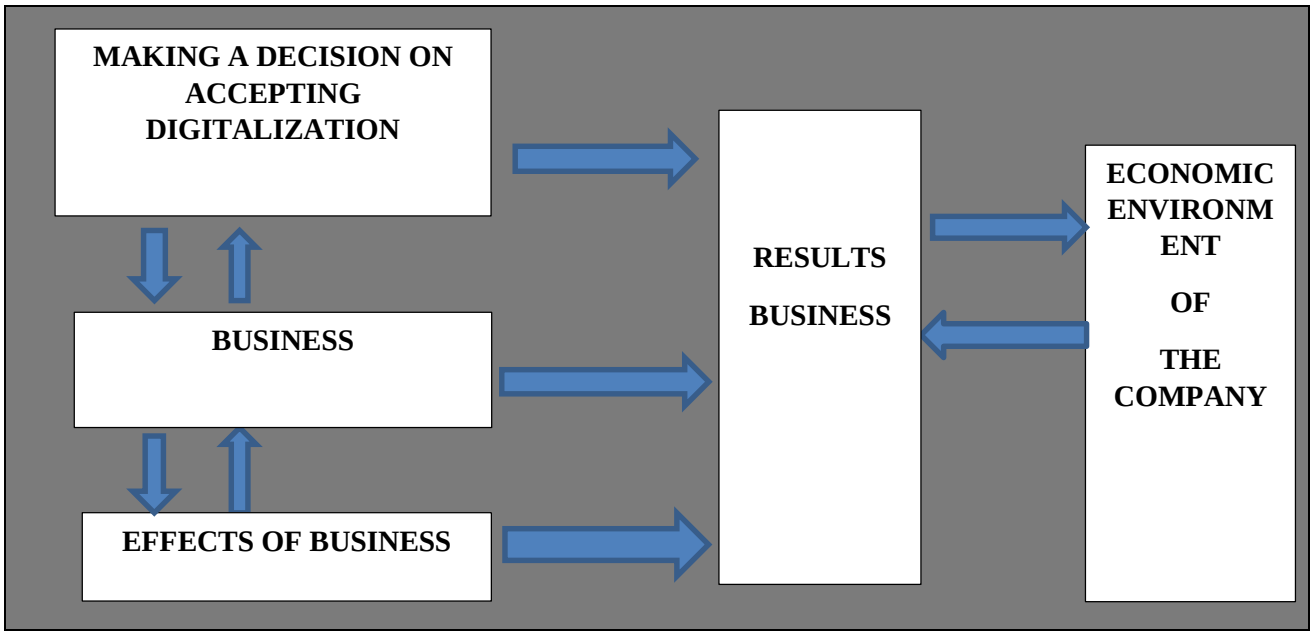


Figure 1: Presentation of trends within the innovation technological system and digitalization process in business operations of companies.

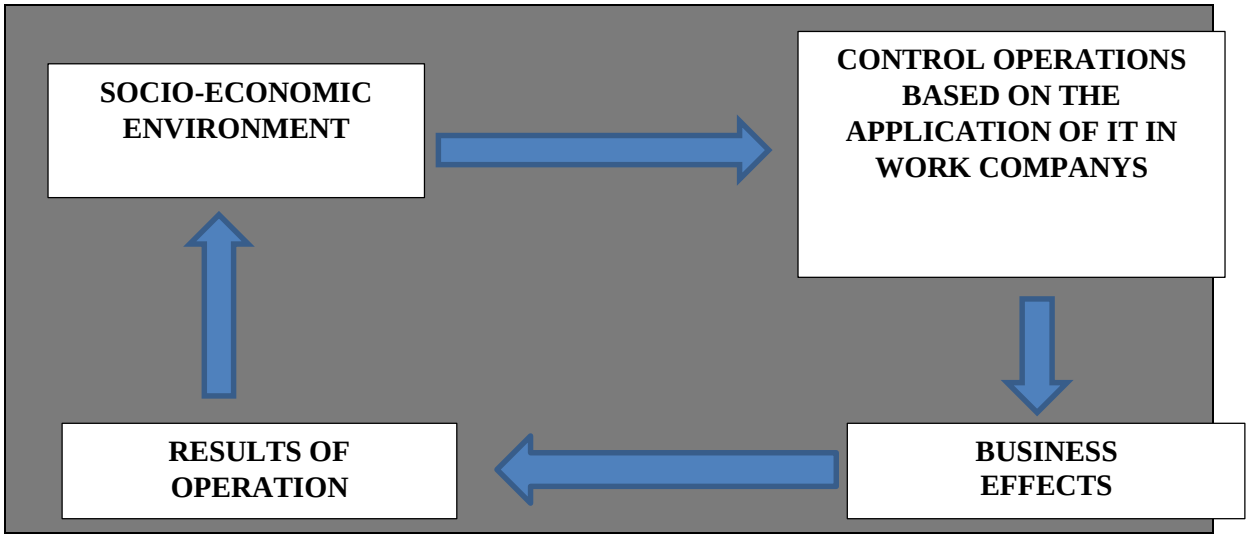


Figure 2: IT-based control activities in the work of numerous companies.

Everything presented should be viewed in relation to the application of innovative technical solutions, especially IT technology, which is necessary for the improvement of the overall observation, which was seen in numerous authors who emphasized the same [21-30].

CONCLUSION

The importance of the application of human resources in the work of heterogeneous legal entities is associated with the increasing development of internal audit as the first factor of control in business and improvement of the work of numerous entities, which essentially represents the first conclusion of this study. Secondly, human resources and internal audit influence management, which also requires the application of innovative technological improvements that are increasingly being developed within the framework of the development of control, primarily internal control and internal audit as a factor of progress of numerous entities. Thirdly, it is of great importance in the context of globalization, when production and business processes are increasingly complex and focused on the international market, because in this way it is possible to realistically audit management and development functions.

REFERENCES

[1] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Brakus, A., Radaković, M., Arnautović, I., Samardžić, V., Krstajić, G. & Popović, S. (2024). Financial security and invoicing in management of public enterprises whose founders are local self-government units, example Republic of Serbia, Lex localis-Journal of Local Self-Government, 22:2, 198-218

[2] Popović, S., Laban, B., Vukasović, D., Ivić., M., Popović, V. (2018). Internal and external audit as a factor in improving the management of the Agricultural enterprise, Poljoprivredna tehnika, 4: 8–12.

[3] Lutovac, J. & Popović, S. (2024). Innovative business in the banking system example of the Republic of Serbia, IV. International Architectural Sciences and Applications Symposium Mayıs 30-31, 1-6, Girne

[4] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Popović, D., Brakus, A., Pajović, I., Turčinović, Ž., Radaković, M. & Popović, S. (2024). The significance of real financial reporting of agricultural mechanism in relation to the making of management decisions of individual farms and medium-sized agricultural enterprises, The Journal "Agriculture and Forestry", 71:1, 171-184

[5] Radović, M., Vitomir, J., Laban, B., Jovin, S., Nastić, S., Popović, V. & Popović S. (2019). Management of joint stock companies and farms by using fair value of agricultural equipment in financial statements on the example of IMT 533 Tractor, Economics of Agriculture, 1: 35-50.

[6] Bakmaz, O., Đuranović-Miličić, J., Dugonjić, D, Brakus, A., Gligović, D., Grubješić, Ž. & Popović, S. (2024). Management of non-standard agricultural equipment based on assessments of farm owners and management of healthcare organizations based on common use for patient treatment needs, Poljoprivredna tehnika, ISSN 0544-5587.

[7] Bakmaz, O., Anđelić, S., Dragosavac, M., Grubješić, Ž., Nastić S., Popović, D., Tubić M. & Popović S. (2024). The importance of determining the efficiency of business of agricultural farms in relation to the use of credits in agriculture, the example of the Republic of Serbia, Agricultural Engineering, No. 1, 10-16.

[8] Popović, S., Tošković, J., Majstorović, A., Brkanlić, S. & Katić, A. (2015). The importance of continuous audit of financial statements of the company of countries joining the EU, Annals of the „Constantin Brâncuşi" University of Târgu Jiu, Economy Series, Special Issue, 241-246.

[9] Radović, M., Vitomir, J. & Popović, S. (2021). Impact of internal control in enterprises founded by local self-government units: the case of Republic of Serbia, Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics, 32(1): 82–90.

[10] Ivaniš., M. & Popović., S. (2013). Altmanov Z-Score model analize, Ekonomija-teorija i praksa br.2, Fakultet za ekonomiju i inženjerski menadžment, Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, 47-62.

[11] Arnautović, I., Davidov, T., Nastić, S. & Popović, S. (2022). Značaj donošenja racionalne poslovne odluke top menadžmenta u poljoprivrednim preduzećima u Republici Srbiji, Poljoprivredna tehnika, 1-8.

[12] Majstorović, A. & Popović, S. (2015). Revizija poslovanja poljoprivrednog preduzeća, Računovodstvo, 1: 77-85.

[13] Tamas-Miškin, S., Vitomir, J., Dragosavac, M., Medan, N., Radaković, M., Vitomir, G., Davidov, T. & Popović, S. (2022). The significance of archiving documentation and assessment quality of archiving financial documentation given by top managers, Economics of Agriculture, Year 69, No. 4, 2022, (pp. 949-1252),

[14] Popović, S., Vitomir, J., Tomaš-Miskin, S., Davidov, T., Nastić., S., Popović, V., Popović, D., Vitomir, G. (2021). The importance of a realistically determined amount of tax on property rights relating to the ownership of agricultural land in the Republic of Serbia adopted by tax authorities of local selfgovernment units, Ekonomika poljoprivrede, Economics of agriculture, Vol.LXVIII, 4: 1029-1042.

[15] Popović, D., Vitomir, J., Tomaš-Miskin, S., Davidov, T., Popović, S., Jovanović, M., Aćimić-Remiković, M., Jovanović, S. (2021). Implementation of internal control with reference to the application of it in companies operating on the principles of the green economy. Agriculture & Forestry, Vol. 67 Issue 2: 261-269.

[16] Majstorović, A., Popović, S., Volf, D. (2015). Theory and politics of balance, second amended and supplemented edition, Novi Sad: Feljton.

[17] Popović, S. (2015). Implementacija heterogenih rizika u radu interne revizije, Revizor 69: 7-19.

[18] Popović, S., Anđelić, S., Dragosavac, M., Bakmaz, O., Nastić, S., Popović, D., Tubić, M. & Grubješić, Ž. (2024). Ocena vlasnika poljoprivrednih gazdinstava po pitanju primene softvera u poslovanju, sa ciljem unapređenja upravljanja, Agricultural Engineering, No. 2, 1-1.
[19] Bakmaz, O., Dragosavac, M., Jestrović, V., Radaković, M., Davidov, T., Bjelica, B, Brakus, A., Popović, D., (2023). Management of plant production (narcissus l.) Through the application of non-standard growing methods in order to increase the financial value of production, Economics of Agriculture, Year 70, No. 2.
[20] Popović, S., Anđelić, S., Dragosavac, M., Bakmaz, O., Nastić, S., Popović, D., Tubić, M. & Grubješić, Ž. (2024). Ocena vlasnika poljoprivrednih gazdinstava po pitanju primene softvera u poslovanju, sa ciljem unapređenja upravljanja, Agricultural Engineering, No. 2, 1-1.
[21] Lutovac, J., Tomaš-Miskin, S. & Popović, S. (2025). Obtaining loans for energy efficiency depending on the influence of analyzed factors on the decision-making of citizens and small businesses in the Republic of Serbia, International Review (2025No.1-2), pp. 173-181.
[22] Popović, S., Bakmaz, O., Popović, D., Dragosavac, M., Nastić, S., Pajović, I., Majstorović, A., Sredojević, D., Radaković, M. Petković, Z. (2025). Valuation of agricultural land in relation to location of city centers as a factor in the management of mentioned resource, Agriculture & Forestry, Vol. 71, Issue 1: 99-113.
[23] Bakmaz, O., Vukčević, V., Laković, D., Arnautović, I., Nastić, S., Krstajić, G. & Popović, S. (2025). Modern Management of Medium-sized Agricultural Enterprises and Reporting in English on Recent Change, Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management, 8: 1, 1429-1436.
[24] Bakmaz, O.; Eremić - Đođić, J.; Dragosavac, M.; Sredojević, D.; Dejanović, A.; Arnautović, I.; Krstajić, G. & Popović, S. (2025). Financial Management of Small and Medium–sized Farms using State Subsidies, it System of Records for Genetic Resources: Example of Republic of Serbia. *J Agron Technol Eng Manag 8(2)*, 1562-1572.
[25] Bakmaz, O., Đuranović-Miličić, J., Dragosavac, M., Sredojević, D., Gligović, D., Arnautović, I., Krstajić, G., Pajović, I., Popović, S. (2025). Financial Management of IT Systems in Medium-Sized Agricultural Enterprises and Healthcare Institutions in the Republic of Serbia. *J Agron Technol Eng Manag 8(4)*, 1651-1658. DOI: 10.55817/YVXX3119.
[26] Popvić, S., Arnautović, I. & Krstajić, G. (2025). Realistic financial reporting and management of primary health care in Serbia, Trendovi u poslovanju, 25: 1, 107-116, DOI:10.5937/trendpos2501107P
[27] Popović, S., Arnautović, I., Sredojević, D. & Brakus, A. (20225). The importance of implementing financial management, control, and it in public sector operations in the Republic of Serbia, The European Journal of applied economics, 22(2): 70 – 81,
[28] Jovanović, S., Đokić, S. & Popvić, S. (2025). Procurement of agricultural mechanism through IPARD measure-1, and application of marketing in the meaning of explaining the profitability of investments by the advisory service, Poljoprivredna tehnika, 2025, vol. 50, iss. 2, pp. 1-6.
[29] Lutovac, J., Zimonjić, M. & Popvić, S. (2024). Financial reporting within the business of heterogeneous companies as a basis for making valid business decisions, Megatrend revija, 21(2), 1-8.
[30] Sredojević, D., Dragosavac, M. & Popvić, S. (2025). Application of Innovative it Systems to the Overall Development of Business in An Economy Such as The Republic of Serbia, Journal of Sport Industry &Blockchain Technology–2025,2(1), 9-12.

THE IMPACT OF JOB SATISFACTION ON TURNOVER INTENTIONS: ADDRESSING ACADEMIC BRAIN DRAIN IN CAMBODIAN HIGHER EDUCATION

Dina Pen
Svay Rieng University, Cambodia
Ratana Loch
The University of Cambodia, Cambodia
Rany Sam
National University of Battambang, Cambodia
Vatheana Nut
Svay Rieng University, Cambodia
Putheara Dy
Royal University of Law and Economics

Abstract

The retention of qualified academic staff is a critical challenge for the sustainable development of higher education in Cambodia. This research investigates the relationship between job satisfaction and turnover intentions, exploring how workplace satisfaction serves as a primary predictor for institutional stability. As Cambodia seeks to strengthen its human capital, understanding the drivers of academic brain drain is essential for national and institutional policy-making.

Methodology

This study utilizes a quantitative research design. Data is being collected from a targeted sample of 200 academic staff members representing over 13 Higher Education Institutions (HEIs) in Cambodia, spanning both public and private sectors. The analysis employs Pearson Correlation and Simple Linear Regression conducted via SPSS to determine the extent to which job satisfaction serves as a statistical predictor for turnover intentions.

Expected Results

Initial data analysis indicates a significant negative relationship between job satisfaction and turnover intention ($p < .05$). The regression model is expected to demonstrate that job satisfaction is a robust predictor of retention, suggesting that institutional policies focusing on workplace climate can significantly mitigate academic brain drain. The study provides evidence-based recommendations for university administrators to protect the intellectual capital of the Cambodian higher education sector.

Keywords: Academic Staff, Job Satisfaction, Turnover Intention, Brain Drain, Cambodian Higher Education.

THE POLITICAL ECONOMY OF DECARBONIZATION: CHALLENGES AND PATHWAYS IN RENEWABLE ENERGY TRANSITIONS

Babita Gupta
PhD Scholar, Integral University, Lucknow

Abstract: Existing patterns of production, employment, and accumulation have grown to be a major issue of public policy when it comes to the energy transition. Many people agree that high-carbon energy systems must change in response to climate change. During the last 20 years, several legislative efforts have been launched to increase the use of renewable energy sources. Technology costs and deployment rates, implied in experience curves, are usually considered as the primary variables in the global clean energy transition from fossil fuels towards low-carbon energy sources. Since politics affects both deployment and prices, we argue that it is the hidden factor of technology experience curves. It offers a critical examination of how state institutions, global organizations, private industry, and civil society shape energy policy priorities, focusing on key factors such as financial incentives, regulatory frameworks, and the distribution of energy resources.

Technology prices and deployment rates, as indicated by experience curves, are widely regarded as the main factors influencing the worldwide clean energy transition from fossil fuels to low-carbon sources. We propose that politics is the hidden factor of technological experience curves, influencing both costs and implementation. The article explores the role of politics in shaping energy agendas, focusing on subsidies, regulatory systems, and resource access. It highlights the political economics of decarbonisation, highlighting the challenges and approaches involved in renewable energy transitions. The article also explores the complex interaction of political power, economic interests, social dynamics, and institutional frameworks driving the transition from fossil fuels to renewable energy sources. The study examines major obstacles to decarbonization, including industry opposition, financing and investment complexity, and the necessity for stable policies.

THEORETICAL EXPLORATION OF CDMNTE/WS_2 HETEROJUNCTION SOLAR CELLS THROUGH SCAPS-1D MODELING

Nassiba ALLAG
Hakima CHERIF
Imad Eddine KAID
Madiha MAAMIR
Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology, University of El Oued, 3900, El Oued, Algeria

ABSTRACT :
Metal back contacts in conventional CdTe-based solar cells often introduce critical drawbacks, including elevated surface state densities, enhanced carrier recombination, and significant degradation of the open-circuit voltage (Voc). To mitigate these limitations, this work introduces a modified absorber layer based on Mn-alloyed cadmium telluride ($Cd_{1-x}Mn_xTe$), achieved through low-level Mn incorporation into the CdTe matrix. A detailed numerical analysis of a CdMnTe-based heterojunction solar cell with the configuration glass/FTO/WS_2/$Cd_{0.9}Mn_{0.1}Te$/Ag is carried out using the SCAPS-1D simulation tool. The influence of critical absorber-layer parameters—namely thickness (1–5 μm), bulk defect density (10^{13}–10^{17} cm^{-3}), and acceptor concentration (10^{14}–10^{17} cm^{-3})—on device performance is systematically investigated. The simulation results indicate a strong dependence of photovoltaic behavior on material quality and doping levels. Under optimized conditions, the proposed device achieves a high Voc of 1.142 V, a short-circuit current density of 24.61 mA/cm^2, a fill factor of 88.80%, and an overall power conversion efficiency approaching 25%. These optimal characteristics correspond to an absorber thickness of 5 μm, a low defect density of 1×10^{13} cm^{-3}, and a high acceptor concentration of 1×10^{17} cm^{-3}, highlighting the strong potential of CdMnTe absorbers for high-efficiency thin-film photovoltaic applications.
Keywords: *CdMnTe Solar Cells ; Thin-Film Photovoltaics; Power Conversion Efficiency; High-Efficiency Photovoltaics.*

IMPLEMENTATION OF THE TOURISM POLICY OF THE 'BEAUTIFUL MALINO' EVENT PROGRAM IN IMPROVING TOURISM ACCESSIBILITY AND FACILITIES (A STUDY OF THE TOP–DOWN POLICY IMPLEMENTATION MODEL OF MAZMANIAN AND SABATIER)

St. Nurfadillah. A
Andi Farras Abbiyu
Basmar
Prof. DR. Nuryanti Mustari
S.IP., M.Si
Universitas Muhammadiyah Makassar, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Departemen Administrasi Publik

ABSTRAK
Program *Beautiful Malino* merupakan kebijakan pemerintah daerah yang bertujuan meningkatkan aksesibilitas dan fasilitas wisata. Penelitian ini menganalisis implementasi kebijakan *Beautiful Malino* menggunakan model top–down Mazmanian dan Sabatier. Metode yang digunakan adalah analisis kualitatif deskriptif dengan pendekatan penelitian pustaka, melalui kajian dokumen kebijakan, literatur ilmiah, serta narasi berita dan non-berita. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebijakan ini berkontribusi terhadap peningkatan infrastruktur dan fasilitas wisata, namun masih menghadapi kendala berupa keterbatasan sumber daya dan koordinasi antarinstansi. Keberhasilan implementasi dipengaruhi oleh kejelasan tujuan kebijakan dan karakteristik lembaga pelaksana.
Kata kunci: Beautiful Malino, implementasi kebijakan, aksesibilitas, fasilitas wisata.

ABSTRACT
The Beautiful Malino program is a regional government policy aimed at improving tourism accessibility and facilities. This study analyzes the implementation of the policy using the top–down model of Mazmanian and Sabatier. A descriptive qualitative method with a library research approach was employed, based on policy documents, academic literature, and news and non-news narratives. The findings indicate improvements in tourism infrastructure and facilities, although challenges remain in terms of resource limitations and inter-agency coordination. Policy clarity and institutional characteristics influence the success of implementation.
Keywords: *Beautiful Malino, policy implementation, accessibility, tourism facilities.*

IMPACT OF ENTREPRENEURSHIP MINDSET ON STUDENT ENTREPRENEURIAL INTENTIONS AND CAREER ASPIRATION

Dr. Mulikat Folashade Usman
Ejembi Victoria
Department of Business Administration
Usmanu Danfodiyo University, Sokoto-Nigeria.
https://orcid.org/0009-0007-7710-3533

ABSTRACT
This study examined entrepreneurial mindset and business intention among undergraduate students in Usmanu Danfodiyo University, Sokoto. The purpose of the study was to assess the extent to which student's exhibit entrepreneurial traits and to determine how these traits influence their intention to engage in business activities. A descriptive survey design was adopted and a structured questionnaire was used to collect data from undergraduate students across selected faculties. The data collected were analyzed using frequency counts, percentages, means and standard deviations. The findings revealed that undergraduate students demonstrate a moderately strong entrepreneurial mindset, particularly in areas such as creativity, innovation and opportunity recognition. Variations were observed in risk taking, resilience and long term planning. Results further indicated that entrepreneurial mindset significantly influences business intention among the students. Those with stronger entrepreneurial traits showed higher levels of motivation and readiness to start a business. The study concluded that entrepreneurial development among undergraduates can be strengthened through practical exposure, mentorship and supportive institutional policies. Based on the findings, the study recommended that the university should enhance entrepreneurship education, create more business incubation opportunities and provide targeted support for students with strong entrepreneurial potential.
KEYWORDS: Aspiration, Career, Entrepreneurship Mindset, Entrepreneurial Intentions, Students.

ULTRASONICATION-ASSISTED EXTRACTION OF HOMOPOLYSACCHARIDES FROM BLUE OYSTER MUSHROOM(*PLEUROTUS OSTREATUS)*

Harman
Nitika Saini
Sahilpreet Singh
Diksha Bhatt
Department of Biotechnology, CT Group of Institutions, Shahpur, Jalandhar, Punjab, India

Abstract

Edible mushroom are an important constituents of our daily due to their rich nutrition and beneficial properties for human health. Blue oyster mushroom is similar to oyster mushroom, but differ in morphology and biological efficiency. This mushroom is wide spread throughout the temperate forests of eastern North America, Europe and Japan. Blue Oyster mushrooms are an interesting source of biologically active glucans and other polysaccharides. Polysaccharides, are the main component of edible mushrooms, attracted more and more attention because of their complex structure and diverse biological activities. Polysaccharides are complex carbohydrates classified mainly as homopolysaccharides or heteropolysaccharides Blue oyster also serves as great source of homopolysaccharides. The primary method for extracting homopolysaccharides from blue oyster mushrooms is a multi-step process involving **hot water or alkaline extraction** followed by **alcohol precipitation** and purification. Both hot water extraction and alcohol precipitation have specific limitations, primarily relating to potential thermal degradation of sensitive compounds, long processing times, and low selectivity. This present study explore the exrtraction of these compounds from blue oyster mushroom using ultrasonication assisted method, this method includes usage of high-frequency sound waves to create cavitation (tiny bubble implosions) that disrupt cell walls, releasing bioactive compounds from plant materials faster and more efficiently, using less energy and solvents. In this process cavitation, intense ultrasonic waves create microscopic vacuum bubbles in the liquid solvent. These bubbles rapidly grow and then violently collapse (implosion), generating extreme localized temperatures, pressures, and shear forces. These forces physically disrupt the cell walls and enhance the mass transfer of intracellular materials, such as polysaccharides, triterpenoids, and antioxidants, into the surrounding liquid. Collective amount can further use in food industries, pharmaceuticals and so on. The process ultrasonication in which , where intense ultrasonic waves create microscopic vacuum bubbles in the liquid solvent. These bubbles rapidly grow and then violently collapse (implosion), generating extreme localized temperatures, pressures, and shear forces. These forces physically disrupt the cell walls and enhance the mass transfer of intracellular materials, such as polysaccharides (beta-glucans), triterpenoids, and antioxidants, into the surrounding liquid. Then the material is further used in industries

Key words: Blue Oyster mushrooms, Ultrasonication-extraction, Homopolysaccharides, Environment friendly.

IMPACT OF THE UPFC DEVICE ON THE AC NETWORK IN PRESENCE OF FAULTS

Ghanem Menaouer
Department of electrical engineering, University of Djillali Liabes, SBA, Algeria.
Mankour Mohamed
Department of electrical engineering and Automation, University of Relizane, Algeria.
Mohamed Laouer
Department of electrical engineering, University of Saida, Moulay Tahar, Algeria.

Abstract— In the foreseeable future, wind farms are a realistic option for producing renewable energy. There are numerous challenges in ensuring higher-quality power enters the grid, as required by increasingly strict grid rules. The use of Flexible Alternate Current Transmission Systems (FACTS) devices in the system, particularly the Unified Power flow controller (UPFC), which employs the notion of reactive power, could overcome these concerns (injection or absorption). The change of voltage (drop voltage or overvoltage) at the bus bar connection is one of the main causes of wind network separation. The usage of UPFC allows for voltage regulation and grid-connected wind to be maintained even in the face of severe disturbances. In this work, we propose a study of the importance of employing UPFC when a wind farm is established, and we will look at the effect of injecting reactive power to keep the voltage at the nominal value. This chance allows the wind farm to be connected to the power grid. Simulation in MATLAB justifies the choice of this investigation.

EFFECTS OF E-AGRICULTURE EXTENSION SERVICE USAGE AMONG POULTRY FARMERS IN NIGER STATE, NIGERIA

Umar, U. N
Olaleye, R. S
Ajayi O. J
Ahmad I. I
Jibrin S
MuhammadH. U
Federal University of Technology Minna, Niger State, Nigeria
Department of Agricultural extension and rural development

Abstract
Agriculture remains a critical sector for economic development, food security, and poverty reduction in Nigeria. Thus, this study was conducted to assess e-agricultural extension Service delivery for enhancing poultry production in Niger State. Specifically, the study aimed at; determine the factors influencing poultry farmers usage of e-agricultural extension services; and assess the challenges associated with e-agricultural extension service usage in the study area. A multi-stage sampling technique was used to select 226 poultry farmers. Data were collected from primary sources using a semi-structured questionnaire and analysed using descriptive statistics and operationalized using 5-point Likert scale. The results showed that access to information on improved breeding techniques and genetic information had a mean value of (4.33) with 62.9%. Digital platforms provided effective brooding information with a mean of (2.76) with 46.2%, but indicators for growing and rearing stages showed that not all conditions were adequately covered online with a mean value of (4.44) at 96.7%. Online record-keeping tools had a mean value of (2.42) 89.9%.The study concluded that e-agriculture extension service usage positively influence poultry production practices in feeding, housing, marketing, and management. It therefore recommended that government and development partners strengthen farmers access to cooperatives, credit facilities, and tailored e-agricultural extension

Keywords: E-Agriculture, Extension Service Delivery, Poultry Farming, Information Communication Technology ICT in agriculture, Digital tools in Poultry Extension.

INTRODUCTION

Agriculture remains a critical sector for economic development, food security, and poverty reduction in Nigeria, with poultry production playing a vital role in improving nutrition, creating employment, and generating income for rural households (Food and Agriculture organization (FAO) 2020). Niger State, located in the North-Central region of Nigeria, has substantial agricultural potential, with poultry farming being one of the most promising enterprises. However, despite its potential, poultry production in the state faces several challenges, including limited access to updated agricultural information, poor veterinary services, disease outbreaks, and inefficient management practices.

Agricultural extension services are essential for bridging the gap between research and farmers by disseminating improved practices and innovations. Traditionally, extension services in Nigeria have been delivered through face-to-face methods, which are often characterized by limited coverage, high costs, and logistical challenges, especially in rural areas (Agwu *et.al* 2019). This situation has necessitated the exploration of alternative methods for delivering agricultural information effectively and efficiently.

E-agriculture, which involves the use of Information and Communication Technology (ICTs) for agricultural development, presents a viable solution to these challenges. Tools such as mobile phones, social media, online platforms, and SMS-based advisory services have emerged

as promising innovations for improving extension service delivery (Filli *et al.*, 2021). E-agricultural extension services can provide poultry farmers in Niger State with timely information on disease prevention, vaccination schedules, feeding practices, and market opportunities, thus enhancing productivity and profitability (Oladupe and Olaniyi, 2020).

Despite the growing relevance of e-agriculture, its adoption and impact on poultry production in Niger State remain underexplored. There is a need to assess how digital extension services are currently utilized by poultry farmers, the challenges encountered, and the potential for scaling up such interventions to enhance poultry production in the region. Understanding these dynamics is essential for developing strategies that leverage ICTs to improve agricultural extension service delivery and promote sustainable poultry farming practices in Niger State.Based on the foregoing, the study was conducted to achieve the set objectives.

i. examine the effects of e-agricultural extension service usage on poultry production.

Methodology

The study was conducted in Niger State, the State was created out of defunct North Western State and became a fully autonomous State on 3rd February, 1976, with headquarter at Minna. Niger State is in the North-central region of Nigerią and lies between longitude 3^0 $3^0$1 and 7^0 $2^0$1 East of the Greenwich Meridian and latitude 8^0 $2^0$1 and 11^0 $3^0$1 North of the equator (Niger State Bureau of Statistics (NSBS), 2022). Three stage sampling procedure was used to select 226 poultry farmers. The data collected was analysed using descriptive statistics such as; mean, frequency and percentage.

In this study, a list of factors were provided to the respondents to indicate their interest this factors are as follows; breeding, brooding, growing and rearing, production, health management, feeding and nutrition, and marketing and processing. This was operationalized using 5-point Likert rating scale of strongly agreed (5) Agreed (4) neutral (3) Disagree (2) and strongly disagree (1) This was aggregated as 5+4+3+2+1=15 divided by 5 to get the mean score value of 3.0. This value greater than 3.0 was adjudge agreed, while less than 3.0 was adjudge disagree.

Results and discussion

The results obtained from the analyses carried out to achieve the objective of the research.

Breeding

The results in table 1 reveal that access to improved breeding techniques and genetic information were with effective (35.2%) strongly agreeing and (62.9%) agreeing, while the mean score of (4.33). Secondly, faster access to information sharing was strongly validated by (73.3%) agreeing and (24.8%) strongly agreeing. However, (97.1%) acknowledged the risk of misinformation if sources are unreliable. This shows that e-agricultural platforms are critical in disseminating breeding innovations, such as improved stock selection and genetic upgrades, which directly impact poultry productivity. The strong reliance on digital platforms means farmers benefit from timely access to genetic knowledge and breeding programme that enhance flock performance. These findings are consistent with Krell *et al.* (2020), who noted that smallholder farmers in Kenya used mobile training modules to access breeding innovations, though challenges of misinformation were common.

Brooding

The results in table 1 shows that only a small proportion (20.0%) of respondents agreed that digital platforms provide effective guidelines on brooding (temperature, lighting, ventilation), with (46.2%) neutral and over (33.0%) disagreeing or strongly disagreeing. The mean score of (2.76) reflects low effectiveness in this aspect. In contrast, a significant 91.4% agreed or strongly agreed that overreliance on digital information can lead to neglect of practical experience. This suggests that while farmers may occasionally receive useful brooding tips online, many find them either insufficient or not tailored to their specific farm conditions. Practical brooding often requires hands-on demonstration, which digital platforms cannot

adequately provide. The e-agricultural extension service are less effective in brooding management, and over-dependence can hinder practical learning. This aligns with Shehu *et al.* (2022), who reported that poultry farmers in Borno state found extension services inadequate for practical brooding, and with Jiriko and Amah (2018), who highlighted that face-to-face extension support is irreplaceable in sensitive stages like brooding.

Growing and Rearing

The results in table 1 revealed that in terms of advice on housing, feeding, and vaccination schedules, most farmers were neutral (42.4%) or disagreed (35.7%), resulting in a low mean of 2.73. Similarly, growth monitoring via apps had limited support, with only (15.7%) agreeing, while (46.2%) disagreed or strongly disagreed, giving a mean of (2.47). However, (96.7%) strongly agreed or agreed that not all local conditions are covered online, which had a mean of (4.44). This indicates that while digital tools offer general advice, they often fail to account for the diverse climatic and environmental conditions in Niger State. This is similar to findings by Groher et al. (2020), who stated that adoption of digital rearing technologies is highly context-specific, with poor adaptability across varying climates. Olayiwola *et a*l. (2023) also affirmed that ICT tools were widely accessed in Taraba State but often failed to address local realities, such as seasonal disease outbreaks and climatic stress.

Table 1: Effects of e-agricultural Extension service usage on Poultry Production

Variable	Strongly Agree (Freq %)	Agree (Freq %)	Neutral (Freq %)	Disagree (Freq %)	Strongly Disagree (Freq %)	Weighted Sum (WS)	Mean (X)
Breeding							
Access to improved breeding techniques and genetics information	74(35.2)	132(62.9)	4(1.9)	0(0.0)	0(0.0)	910	4.33
Faster access to information sharing	52(24.8)	154(73.3)	4(1.9)	0(0.0)	0(0.0)	888	4.23
Risk of misinformation if sources are unreliable	78(37.1)	126(60.0)	6(2.9)	0(0.0)	0(0.0)	912	4.34
Brooding							
Provide guidelines on temperature control, lighting, and ventilation during brooding	13(6.2)	29(13.8)	97(46.2)	36(17.1)	35(16.7)	579	2.76
Over- reliance on digital information may lead to neglect of practical experience	105(50.0)	87(41.4)	14(6.7)	3(1.4)	1(0.5)	922	4.39
Growing and Rearing							
Advice on housing, feeding and vaccines schedules	18(8.6)	28(13.3)	89(42.4)	30(14.3)	45(21.4)	574	2.73
Growth monitoring through apps or online platforms	8(3.8)	25(11.9)	80(38.1)	42(20.0)	55(26.2)	519	2.47
Not all local conditions are covered online	101(48.1)	102(48.6)	6(2.9)	1(0.5)	0(0.0)	933	4.44

Source: Field Survey, 2025

Production

The results in table 2 shows that online record-keeping tools, which should enhance productivity, were not widely supported. Only (10.0%) strongly agreed, while (89.9%) were neutral with a mean score of (2.42). This suggests that respondents either do not use such tools effectively or lack the technical capacity to manage them. On the other hand, 91.5% of respondents agreed or strongly agreed that over-dependence on technology may reduce hands-on production skills, with a mean of (4.32). This agrees with Olanrewaju *et al.* (2023), who

found that only 18.4% of poultry farmers used computers for record-keeping, showing poor adoption despite clear benefits in Nigeria. **Health Management**

The results in table 2 further reveal mixed perceptions of health management practices. Only (15.8%) agreed or strongly agreed that e-agricultural extension service provide early disease detection and veterinary advice, while (84.3%) were neutral or disagreed, the mean of (2.95). Similarly, wrong diagnosis was identified as a concern, with (42.4%) agreeing, while (31.4%)disagreed. This shows that e-agricultural platforms have potential in health management such as providing vaccination schedules, detecting symptoms, and connecting farmers to veterinarians, but the trust in such services remains low among farmers. The effect on poultry production is that farmers still face challenges in relying on digital veterinary advice, likely due to the risk of self-medication or incorrect application without physical verification by experts. These findings affirmed with Sadique *et al.* (2023), who stated that physical extension agents were more effective than ICT alone in livestock health, and with Pousga *et al.* (2022), who found that livestock health often received less attention in extension services compared to crops.

Feeding and nutrition

The results table 2 revealed that access to feed formulation guidelines and cost-effective feeding strategies had moderate adoption, with (36.6%) agreeing or strongly agreeing and 33.8% disagreeing, giving a mean of (3.80). This indicates that digital platforms were somewhat helpful in guiding feeding decisions, especially in balancing nutrients and managing feed costs. More strongly, (73.3%) of respondents agreed or strongly agreed that standardised advice often does not align with local feed resources or flock conditions, with a mean of (4.10). This highlights the critical limitation of generalised digital feeding recommendations, which may not address local realities such as feed shortages, high costs, or flock variability. Similar limitations were reported by Eleke *et al.* (2024), who found ICT-based training to improve feeding practices but was constrained by local feed availability. Jiriko and Amah (2018) also identified high cost of feed and scarcity as major barriers to poultry farmers, showing that ICT tools alone cannot solve resource-based challenges.

Marketing and processing

The results in table 2 revealed that marketing and processing show strong positive effects of e-agricultural extension service. A total of (84.8%) agreed or strongly agreed that platforms provide wider market access, price updates, and digital sales opportunities, reflected in a mean of (4.10). Similarly, (92.4%) recognised the risk of cyber fraud and market saturation, with a mean of (4.24). These findings show that farmers benefit significantly from digital marketing platforms, gaining access to wider networks and improved bargaining power, thereby increasing income and profitability. However, they also face risks such as fraud and high competition. The effect on poultry production is substantial, as digital marketing and processing directly connect farmers to buyers, reduce middlemen exploitation, and expand opportunities for processed products. This aligns with Ekokogbe *et al.* (2024), who highlighted that WhatsApp adoption significantly improved marketing and communication for poultry farmers.

Waste Management

The results in table 2 indicate that e-agricultural platforms were least effective in waste management. Only (19.6%) of respondents agreed or strongly agreed that they provide innovative ideas on waste recycling, composting, and biogas production, while (44.7%) disagreed or strongly disagreed, with a mean of (2.42). Similarly, (51.9%) strongly disagreed or disagreed that online platforms provide effective waste management support, giving a low mean of (2.36). This suggests that respondents either access or do not access useful information on digital platforms regarding poultry waste utilisation. These findings of Wongsim *et al.* (2018), who noted that ICT adoption in agriculture in Thailand focused more on production than waste management, leaving gaps in environmental sustainability. Likewise, Mohammed

et al. (2019) stated that while ICT improved livestock production in Tunisia, it contributed little towards waste utilisation or sustainable recycling practices.

Table 2: Effects of e-agricultural Extension service usage on Poultry Production

Variable	Strongly Agree (Freq%)	Agree (Freq%)	Neutral (Freq%)	Disagree (Freq%)	Strongly Disagree (Freq%)	Weighted Sum (WS)	Mean
Production							
Online record keeping tools enhance productivity	8(3.8)	13(6.2)	96(45.7)	36(17.1)	57(27.1)	509	2.42
Over dependency on technology may reduce hands-on skills	90(42.9)	102(48.6)	15(7.1)	2(1.0)	1(0.5)	908	4.32
Health Management							
Provide early disease detection online veterinary services and vaccines	6(2.9)	27(12.9)	79(37.6)	29(13.8)	69(32.9)	502	2.39
Wrong diagnosis if farmers self-medicate based on online information without expert verification	17(8.1)	72(34.3)	55(26.2)	15(7.1)	51(24.3)	619	2.94
Feeding and Nutrition							
Access to feed formulation guidelines, nutritional requirements and cost-effective feeding strategies	20(9.5)	57(27.1)	62(29.5)	18(8.6)	53(25.2)	603	2.87
Standardized advice may not locally feed resources or specific flock condition	38(18.1)	116(55.2)	39(18.6)	9(4.3)	8(3.8)	797	3.79
Marketing and Processing							
Wider market access, prices update online sales platforms digital marketing skills	64(30.5)	114(54.3)	24(11.4)	5(2.4)	3(1.4)	861	4.10
Cyber fraud risk, market saturation due to increased competition online	71(33.8)	123(58.6)	13(6.2)	1(0.5)	2(1.0)	890	4.24
Waste Management							
Online innovative ideas on waste recycling composting and biogas production	10(4.8)	31(14.8)	71(33.8)	23(11.0)	75(35.7)	508	2.42
Online challenges without physical demonstrate or technical support	14(6.70	37(17.6)	50(23.8)	18(8.6)	91(43.3)	495	2.36

Source: Field Survey, 2025

Conclusion

The study revealed that e-agricultural extension services significantly enhance poultry production in Niger State by improving farmers knowledge and practices in feeding, housing, marketingand processing, and waste management.

References

Agwu, E. A., Irenonsen, O. U., & Cynthia, E. N. (2019). ICTs and online resources used for meeting information needs by agricultural researchers and extension workers in Edo State, Nigeria. Azarian Journal of Agriculture, 2(6), 1927.https://doi.org/10. 29252/azarinj.0004

Eleke, U. P., Lai-Solarin, W. I., Bamidele, J., Joel, O. J., Joel, A. F., & Sennuga, S. O. (2024). Influence of information and communication technology-based training on livestock production efficiency in Bwari Area Council, Abuja. Global Academic Journal of Agriculture and Biosciences,6(6),199217.https://doi.org/10.36348/gajab. 2024.v06i06. 004

Ekokogbe, O. O., Ebewore, S. O., Ofoku, A. U., & Enwa, S. (2024). Assessing the effects of social media adoption on poultry farm management practices in Delta State, Nigeria. International Journal of Agriculture Extension and Social Development, 7(12), 153160. https://doi.org/10.33545/26180723.2024.v7.i12c.1395

FAO. (2020). Transforming agricultural research and extension systems: Unlocking the potential of agricultural innovation to achieve the Sustainable Development Goals. Rome. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/CA8737EN

Filli, F. B., Bulus, G., & Mauya, I. (2021). Econometrics of socio-economic characteristics on poultry-egg production in Wukari Local Government Area, Taraba State, Nigeria. Journal of Agricultural Economics, Environment and Social Sciences, 7(2), 4555.

Groher, T., Heitkämper, K., & Umstätter, C. (2020). Digital technology adoption in livestock production with a special focus on ruminant farming. Animal, 14(11), 24042413. https://doi.org/10.1017/S1751731120001391

Jiriko, R., Mbah, E. N., & Amah, N. E. (2018). Prospects of extension services in improving brood and sell poultry production among farmers in Enugu State, Nigeria. Environmental Analysis and Ecology Studies, 4(5), 1–5. https://doi.org/10.31031/EAES.2018.04.000596

Krell, N. T., Giroux, S. A., Guido, Z., Hannah, C., Lopus, S. E., Caylor, K. K., & Evans, T. (2020). Smallholder farmers use of mobile phone services in central Kenya. Climate Development, 12(5), 387398.

Mohammed, Z. D., Sonia, B., Boubaker, D., Meriem, O., Oussama, J., & Salah, B. Y. (2019). Factors affecting innovative technologies adoption by livestock holders in arid areas of Tunisia. New Mediu, 18(4).

NSBS. (2022). Statistical yearbook of Niger State. Minna, Nigeria: Niger State Government Press.

Oladupe, A., & Olaniyi, O. (2020). Analysis of mobile phone use for agricultural information among poultry farmers in Oyo State, Nigeria. Journal of Agricultural Extension and Rural Development, 12(4), 8997.

Olayiwola, S. A., Umar, A. I., Egbeadumah, M., & Kefas, K. (2023, October). Effects of Information Communication and Technology (ICT) usage on poultry farmers in Jalingo Local Government Area of Taraba State, Nigeria. Federal University Wukari (ResearchGate publication).

Olanrewaju, K. O., Idris-Adeniyi, K. M., Adebayo, S., & Famakinwa, M. (2024). Information and communication technologies use proficiency and the poultry waste management practices of farmers in Nigeria. UDS International Journal of Development, 3(1), 3045.

Pousga, S., Magnuson, U., Moumouni, I., Dayo, G. K., Kante, A., & Bogvist, S. (2022). Extension services for livestock keepers in low-income countries: A low priority? Animals, 12(6), 726. https://doi.org/10.3390/ani12060726

Shehu, H., Burabe, B. I., Umar, A. S. S., & Kareto, F. L. (2022). Perceived effectiveness of extension service delivery in improving poultry farming among poultry farmers in Maiduguri, Borno State, Nigeria. International Journal of Management, Social Sciences, Peace and Conflict Studies, 5(4).

Sadique, K., Hayder, K. S., Sherf-U., A., Monira, S., & Shopna, A. (2023). Adoption of improved management practices of livestock: Case of small-scale farmers in rural.Bangladesh.Heliyon,9(8),e18667.https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18667

Wongsim, M., Sonthiprasat, R., & Surinta, O. (2018). Factors influencing the adoption of agricultural management information systems in Thailand. *In Proceedings of the 3rd Technology Innovation Management and Engineering Science International Conference* (TIMES-iCON) (pp. 1–4).https://doi.org/10.1145/3508072.3508130

APPROACH ON PROFESSIONAL INFORMATION ON LITERACY SKILL AMONG THE FACULTY OF VELLALAR COLLEGE FOR WOMEN IN ERODE

Dr.B.MAHADEVAN
Assistant Professor and Head,
PG Department of Library and Information Science,
Vellalar College for Women (Autonomous), Thindal (Post), Erode, Tamilnadu, India

Abstract
Information literacy is a core professional competency for faculty members in higher education, enabling effective access, evaluation, and ethical use of information in teaching, research, and academic decision-making. This study examines the approach to professional information literacy skills among faculty members of Vellalar College for Women (Autonomous), Erode. The research focuses on identifying the level of awareness, information-seeking behavior, use of digital and scholarly resources, and application of information literacy skills in academic activities. A survey method is adopted to collect data from faculty across different departments, using a structured questionnaire. The findings highlight variations in information literacy competencies based on discipline, teaching experience, and exposure to ICT-based resources. The study also identifies key challenges faced by faculty in accessing and utilizing electronic resources effectively. The results emphasize the need for continuous professional development programmes, library-led information literacy initiatives, and institutional support to strengthen faculty information literacy skills for enhanced teaching, research productivity, and lifelong learning.
Keywords: Information Literacy, Professional Competency, Faculty Members, Academic Libraries, Higher Education, Vellalar College for Women

SERVO CLOCK ON ARDUINO

Rahimova Yulduz
Oguz han Engineering and technology university, Student of Cyberphysical systems faculty, Electronics and nanoelectronics department
Ashgabat, Turkmenistan
Nazarov Kerim
Oguz han Engineering and technology university, Student of Cyberphysical systems faculty, Electronics and nanoelectronics department
Ashgabat, Turkmenistan

ABSTRACT

This paper critically examines the implications of using Arduino-based servo motors in the construction of a mechanical clock system, focusing on the potential drawbacks and ethical concerns of replacing traditional timekeeping mechanisms with automated, AI-driven solutions. The project centers on an Arduino microcontroller controlling three servo motors that operate the hands of a clock. While the technology behind this system promises precision and simplicity, it raises significant questions about the increasing reliance on automation for even the most fundamental human tasks, such as telling time.

By utilizing a Real-Time Clock (RTC) module for accurate timekeeping, this project bypasses the need for human oversight, thus diminishing personal interaction with the passage of time. Servo motors, controlled by Arduino's Pulse Width Modulation (PWM) signals, may appear efficient, but they come with concerns regarding mechanical wear, limited lifespan, and energy consumption. This automation is not a simple enhancement, but rather a step toward eliminating human agency in timekeeping, which has traditionally been a manual, interactive process.

The project's reliance on a pre-programmed microcontroller, rather than a natural, mechanical, or analog solution, raises questions about the diminishing role of human craftsmanship and creativity in the design of everyday objects. This shift towards automated solutions risks overshadowing the deeper, more meaningful connections humans once had with the tools they created and used. Additionally, the increasing sophistication of these systems could contribute to further technological dependency, which may lead to greater isolation and reduced reliance on traditional, human-centric methods of problem-solving.

The implications of such developments, particularly in educational contexts, are explored, highlighting concerns about the future of human engagement with technology. The paper suggests that while Arduino-based servo clocks are innovative, they also represent a step towards over-automation and a diminishing of human connection to time itself.

Keywords: Arduino, servo motor, real time clock, PWM control, microcontroller

LEARNING DIFFICULTIES IN GEOLOGY AT THE SECONDARY SCHOOL LEVEL: A CASE STUDY OF THE PROVINCIAL DELEGATION OF OUJDA–ANGAD (EASTERN MOROCCO)

Dr. Soufiane Ziani
Laboratory of Applied Geosciences, Department of Geology, Faculty of Sciences, Mohammed 1st University, Oujda, Morocco.
Dr. Jamila Abderbi
Dr. Zahra Zerrouqi
Laboratory of Innovation in Sciences, Technology and Education, Regional Center for the Professions of Education and Training (CRMEFO), 60000, Oujda, Morocco.
(ORCID ID: 0000-0003-3302-3973)

Abstract
Geology is a scientific discipline that aims to explain the fundamental processes governing the functioning of the Earth. In the Moroccan secondary school curriculum, geology provides students with essential scientific and technical concepts that enable them to understand internal and external geological phenomena and to appreciate the country's geological heritage. However, Moroccan students show limited engagement with Earth sciences for various reasons. This study seeks to identify the main obstacles hindering the learning of geology and to explore pedagogical tools that may enhance students' understanding of geological concepts. To this end, a semi-open questionnaire was administered to both students and teachers, followed by an analysis of their conceptions. The results reveal that, in addition to epistemological and didactic obstacles related to specific geological concepts—particularly geological time—other factors also negatively affect the learning of geology. Furthermore, the findings highlight the positive contribution of fieldwork activities and the integration of information and communication technologies in education (ICTE) within life and Earth sciences courses. Such approaches are especially effective when grounded in cognitivist and constructivist learning paradigms. This study contributes to the improvement of geology teaching practices and supports the training of future geologists capable of sustainably managing the region's geological natural resources.
Keywords: Geology education; Earth sciences; learning difficulties; secondary education; fieldwork; Morocco.

IN SEARCH FOR WADI ABQER IN JORDAN-SOUTH LEVANT (ARCHAEOLOGY &ANTHROPOLOGY)

By Abdullaziz Hwedy
Associate Professor in History Department of Faculty of social Sciences (Former)
(Al-Albayt University

Abstract:

This paper examines the hypothesis of a possible geographical location for *Wadi Abqar* in southern Jordan through a multidisciplinary approach that integrates archaeological studies, historical geography, cultural studies, as well as geological and environmental analysis. The study draws on Arab cultural heritage, which traditionally associates Wadi Abqar with poetic creativity and the world of jinn, viewing it as a cultural construct shaped within the Arab collective imagination. Based on this framework, the paper proposes a spatial reading of this concept in the region of Busayra (Buseirah) in Tafila Governorate and its surrounding natural and historical sites.

Busayra represents a site of significant historical importance, having served as the ancient capital of the Edomite Kingdom, as evidenced by archaeological excavations and historical scholarship. This historical prominence lends the region substantial political and cultural weight in antiquity. The paper further examines the area's geological characteristics, particularly its sedimentary and limestone formations that have undergone long-term processes of erosion and weathering, resulting in the formation of an extensive network of natural caves and rock shelters. These geological features constitute a prominent element of the natural landscape and have been reinterpreted within local popular memory as spaces associated with supernatural beliefs, a perception reflected in orally transmitted local narratives.

In addition, the study discusses the role of the local community in appropriating these natural and archaeological features for the promotion of historical and geological sites within an emerging framework of cultural tourism. The paper also analyzes the role of natural springs and green vegetation cover in sustaining human settlement across historical periods, transforming the region into an important توقف point along ancient trade routes. These routes were traversed by Arab poets and travelers, contributing to the enduring perception of southern Jordan as a landscape conducive to literary and cultural creativity.

The study concludes that the convergence of archaeological, geological, and environmental data with Arab cultural imagination opens new scholarly perspectives for examining Wadi Abqar as a cultural-spatial concept rather than a purely mythical construct. Furthermore, it highlights the potential for employing this hypothesis in the development of sustainable cultural and heritage tourism in southern Jordan, while preserving the site's scientific value and local identity.

Keywords: Anthropology, Archaeology, Heritage, Jordan, South Levant.

HIGH-FIBER SOYFFEE POLVORON: UTILIZATION OF SOY PULP (OKARA) AND SPENT COFFEE GROUNDS AS FUNCTIONAL INGREDIENTS

Jessabel E. **RAMOS**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-9164-6235
Wilkin L.. **AGUILAR**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-6086-7559
Cherievel R. **FRANCISCO**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-6171-3252
Rosenda A. **RODRIGUEZ**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-5016-5400
Dr. Joan L. **FORTUNA**
Cavite State University, Department of Hospitality Management, Philippines
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0007-5139-7908

Abstract
The researchers developed and evaluated the High-Fiber Soyffee Polvoron utilizing soy pulp (*okara*) and spent coffee grounds as functional ingredients intended to promote food waste reduction and sustainable food innovation. The researchers adopted the framework of Aramouni and Deschenes (2017). Specific objectives include High-Fiber Soyffee Polvoron in terms of Appropriate Percentage per ingredient, Technology Support, Regulation, Financial and Packaging. An experimental research design was employed where two formulations were developed. The study was conducted in Carmona, Cavite with fifty (50) respondents. The product was assessed in terms of appearance, flavor, texture, aftertaste, and general acceptability. Formulation 2 obtained highly acceptable results particularly in appearance, texture, and aftertaste while no significant difference was observed in flavor and general acceptability between the two formulations. The process has three phases. Specifically, dehydration of soy pulp and SCG; powdering, sifting, toasting, mixing, molding, cooling; and Packaging. The provisions concerning the quality of the polvoron provided by the PNS/FDA 33:2022 standard was successfully met; the price per piece is Php 5.21. Furthermore, the intrinsic factors such as pH level, water activity, and nutritional content were analyzed to determine the suitable packaging. The developed product was slightly acidic with a pH of 5.41 and a low water activity of 0.55. It concluded that the developed product was high in fiber, low sugar and had trace amounts of calcium, iron and vitamin a. The use of multilayer food-grade laminated pouch with individual packaging was found appropriate in preserving product quality and stability. The study concludes that High-Fiber Soyffee Polvoron is an acceptable, nutritious, cost-effective, and sustainable alternative to conventional polvoron contributing to food waste utilization and responsible consumption.
Keywords: *functional food, food waste utilization, polvoron, product development, spent coffee grounds, soy pulp (okara),*

1. INTRODUCTION

Food waste has emerged as a critical global issue, affecting environmental sustainability, economic efficiency, and food security. Approximately one-third of food produced for human consumption is lost or wasted each year, generating significant greenhouse gas emissions and contributing to climate change. In the Philippines, food waste is prevalent at both household and commercial levels, including waste generated from restaurants, markets, and food

processing facilities. Among the most overlooked sources of food waste are agricultural and processing by-products, which often retain valuable nutritional and functional properties.

Soy pulp, commonly referred to as okara, is a by-product of tofu and soymilk production. Despite being rich in dietary fiber, protein, and bioactive compounds, okara is frequently discarded due to its high moisture content and rapid spoilage. Similarly, spent coffee grounds are generated in large quantities from coffee brewing activities. These residues still contain substantial amounts of dietary fiber, antioxidants, and bioactive compounds, yet they are commonly disposed of as waste.

Polvoron is a traditional Filipino confection known for its crumbly texture and rich, buttery flavor. Because of its dry composition and low water activity, polvoron is an ideal product for functional ingredient incorporation. Enhancing polvoron with fiber-rich by-products presents an opportunity to improve its nutritional profile while maintaining cultural relevance.

This study aimed to develop a high-fiber version of polvoron using okara and spent coffee grounds as functional ingredients. Specifically, the study sought to (1) develop and standardize product formulations, (2) evaluate consumer acceptability, (3) determine significant sensory differences between formulations, (4) analyze physico-chemical and nutritional properties, and (5) identify suitable packaging for commercialization. The study aligns with Sustainable Development Goals related to zero hunger, good health and well-being, and responsible consumption and production.

2. MATERIALS AND METHODS

This study employed an experimental research design to systematically evaluate the effects of okara and spent coffee grounds incorporation into polvoron. Two formulations were developed using varying substitution ratios. The control formulation followed a conventional polvoron recipe, while the experimental formulations partially substituted all-purpose flour and coffee powder with dehydrated okara and spent coffee grounds.

Raw materials included all-purpose flour, soy pulp (okara), spent coffee grounds, coffee powder, sugar, unsalted butter, powdered milk, rice crispies, and salt. Okara and spent coffee grounds were sourced from local suppliers in Carmona, Cavite. To ensure safety and stability, both by-products underwent dehydration prior to use.

Soy pulp was dehydrated at 170 °C for 30 minutes, while spent coffee grounds were dried at 60 °C for two hours. Dehydrated materials were ground into fine powders and sifted to ensure uniform particle size. The dry ingredients were toasted to enhance flavor before mixing with butter and other ingredients. The mixture was molded into uniform pieces, cooled, and packaged for evaluation.

Methods of Evaluation

The study aims to determine the potential of High-Fiber Soyffee Polvoron as a nutritious and innovative snack product enriched with soy pulp *(okara)* and spent coffee grounds. The research involves evaluating the sensory qualities of the developed product including its flavor, texture, aroma, appearance, and overall acceptability. A total of fifty (50) respondents will conduct the sensory evaluation utilizing standardized sensory assessment techniques. Each respondent will rate the samples based on the given attributes using a hedonic scale. The results will be compared to a traditional polvoron sample to determine significant differences in sensory properties and to highlight the nutritional and functional advantages of the High -Fiber Soyffee polvoron. Consumer feedback will also be collected to assess the overall acceptability and preferences of the study.

Preference Test. It was conducted to determine which formulation was more preferred by the panelists. Participants were asked to evaluate both samples and indicate which one they found more acceptable overall. This test helps identify consumer preference between the two formulations and provides insight into the most favorable product in terms of general acceptability.

Affective Test. It aimed to measure the panelists degree of liking or disliking toward specific sensory attributes such as color, aroma, taste, texture, and overall acceptability. Using the 9-point hedonic scale panelists rated each attribute to express their personal level of satisfaction. This test reflects the emotional or affective response of consumers to the product sensory characteristics.

Discrimination Test. It was utilized to determine whether there were perceptible sensory differences between the two formulations. Panelists were asked to assess the samples and indicate if they noticed any differences in terms of taste, aroma or texture. The T-test was used to analyze the results and compared the mean scores between the two formulations to identify if the differences in sensory attributes were statistically significant. This test helps establish whether the variations between formulations are distinguishable to the consumer.

Table 1. **High-Fiber Soyffee Polvoron Formulation**

Ingredient	Control (g)	Formulation 1 (g)	Formulation 2 (g)
All-purpose flour	500	250	375
Soy pulp (okara)	-	250	125
Coffee powder	24	12	18
Spent coffee grounds	-	12	6
Sugar	100	100	100
Unsalted butter	340	340	340

Physico-chemical analyses included pH measurement and water activity determination. Nutritional composition was analyzed to quantify energy, macronutrients, fiber, and selected micronutrients. Data were analyzed using descriptive statistics and paired sample t-tests at a 0.05 significance level.

3. RESULTS

3.1 Product Development and Feasibility

Two formulations of High-Fiber Soyffee Polvoron were successfully developed using different ratios of okara and spent coffee grounds. Formulation 2, which utilized a lower substitution level, demonstrated greater feasibility in terms of ingredient integration, processing stability, regulatory compliance, and cost efficiency. The product met Philippine food safety standards and was economically viable, with a unit cost of Php 5.21 per piece.

3.2 Product Acceptability

Sensory evaluation results showed that High-Fiber Soyffee Polvoron was generally acceptable to consumers. Formulation 2 received higher mean scores across all sensory attributes, particularly in appearance and texture. Respondents rated the product between 'like moderately' and 'like very much,' indicating positive consumer response.

Table 2. Product Acceptability

Attribute	Formulation 1	Formulation 2
Appearance	7.52	8.02
Flavor	6.92	7.30
Texture	6.84	7.44
Aftertaste	6.66	7.14
General Acceptability	7.30	7.60

3.3 Sensory Differences Between Formulations

Statistical analysis revealed significant differences between the two formulations in appearance, texture, and aftertaste ($p < .05$). No significant differences were found in flavor and general acceptability, suggesting that functional ingredient incorporation did not adversely affect taste.

Table 3. Sensory Differences between the two formulations

Attribute	p-value	Significance	Conclusion

Appearance	0.00	Significant	Formulation 2 preferred
Flavor	0.13	Not Significant	Comparable taste
Texture	0.00	Significant	Formulation 2 smoother
Aftertaste	0.04	Significant	Noticeable difference
General Acceptability	0.12	Not Significant	Equally acceptable

3.4 Intrinsic Food Components

Physico-chemical analysis showed that High-Fiber Soyffee Polvoron had a mean pH of 5.41, placing it within the slightly acidic range suitable for confectionery products. Water activity was recorded at 0.55, a level that inhibits microbial growth. Nutritional analysis revealed increased dietary fiber, moderate protein content, and reduced sugar levels compared to traditional polvoron.

Table 4. Intrinsic Food Components

Parameter	Value	Interpretation
pH	5.41	Slightly acidic, safe
Water Activity	0.55	Shelf-stable
Nutritional analysis	1.29 g fiber	Relatively high fiber

Nutritional

High-Fiber Soyffee Polvoron provides **76.97 kcal per 16 g serving,** comparable to traditional polvoron and equivalent to **3.04% of the recommended daily energy intake** for adults. Fat contributes **40.54 kcal,** with **4.50 g total fat,** including **2.72 g saturated fat,** suggesting moderate consumption for individuals with lipid-related health concerns. Carbohydrate content is **7.87 g,** of which only **1.87 g** is sugar, making the product suitable for consumers seeking reduced-sugar snacks.

Dietary fiber content is relatively high at **1.29 g (6.45% of the recommended intake),** with soy pulp (okara) contributing **84%,** thereby supporting digestive health. Protein content is modest at **1.42 g (2.01%),** primarily from soy pulp and milk solids.

In terms of micronutrients, the product contains **42.23 mg sodium (8.45%),** which may pose concerns for individuals with hypertension if consumed excessively. It also provides **22.78 mg calcium (3.04%), 0.47 mg iron (3.87%),** and **35.63 mcg RE vitamin A (5.09%),** representing an improvement over conventional polvoron. Overall, High-Fiber Soyffee Polvoron offers **higher fiber, lower sugar, and improved micronutrient content,** making it a healthier alternative to traditional polvoron.

However, the product contains **allergens (soy, wheat, dairy)** and **residual caffeine** from coffee ingredients, necessitating **clear nutritional and allergen labeling,** particularly for consumers with hypertension, kidney conditions, or caffeine sensitivity.

3.5 Packaging and Commercial Viability

Based on intrinsic product properties, multilayer laminated packaging was identified as the most appropriate option for preserving quality and extending shelf life. The packaging design supported moisture control, regulatory compliance, and consumer convenience, enhancing commercialization potential.

5. CONCLUSION

High-Fiber Soyffee Polvoron is a viable functional food product that successfully integrates food waste by-products into a culturally relevant snack. The product demonstrated acceptable sensory qualities, enhanced nutritional value, and favorable physico-chemical properties. Its affordability and compliance with food safety standards further support its commercialization potential.

The study confirms that okara and spent coffee grounds can be effectively utilized as functional ingredients in confectionery products. Future research may explore shelf-life testing, consumer market trials, and optimization of fat content to further improve product quality.

References

Ahmed, M., Rahman, M., & Islam, M. (2023). Utilization of spent coffee grounds as a functional ingredient in sponge cake formulation. *Journal of Food Processing and Preservation, 47(2), e16921.*

Anese, M., & Suman, M. (2013). Mitigation strategies of furan and other harmful compounds in food. *Food Research International, 54(1), 257–263.*

Aramouni, F. M., & Deschenes, K. (2017). Methods for developing new food products. *Academic Press.*

Asghar, A., Rashid, M. U., & Shahid, M. (2023). Nutritional characterization and food applications of okara: A sustainable soy by-product. *Journal of Food Science and Nutrition, 11(3), 145–158.*

Bakerpedia. (2022). All-purpose flour. https://bakerpedia.com Bakerpedia. (2025). Butter in baking. https://bakerpedia.com

Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2014). Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. *Food and Bioprocess Technology, 7(12), 3493–3503.*

Bejenari, I., Corcodel, L., & Balan, V. (2022). Drying kinetics and moisture diffusion in spent coffee grounds. *Journal of Food Engineering, 315, 110768.*

BiteSized. (2022). Coffee polvoron. *BiteSized.ph*. https://bitesized.ph Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., & Oomah, B. D. (2015). Minor components of coffee and their potential health benefits. *Food Research International,77,481–493.*

Campos-Vega, R., Vázquez-Sánchez, K., & Vergara-Castañeda, H. (2020). Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. *Trends in Food Science & Technology, 45, 24–36.*

Campos-Vega, R., Oomah, B. D., & Vergara-Castañeda, H. (2023). Food waste valorization: Applications of coffee by-products in food systems. *Sustainability, 15(6), 4721.*

Chef's Resource. (2022). Why butter matters in baking. https://chefsresource.com

Food and Agriculture Organization. (2023). Coffee production and by-product management. *FAO*

Guo, X., Zhao, W., & Chen, Y. (2018). Effects of drying methods on okara flour properties. *Journal of Food Quality, 2018, 1–9.* International Coffee Organization. (2023). Coffee development report. *ICO.*

Joo, S. Y., Kim, H. J., & Lee, J. H. (2023). Effect of okara addition on nutritional and sensory properties of baked products. *Food Science and Biotechnology, 32(4), 567–576.*

Key Engineering Materials. (2020). Drying behavior and antioxidant retention of spent coffee grounds. *Key Engineering Materials, 844, 120–126.*

Kim, S. H., Lee, J. Y., & Xu, J. (2023). Fermented okara as a functional ingredient in biscuits. *Journal of Functional Foods, 97, 105261.*

King Arthur Baking Company. (2021). Flour guide. https://www.kingarthurbaking.com

Kumari, S., & Kumar, A. (2022). Nutritional enrichment of bakery products using soy by-products. *Journal of Cereal Science, 104, 103426.*

Laura's Bake Lab. (2022). Butter temperature and baking results. https://laurasbakelab.com

Li, B., Qiao, M., & Lu, F. (2020). Composition, nutrition, and utilization of okara (soybean residue). *Food Reviews International, 36(1), 1–22.*

Martins, Z. E., Pinho, O., & Ferreira, I. M. (2020). Food waste valorization: Spent coffee grounds as a functional ingredient. *Trends in Food Science & Technology, 101, 27–40.*

Ministry of Pastry. (2024). Butter composition and baking performance. https://ministryofpastry.com

Moore, L. (2024). Nutritional profile of soy by-products. *Journal of Plant-Based Nutrition, 6(1), 33–45.*
Nzekoue, F. K., Angeloni, S., Navarini, L., & Sagratini, G. (2020). Coffee silverskin and spent coffee grounds as functional ingredients. *Foods, 9(6), 768.*
Philippine National Standard / FDA. (2022). PNS/FDA 33:2022 – Code of practice for ethnic flour-based confectionaries.
Ragus, K. (2021). Understanding sugar functionality in baking. *International Journal of Culinary Science, 4(2), 55–63.*
RestoNYC. (2023). Butter in laminated dough. https://restonyc.com
Rinaldi, M., Dall'Asta, M., & Galaverna, G. (2021). Okara-based functional bakery products. *Foods, 10(5), 1123.*
Rodriguez, J. A., Perez, L., & Gomez, M. (2024). Sensory optimization of okara-fortified baked goods. *Journal of Food Product Development, 29(1), 44–58.*
Silva, M. A., Nebra, S. A., & Ribeiro, M. (2020). Use of spent coffee grounds as a cocoa powder substitute. *Journal of Food Engineering, 276, 109887.*
Times of India. (2021). How to store flour properly. https://timesofindia.indiatimes.com
Tridtitanakiat, S., Hernandez-Estrada, Z. J., & Rayas-Duarte, P. (2023). Drying temperature effects on okara flour quality. *Journal of Food Science, 88(3), 1021–1033.*
United Nations Environment Programme. (2021). Food waste index report. *UNEP*.
United States Pharmacopeia (2021). General Chapter, ⟨922⟩ Water Activity.USP-NF. Rockville, MD: *United States Pharmacopeia*.
USDA FoodData Central. (2022). All-purpose flour. https://fdc.nal.usda.gov Vázquez-Sánchez, K., Campos-Vega, R., & Vergara-Castañeda, H. (2021). Stability and safety of spent coffee grounds for food use. *Food Control, 121, 107587.*
Wang, J., Li, Y., & Chen, X. (2021). Effect of oven-drying on okara powder quality. *Journal of Food Processing and Preservation, 45(7), e15578.*
Wicaksono, A., & Yamamoto, S. (2025). Nutritional and functional evaluation of okara. *Animal Feed Science and Technology, 311, 115015*.
World Health Organization. (2022). The state of food security and nutrition in the world. *WHO.*
Yadav, P., & Vandana, V. (2023). Fermentation strategies to enhance okara utilization. *Journal of Food Biotechnology, 7(2), 89–101*

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

QUANTITATIVE ANALYSIS OF EMISSION SPECTRA FROM EVERYDAY LIGHT SOURCES USING LOW-COST FIBER-OPTIC SPECTROSCOPY

Hamza ALI
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, College of Materials Science and Technology, Department of Materials Science, Nanjing, China
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-9267-9853
Zain ALI
University of Agriculture, Faculty of Sciences, Department of Physics, Faisalabad, Pakistan
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-1012-7726

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Emission spectroscopy is a fundamental technique for investigating atomic and molecular energy levels, with significant applications in physics education, materials characterization, and qualitative analysis. Everyday light sources exhibit distinct emission patterns (line, continuum, or mixed spectra) arising from different excitation mechanisms. The present study aimed to quantitatively characterize the emission spectra of common light sources (such as flashlight, laser, matchstick flame, and tissue paper flame) using a low-cost fiber-optic spectrometer and to evaluate their spectral features, including peak wavelengths, intensities, linewidths, and associated atomic transitions, with emphasis on educational value for undergraduate laboratories.

Materials and Methods: The emission spectra were recorded using an Ocean Optics HR4000 high-resolution fiber-optic spectrometer (200–1100 nm range, ~0.75 nm resolution) interfaced with SpectraSuite software. Four common light sources were examined: (1) LED flashlight, (2) laser pointer, (3) matchstick flame, and (4) tissue paper flame. Light was collected via a 600 μm multimode fiber positioned 5–10 cm from each source. Integration time was adjusted (250–500 ms) to avoid saturation, with dark correction applied. Spectra were exported and analyzed in Origin for initial visualization, followed by Python-based quantitative modeling (NumPy, SciPy, Matplotlib), including normalization, Gaussian peak fitting, full-width at half-maximum (FWHM) determination, photon energy calculation ($E = 1239.8 / \lambda$ in eV), and simulation of fine-structure splitting and instrumental broadening deconvolution. Peak positions and intensities were compared with NIST Atomic Spectra Database values.

Results: The flashlight spectrum exhibited two broad peaks at 450 nm (10595 counts) and 550 nm (14569 counts), indicative of blue LED excitation and yellow phosphor continuum (FWHM ≈ 117.8 nm). The laser produced a sharp monochromatic peak at 532 nm (15657 counts, FWHM ≈ 2.4 nm). The matchstick flame showed a single peak at 766 nm (9866 counts, FWHM ≈ 11.8 nm), assigned to the potassium (K) 4p → 4s transition. The tissue paper flame displayed a noisy peak at 589 nm (2258 counts, FWHM ≈ 23.5 nm), corresponding to sodium (Na) 3p → 3s D-lines. Experimental photon energies matched tabulated values within 0.05–0.25% error. Simulated fine-structure splitting (Na $\Delta\lambda \approx 0.6$ nm, $\Delta E \approx 0.0021$ eV; K $\Delta\lambda \approx 3.4$ nm, $\Delta E \approx 0.0071$ eV) was unresolved due to instrumental broadening (~1–2 nm).

Discussion and Conclusion: The study has demonstrated that low-cost fiber-optic spectroscopy enables quantitative characterization of emission spectra from everyday sources, revealing clear distinctions between continuum (flashlight), line (laser), and atomic line emission (flames).

Broadening analysis confirmed instrumental dominance in the laser spectrum, while thermal effects widened flame peaks. The results align with standard atomic transition data and highlight the pedagogical value of such experiments in teaching quantum mechanics, instrumentation, and elemental analysis. In conclusion, this accessible approach is effective for undergraduate laboratories, promoting hands-on learning of spectral physics without requiring expensive equipment.

Key Words: Emission Spectroscopy; Fiber-Optic Spectrometer; LED Flashlight; Green Laser; Flame Emission; Atomic Transitions; Undergraduate Physics Education

DÖNGÜSEL EKONOMİ YAKLAŞIMI İLE PLASTİK KİRLİLİĞİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK ÇÖREK OTU POSASI KATKILI BİYOBOZUNUR PLA KOMPOZİTLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Abubekir DOĞAN
Adıyaman University, Institute of Graduate Studies, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Adıyaman

Müslüm ALTUN
Adıyaman University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Adıyaman
ORCID: 0000-0003-2691-7370

Mithat ÇELEBİ
Yalova University, Faculty of Engineering, Department of Polymer Materials Engineering, Yalova
ORCID: 0000-0002-2013-5354

Şerif ÇİTİL
Adıyaman University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adıyaman
ORCID: 0000-0002-3714-3772

ÖZET
Bu çalışmada, döngüsel ekonomi ilkeleri doğrultusunda, yağ ekstraksiyonu sonrası ortaya çıkan agro-endüstriyel bir atık olan çörek otu posasının (ÇP) değerlendirilmesiyle, tek kullanımlık plastik kirliliğinin azaltılmasına yönelik biyobozunur polilaktik asit (PLA) bazlı biyokompozitler geliştirilmiştir. %20–40 oranlarında BC, %3 talk ve maleatlı PLA (PLA-MA) uyumlulaştırıcı kullanılarak ergiyik harmanlama yöntemiyle PLA matrisine dahil edilmiştir. Mekanik testler sonucunda, saf PLA'nın 46,34 MPa olan çekme dayanımının %40 BC ilavesiyle 12,20 MPa'ya düştüğü, ancak PLA-MA kullanımıyla bu değerin 15,30 MPa'ya yükseldiği belirlenmiştir. BC ilavesi, Shore D yüzey sertliğini 73,6'dan 84,9'a çıkarırken, DSC analizleri kristallinite derecesinin %5,18'den %27,60'a yükseldiğini ve soğuk kristalleşmenin tamamen baskılandığını göstermiştir. TGA sonuçları, artan BC oranı ile termal kararlılığın azaldığını (T_5: 290,4 °C → 214,2 °C), buna karşın kömür veriminin %14,5'e ulaştığını ortaya koymuştur. 46 haftalık toprak gömme testlerinde, %40 ÇP içeren kompozit %42,4 kütle kaybı sergileyerek saf PLA'ya (%0,22) kıyasla belirgin bir biyobozunurluk artışı göstermiştir. Sonlu elemanlar analizi, taşıma kapasitesinin 5,275 N'den 1,75 N'ye düştüğünü, ancak yüksek BC içeriğinde süneklik artışı meydana geldiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, ÇP katkılı PLA biyokompozitler, atık valorizasyonu, biyobozunurluk ve çevresel uyum açısından, AB Tek Kullanımlık Plastik Direktifi (2019/904) ile uyumlu sürdürülebilir çatal-kaşık-bıçak uygulamaları için güçlü bir alternatif sunmaktadır.
Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi, Çörek otu posası, Polilaktik asit, Biyokompozit, Plastik kirliliği, Biyobozunurluk

DEVELOPMENT OF BLACK CUMIN CAKE-FILLED BIODEGRADABLE PLA COMPOSITES FOR REDUCING PLASTIC POLLUTION THROUGH A CIRCULAR ECONOMY APPROACH

ABSTRACT

In this study, biodegradable polylactic acid (PLA)-based biocomposites were developed to reduce single-use plastic pollution by valorizing black cumin cake (BC), an agro-industrial waste generated after oil extraction, within the framework of circular economy principles. BC was incorporated into the PLA matrix at loadings of 20–40 wt%, together with 3 wt% talc and maleated PLA (PLA-MA) as a compatibilizer, using a melt blending process. Mechanical testing revealed that the tensile strength of neat PLA (46.34 MPa) decreased to 12.20 MPa at 40 wt% BC loading, while compatibilization improved this value to 15.30 MPa. The incorporation of BC significantly increased Shore D surface hardness from 73.6 to 84.9. Differential scanning calorimetry (DSC) results showed a marked increase in crystallinity from 5.18% to 27.60% and complete suppression of cold crystallization. Although thermogravimetric analysis (TGA) indicated a reduction in thermal stability with increasing BC content (T_5 decreased from 290.4 °C to 214.2 °C), char yield increased up to 14.5%, indicating enhanced carbonaceous residue formation. Soil burial tests conducted over 46 weeks demonstrated a substantial improvement in biodegradability, with the 40 wt% BC-filled composite exhibiting 42.4% mass loss, compared to only 0.22% for neat PLA. Finite element analysis revealed a decrease in load-bearing capacity from 5.275 N to 1.75 N with increasing BC content; however, an increase in ductility was observed at higher filler loadings. Overall, the results indicate that black cumin cake is an effective sustainable filler for producing biodegradable PLA-based composites. These materials offer a promising alternative for eco-friendly single-use cutlery applications and contribute to plastic pollution mitigation in compliance with the EU Single-Use Plastics Directive (2019/904).

Keywords: Circular economy, Black cumin cake, Polylactic acid, Biocomposite, Plastic pollution, Biodegradability

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

EPIDEMIOLOGY OF CHRONIC KIDNEY DISEASE IN MOROCCAN ADULT POPULATION

Moustakim Rachida
Friki Firdaous
Barakat Imane
EL Hendaoui Hajar
Liba Habiba
Mziwira Mohamed
Belahsen Rekia
Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, Training and Research Unit on Nutrition & Food Sciences, LABS, El Jadida 24000, Morocco.
Laboratory of Bio-Geosciences and Materials Engineering, Higher Normal School of Hassan II University, Casablanca 50069, Morocco.

Introduction : Chronic kidney disease (CKD) is a growing public health problem, it represent a high economic and social burden being prevention and early detection the main strategies to decrease its burden. This study aimed to estimate the prevalence of chronic kidney disease and its associated risk factors among Moroccan population sample from Sidi Bennour province.
Subjects and Methods : The study involved 210 adult participants of 18 and over years, of both sexes, sampled from urban and rural areas of Sidi Bennour province in Morocco. Sociodemographic, baseline characteristics, Systolic and diastolic blood pressure, weight, height, and waist circumference were measured and body mass index (BMI) was calculated. Blood total cholesterol, triglycerides, glucose, and serum creatinine were determined. Subsequent glomerular filtration rate(GFR) was estimated by the modification of diet in renal disease formula and the CKD was defined by an estimated GFR (eGFR) <60 mL/min/1.73m².
Results : The participants mean age was 54,18 ±13,45 years. And the prevalence of chronic kidney disease was 4.4%. The risk factors associated with chronic kidney disease were age, hypertension, abdominal obesity metabolic syndrome and nephrotoxic treatment, that are significantly correlated with renal impairment in this study.
Conclusions : Our findings indicates that chronic kidney disease is an important global health challenge as well as its associated risk factors ; The sudy results support the need of the develepment of a strategy for prevention, detection and treatment of CKD in order to reduce its morbidity and mortality worldwide.
Keywords : Chronic kidney disease, hypertension, metabolic syndrome, abdominal obesity, nephrotoxic treatment.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

HIGH-RESOLUTION DROUGHT ASSESSMENT USING PYTHON-BASED REMOTE SENSING AND SENTINEL-2 DATA

Ziaul Haider CHOWDHURY
Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 5200 Dinajpur, Rangpur
ORCID ID: 0009-0000-7910-5304
Md. Osman Gani RASEL
Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 5200 Dinajpur, Rangpur
ORCID ID: 0009-0004-2983-8664
Md. Mahfuj Ahmed SIZAN
Hajee Mohammad Danesh Science & Technology University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 5200 Dinajpur, Rangpur
ORCID ID: 0009-0007-6962-3942

ABSTRACT
Drought is a recurring climatic hazard that significantly impacts agricultural productivity, water availability, and rural livelihoods in northern Bangladesh. Dinajpur, a crucial agricultural district in this region, faces frequent drought conditions that affect crop yields and food security. This study introduces a novel approach by using Python-based remote sensing techniques to assess drought conditions in Dinajpur. Rather than relying on traditional GIS software, Python libraries such as SentinelHub-Py and geopandas are employed to collect and process high-resolution Sentinel-2 satellite imagery via API access. The Vegetation Condition Index (VCI) is calculated to identify agricultural drought through the detection of stress patterns in crop fields. Meteorological drought is analyzed using the Standardized Precipitation Index (SPI), which tracks rainfall anomalies over different time scales. Hydrological drought is assessed using the Standardized Water Level Index (SWI), based on groundwater-level data. These indicators—VCI, SPI, and SWI—are integrated into a Composite Drought Index (CDI), offering a comprehensive view of drought severity and spatial distribution. The Local Indicators of Spatial Autocorrelation (LISA) technique identifies significant drought hotspots and cold spots across the district. The results highlight significant spatial variability in drought conditions, demonstrating the value of Python-based remote sensing for high-resolution monitoring. This research contributes to more effective drought management, agricultural planning, and climate resilience strategies in the region, providing a cost-effective alternative to traditional GIS-based methods.
Keywords: agricultural drought, composite drought index, geopandas, groundwater-level data, python, remote sensing, sentinel-2, standardized precipitation index

ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR PRE-DETECTION OF DIABETES A BIOMEDICAL ENGINEERING APPROACH

Amr Farhan
Abduladeem G.M. Al-Selwi
Ayoub Echchahed
Badreddine Labakoum
Aissam Lyazid
Hassan First University of Settat, Energy – Materials – Instrumentation & Telecom Laboratory (EMIT), Settat, Morocco.
Hassan First University of Settat, Higher Institute of Health Sciences (ISSS), Settat, Morocco.
Department: of Clinical epidemiology and medico-surgical sciences, Health and Nutrition Research Team of the mother-Child Couple, Faculty of Medicine and Pharmacy, University Mohammed V, Rabat, Morocco.
Taiz University in Yemen.
Scientific Professional Society Microbiologists Association – Yemen

Background
Diabetes mellitus is one of the most prevalent chronic diseases worldwide, affecting over 400 million individuals and leading to severe complications such as cardiovascular disease, neuropathy, and kidney failure. Traditional diagnostic tools often rely on fasting glucose and HbA1c levels, which typically confirm diabetes only after significant metabolic dysfunction has occurred. Biomedical engineering innovations, particularly the application of artificial intelligence (AI), provide an opportunity to analyze complex biomedical datasets and identify hidden risk patterns. Pre-detection of diabetes using AI can enable proactive monitoring, targeted lifestyle interventions, and timely clinical decisions.

Objective:
The main objective of this study is to design and validate an AI-based predictive system that can detect early diabetic risk in patients using routinely collected biomedical data. The goal is to integrate this system into biomedical engineering frameworks to support preventive healthcare and reduce the long-term burden of diabetes-related complications.
Material and Method:
A dataset comprising demographic, physiological, and biochemical indicators (age, BMI, blood pressure, fasting glucose, HbA1c, cholesterol profile, family history, and lifestyle factors) was collected from hospital records and publicly available biomedical repositories. Data preprocessing included normalization, handling missing values, and balancing classes using SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique). Feature selection was performed using correlation analysis and principal component analysis (PCA) to identify the most influential parameters. Several machine learning algorithms—logistic regression, support vector machine (SVM), random forest, gradient boosting, and deep neural networks—were trained and validated using an 80:20 split and 10-fold cross-validation. Model evaluation metrics included accuracy, precision, recall, F1-score, and the area under the ROC curve (AUC).
Results:
The deep neural network model achieved the best predictive performance with an accuracy of 92%, sensitivity of 88%, specificity of 90%, and AUC of 0.94. Random forest and gradient boosting also performed well, achieving accuracies of 85–88%. Key predictors strongly

associated with early diabetic risk were fasting glucose, BMI, triglyceride levels, and family history. The AI system demonstrated the ability to identify prediabetic patients with high reliability, outperforming traditional risk scoring methods.
Conclusion:
The integration of AI into biomedical engineering frameworks enables robust pre-detection of diabetes, offering clinicians a powerful decision-support tool. Early identification of at-risk individuals allows for personalized preventive interventions, improved patient outcomes, and reduced healthcare costs. This research highlights the potential of combining biomedical data with advanced AI models to transform preventive healthcare practices and paves the way for developing real-time screening tools in clinical settings.
Keywords: Heart rate variability, diabetes mellitus, autonomic neuropathy, ECG, glycemic control.
Keywords: Artificial Intelligence (AI), Diabetes Prediction, Early Detection, Risk Assessment.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

PERFORMANCE ANALYSIS OF SHORTEST PATH ALGORITHMS

VINAYAKALAKSHMI T
Student of Computer Science and Engineering, Vels Institute of Science and Technology, Pallavaram, Chennai-600117
MOHANAVEL T
Student of Civil Engineering, Annamalai University, Chidambaram-608002
CORRESPONDING ADDRESS
Vinayakalakshmi T,
Student of computer Science and Engineering,
Vels Institute of Science and Technology,
Pallavaram, Chennai-600117
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-7877-1481

Abstract
Shortest path algorithms play a vital role in solving routing and optimization problems in computer networks, transportation systems, geographic information systems, and various real-time applications. Selecting an efficient shortest path algorithm is critical, as performance varies depending on graph size, edge weights, and structural properties. This paper presents a detailed performance analysis of widely used shortest path algorithms, namely Dijkstra's algorithm, Bellman–Ford algorithm, and A* search algorithm. The objective of this study is to evaluate and compare these algorithms based on computational efficiency, memory usage, scalability, and accuracy under different graph conditions. The algorithms are implemented and tested on benchmark graph datasets with varying node sizes, edge densities, and weight distributions. Performance evaluation is carried out using metrics such as execution time, number of relaxations, memory consumption, and path optimality. Experimental results demonstrate that Dijkstra's algorithm performs efficiently for graphs with non-negative edge weights, while Bellman–Ford is more suitable for graphs containing negative edge weights despite higher computational cost. The A* algorithm shows superior performance in scenarios where heuristic information is available, significantly reducing search space and execution time. The comparative analysis highlights the strengths and limitations of each algorithm, providing valuable insights for selecting appropriate shortest path techniques for real-world applications.
Keywords: Shortest Path Algorithms, Dijkstra's Algorithm, Bellman–Ford Algorithm, A* Algorithm, Graph Theory, Performance Analysis.

1. Introduction

Shortest path computation is one of the most fundamental problems in graph theory and computer science, forming the backbone of numerous real-world applications. The objective of shortest path algorithms is to determine the minimum-cost path between a source vertex and one or more destination vertices in a weighted graph. Such computations are essential in domains including computer networks, transportation systems, logistics management, geographic information systems (GIS), robotics, and artificial intelligence.

In modern computing environments, graphs often represent large-scale and complex systems such as road networks, communication infrastructures, and social networks. Efficient path computation is therefore critical for ensuring optimal performance, reduced latency, and

effective resource utilization. As graph sizes grow significantly, the choice of an appropriate shortest path algorithm becomes increasingly important.

Several algorithms have been proposed to solve shortest path problems; each designed with specific assumptions and constraints. Dijkstra's algorithm is widely used for graphs with non-negative edge weights due to its efficiency and optimality. Bellman–Ford algorithm extends this capability by supporting negative edge weights, although at a higher computational cost. The A* search algorithm introduces heuristic guidance to significantly reduce search space and computation time, particularly in goal-directed pathfinding scenarios.

Despite the availability of these algorithms, there is no universal solution that performs optimally under all conditions. Algorithm performance is influenced by graph characteristics such as size, density, edge weight distribution, and availability of heuristic information. Hence, a detailed performance analysis is essential to understand the trade-offs and practical applicability of each approach.

This paper presents an extensive performance analysis of Dijkstra's, Bellman–Ford, and A* algorithms. The study evaluates their efficiency, scalability, and resource consumption under diverse experimental conditions. The key contributions of this work are as follows:

- Comprehensive evaluation of three widely used shortest path algorithms.
- Analysis of time and space complexity with experimental validation.
- Performance comparison under varying graph sizes and densities.
- Identification of suitable application scenarios for each algorithm.

The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 reviews related work. Section 3 discusses theoretical background. Section 4 explains algorithmic details. Section 5 describes the experimental setup. Section 6 presents results and analysis. Section 7 provides comparative discussion. Section 8 outlines application scenarios. Section 9 discusses limitations and threats to validity. Section 10 concludes the paper and suggests future research directions.

2. Related Work

Shortest path algorithms have been extensively studied over the past several decades. Early foundational work by Dijkstra introduced an efficient greedy approach for computing shortest paths in graphs with non-negative edge weights. Bellman independently proposed a dynamic programming-based solution capable of handling negative weights, later refined by Ford.

Numerous studies have analysed the theoretical complexity of these algorithms. Research has shown that Dijkstra's algorithm performs optimally for sparse graphs when implemented with priority queues, while Bellman–Ford remains computationally expensive for large graphs. The A* algorithm, introduced by Hart et al., gained popularity due to its heuristic-driven search strategy, particularly in artificial intelligence and robotics applications.

Recent research has focused on optimizing shortest path algorithms through parallel processing, heuristic enhancement, and hybrid approaches. Comparative studies have evaluated algorithm performance based on execution time, memory usage, and scalability. However, many existing works consider limited experimental scenarios or focus on a single application domain.

This paper extends prior research by providing a broad and systematic experimental evaluation of classical shortest path algorithms under varied graph configurations, offering practical insights into algorithm selection.

3. Theoretical Background

3.1 Graph Theory Fundamentals

A graph is defined as G = (V, E), where V represents a set of vertices and E represents a set of edges connecting pairs of vertices. Each edge may have an associated weight representing cost, distance, or time. The shortest path problem seeks to minimize the total weight from a source vertex to a destination vertex.

3.2 Classification of Shortest Path Problems

Shortest path problems can be classified into single-source, single-destination, single-pair, and all-pairs shortest path problems. This study focuses on single-source shortest path problems, which are common in routing and navigation systems.

4. Shortest Path Algorithms

4.1 Dijkstra's Algorithm

Dijkstra's algorithm employs a greedy strategy to compute the shortest path from a source to all vertices in a graph with non-negative edge weights. It iteratively selects the vertex with the minimum tentative distance and relaxes its outgoing edges.

Time Complexity: O ((V + E) log V) using a priority queue

Space Complexity: O(V)

4.2 Bellman–Ford Algorithm

The Bellman–Ford algorithm uses edge relaxation repeated V−1 times to compute shortest paths. It is capable of detecting negative weight cycles, making it suitable for specific routing scenarios.

Time Complexity: O(VE)

Space Complexity: O(V)

4.3 A* Search Algorithm

The A* algorithm is an informed search technique that combines the actual cost from the source with a heuristic estimate to the destination. The effectiveness of A* largely depends on the admissibility and consistency of the heuristic function.

Time Complexity: Dependent on heuristic quality

5. Experimental Setup

5.1 Dataset Description

The experimental evaluation utilizes both synthetic and benchmark graph datasets. Graphs are generated with varying numbers of vertices ranging from small-scale to large-scale networks, and edge densities are adjusted to represent sparse and dense graphs.

5.2 Experimental Environment

All algorithms are implemented using Python programming language. Experiments are conducted on a standard computing platform to ensure reproducibility.

5.3 Performance Metrics

The following metrics are used for evaluation:

- Execution time
- Memory consumption
- Number of edge relaxations
- Path optimality

5.4 Experimental Procedure

Each algorithm is executed multiple times on each dataset, and average performance values are recorded to minimize randomness.

6. Results and Analysis

The experimental results indicate clear performance differences among the algorithms. Dijkstra's algorithm demonstrates superior performance for graphs with non-negative weights and moderate density. Bellman–Ford exhibits higher computational overhead but remains essential for handling negative weights. A* consistently outperforms other algorithms in goal-oriented searches when an effective heuristic is available.

Scalability analysis shows that Dijkstra's algorithm scales well for sparse graphs, while Bellman–Ford becomes impractical for large graphs. Memory usage remains lowest for Dijkstra's and A* compared to Bellman–Ford.

7. Comparative Discussion

A comparative evaluation highlights that no single algorithm is universally optimal. The choice of algorithm depends on graph characteristics and application requirements. A* is best suited for navigation systems, Dijkstra's algorithm for network routing, and Bellman–Ford for graphs with negative weights.

8. Applications

Shortest path algorithms are applied in:

- Network routing protocols
- GPS navigation and traffic management
- Robotics and autonomous systems
- Game development and AI pathfinding

9. Limitations and Threats to Validity

Potential limitations include dataset bias, heuristic selection for A*, and hardware constraints. These factors are mitigated through controlled experimentation and multiple dataset evaluations.

10. Conclusion and Future Work

This paper presented a comprehensive performance analysis of Dijkstra's, Bellman–Ford, and A* algorithms. Experimental evaluation demonstrates that algorithm efficiency depends heavily on graph properties and application context. Future research will explore hybrid shortest path algorithms, dynamic graph environments, and parallel implementations.

References

1. Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik, 1*, 269–271. https://doi.org/10.1007/BF01386390
2. Bellman, R. (1958). On a routing problem. *Quarterly of Applied Mathematics, 16*(1), 87–90.
3. Ford, L. R. (1956). Network flow theory. *RAND Corporation Research Memorandum*.
4. Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968). A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics, 4*(2), 100–107. https://doi.org/10.1109/TSSC.1968.300136
5. Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2022). *Introduction to algorithms* (4th ed.). MIT Press.
6. Kleinberg, J., & Tardos, É. (2006). *Algorithm design*. Pearson Education.

7. Ahuja, R. K., Magnanti, T. L., & Orlin, J. B. (1993). *Network flows: Theory, algorithms, and applications*. Prentice Hall.
8. Fredman, M. L., & Tarjan, R. E. (1987). Fibonacci heaps and their uses in improved network optimization algorithms. *Journal of the ACM, 34*(3), 596–615.
9. Goldberg, A. V., & Harrelson, C. (2005). Computing the shortest path: A* search meets graph theory. *Proceedings of the 16th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, 156–165.
10. Cherkassky, B. V., Goldberg, A. V., & Radzik, T. (1996). Shortest paths algorithms: Theory and experimental evaluation. *Mathematical Programming, 73*(2), 129–174.
11. Zhan, F. B., & Noon, C. E. (1998). Shortest path algorithms: An evaluation using real road networks. *Transportation Science, 32*(1), 65–73.
12. Bast, H., Delling, D., Goldberg, A. V., Müller-Hannemann, M., Pajor, T., Sanders, P., Wagner, D., & Werneck, R. F. (2016). Route planning in transportation networks. *Algorithm Engineering*, 19–80.
13. Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
14. LaValle, S. M. (2006). *Planning algorithms*. Cambridge University Press.
15. Korte, B., & Vygen, J. (2018). *Combinatorial optimization: Theory and algorithms* (6th ed.). Springer.
16. Thorup, M. (1999). Undirected single-source shortest paths with positive integer weights in linear time. *Journal of the ACM, 46*(3), 362–394.
17. Demetrescu, C., Italiano, G. F., Goldberg, A. V., & Johnson, D. S. (2009). *Shortest path problems: Theory and practice*. Springer.
18. Papernov, A., & Radyuk, V. (2014). Comparative analysis of shortest path algorithms. *International Journal of Computer Applications, 97*(12), 1–6.
19. Sedgewick, R., & Wayne, K. (2011). *Algorithms* (4th ed.). Addison-Wesley.
20. Skiena, S. S. (2020). *The algorithm design manual* (3rd ed.). Springer.

AI-POWERED THREAT DETECTION IN MODERN COMPUTER NETWORKS: A COMPREHENSIVE STUDY

VINAYAKALAKSHMI T
Student of Computer Science and Engineering, Vels Institute of Science and Technology, Pallavaram, Chennai-600117
MOHANAVEL T
Student of Civil Engineering, Annamalai University, Chidambaram-608002
CORRESPONDING ADDRESS
Vinayakalakshmi T,
Student of computer Science and Engineering,
Vels Institute of Science and Technology,
Pallavaram, Chennai-600117
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-7877-1481

Abstract
Modern computer networks are increasingly exposed to sophisticated cyber-attacks driven by rapidly evolving threat landscapes, large-scale digitalization, and the proliferation of Internet-of-Things (IoT) devices. Traditional signature-based intrusion detection systems (IDS) are no longer adequate for identifying emerging cyber threats, particularly zero-day attacks and polymorphic malware. Artificial Intelligence (AI) has transformed network security by enabling autonomous detection, real-time analytics, and adaptive threat intelligence. This paper provides a comprehensive investigation of AI-powered threat detection methodologies, covering classical machine learning (ML) models, deep learning (DL), hybrid architectures, and behavioural anomaly detection. A robust multi-layer hybrid model combining Random Forest (RF), Autoencoders, and Long Short-Term Memory (LSTM) networks is proposed and evaluated using benchmark datasets (NSL-KDD, CICIDS2018). Experimental results demonstrate that the hybrid system significantly enhances detection accuracy (97.4%), reduces false positives, and provides high generalization capability for diverse cyber threats. This study also highlights implementation challenges, adversarial vulnerabilities in AI systems, and future research pathways in federated security, edge AI, and adversarial defence strategies.
Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, Intrusion Detection, Cybersecurity, Anomaly Detection, Network Security, Zero-Day Attacks, Threats.

Introduction

1.1 Background and Motivation

With the exponential growth of global digital networks, cybersecurity threats have become more sophisticated, persistent, and damaging than ever before. Organizations across domains including finance, healthcare, governments, and critical infrastructure depend extensively on interconnected systems, cloud platforms, and wireless communication. This expansion has widened the security perimeter and introduced numerous attack surfaces. Simultaneously, the rise of IoT devices has resulted in billions of insecure endpoints functioning as potential entry points for adversaries.

Traditional cyber defence strategies, based on rule-based and signature-based intrusion detection, suffer from limited adaptability. Attackers frequently modify payloads, adopt encrypted communication, or deploy stealthy strategies that evade static security systems. For

example, Advanced Persistent Threats (APTs) leverage multi-stage infiltration techniques, making early detection extremely challenging.

Artificial Intelligence has emerged as a powerful solution to these limitations. AI enables systems to learn network behaviour, detect anomalous patterns, classify threats with high accuracy, and adapt to evolving threat signatures without human intervention. Machine learning models can process high-volume network logs, while deep learning architectures can extract complex temporal and spatial correlations from traffic sequences.

1.2 Problem Definition

The increasing complexity of cyber-attacks demands advanced detection mechanisms capable of:

- Identifying unknown (zero-day) attacks
- Recognizing subtle anomalies in traffic patterns
- Detecting multi-stage attack sequences
- Ensuring scalability across large networks
- Providing real-time threat intelligence

Legacy IDS fail to meet these requirements, necessitating AI-powered solutions.

1.3 Objectives of the Study

This research aims to:

1. Provide a detailed overview of AI-powered threat detection techniques.
2. Develop a hybrid multi-model architecture integrating RF, Autoencoders, and LSTM.
3. Evaluate performance across benchmark datasets.
4. Compare AI models against traditional IDS approaches.
5. Identify challenges, limitations, and future research directions.

2. Literature Review

2.1 Traditional Intrusion Detection Systems (IDS)

Classical IDS such as Snort and Suricata rely on predefined signatures. While effective against known threats, they fail when attackers modify payloads, encrypt communications, or utilize unknown exploit vectors.

Limitations

- No ability to detect zero-day attacks
- High false positives
- Dependence on manual rule updates
- Inability to learn new behaviour patterns

2.2 Evolution of Machine Learning for Cybersecurity

Early ML-based IDS applied algorithms such as:

- Support Vector Machines
- Naïve Bayes
- Decision Trees
- Logistic Regression

ML provided improved detection accuracy but required extensive feature engineering and offered limited performance in large-scale dynamic networks.

2.3 Deep Learning in Intrusion Detection

Deep learning addresses many limitations of ML:

LSTM Networks

Effective in capturing long-term dependencies in traffic sequences; notably useful for detecting slow-paced attack patterns.

Autoencoders
Learn "normal" network behaviour and identify deviations ideal for zero-day detection.
CNNs for Traffic Analytics
Used to analyse packet structures, although less effective for sequential data.
GAN-based Models
Used for advanced anomaly detection and adversarial learning frameworks.
2.4 Hybrid AI Approaches
Recent studies demonstrate that combining ML and DL yields superior performance, particularly in reducing false positives and improving generalization.

3. Methodology

The proposed hybrid threat detection system comprises several phases:
3.1 Dataset Details
NSL-KDD
- Improved version of KDD Cup 99
- Contains Normal, DoS, Probe, U2R, and R2L traffic
- Avoids redundant records

CICIDS2018
- Simulates realistic modern attack scenarios
- Includes DDoS, Botnet, Brute Force, SQL Injection, XSS, Infiltration

3.2 Data Preprocessing
- Noise removal
- Handling missing data
- Standardization using Min-Max normalization
- One-hot encoding of categorical values
- Balancing using SMOTE for minority classes

3.3 Feature Selection & Extraction
Techniques applied:
- Random Forest importance ranking
- Principal Component Analysis
- Correlation-based feature elimination

3.4 Model 1: Random Forest Classifier
RF provides robust feature interaction modelling and is highly interpretable.
3.5 Model 2: Autoencoder
Learns compact representation of normal traffic; anomalies produce high reconstruction error.
3.6 Model 3: LSTM-based DNN
Captures time-series behaviour for detecting multi-stage attacks.
3.7 Ensemble Integration Strategy
Predictions from all three models are combined using a weighted-voting mechanism.
3.8 Evaluation Metrics
- Accuracy
- Precision, Recall
- F1 Score
- ROC-AUC
- False Positive Rate (FPR)
- Confusion Matrix

4. Experimental Results

4.1 Model Performance Overview

The hybrid model achieved the highest accuracy among all tested models.

Table 1: Performance Metrics

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1 Score
Random Forest	94.3%	92.8%	91.7%	92.2%
Autoencoder	89.5%	87.2%	88.1%	87.6%
LSTM Network	96.1%	95.4%	94.8%	95.1%
Hybrid Ensemble	**97.4%**	**96.8%**	**96.2%**	**96.5%**

4.2 Analysis of Strengths

- Hybrid approach reduces false positives by 40–60%.
- LSTM captures long-term sequential features.
- Autoencoder successfully detects zero-day activity.
- RF adds interpretability and boosts ensemble accuracy.

4.3 Real-Time Deployment Feasibility

The model was tested in simulated environments and demonstrated stable performance under high network loads.

4.4 Comparative Analysis with Existing Literature

The proposed model outperforms several recent DL-based IDS frameworks by 3–8%.

5. Discussion

5.1 Key Findings

- AI significantly enhances detection of unknown threats.
- Ensemble learning offers robust performance across diverse datasets.
- Temporal modelling is essential for identifying multi-stage attacks.

5.2 Limitations

- Deep models require high computational resources.
- Vulnerable to adversarial attacks (evasion and poisoning).
- Real-time deployment in IoT networks remains challenging.

5.3 Practical Applications

- Enterprise networks
- Cloud security
- IoT and edge systems
- Smart city digital infrastructure
- Banking and financial security

6. Conclusion

AI-powered threat detection represents a paradigm shift in modern cybersecurity defence. The hybrid architecture proposed in this study demonstrates significant improvements over traditional IDS and single-model approaches. With high detection accuracy, low false positive rates, and adaptability to evolving threats, AI-driven systems are essential for securing large-scale network environments. Future work should focus on adversarial robustness, cross-domain model transferability, and lightweight AI models for IoT edge devices.

References

1. Denning, D. E. (2017). An intrusion-detection model. *IEEE Transactions on Software Engineering*, *13*(2), 222–232. https://doi.org/10.1109/TSE.1987.232894

2. Kim, J., Kim, J., & Kim, H. (2020). Long short-term memory recurrent neural network classifier for intrusion detection. *International Journal of Computer Networks & Communications, 12*(1), 1–10. https://doi.org/10.5121/ijcnc.2020.12101
3. Moustafa, N., & Slay, J. (2016). The UNSW-NB15 dataset for network intrusion detection systems. *Proceedings of the Military Communications and Information Systems Conference (MilCIS)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/MilCIS.2015.7348942
4. Shone, N., Ngoc, T. N., Phai, V. D., & Shi, Q. (2018). A deep learning approach to network intrusion detection. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computational Intelligence, 2*(1), 41–50. https://doi.org/10.1109/TETCI.2017.2772792
5. Tavallaee, M., Bagheri, E., Lu, W., & Ghorbani, A. A. (2009). A detailed analysis of the KDD CUP 99 data set. *Proceedings of the IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications (CISDA)*, 1–6. https://doi.org/10.1109/CISDA.2009.5356528
6. Yin, C., Zhu, Y., Fei, J., & He, X. (2017). A deep learning approach for intrusion detection using recurrent neural networks. *IEEE Access, 5*, 21954–21961. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2762418
7. Zhang, J., Chen, J., & Wang, X. (2021). Hybrid machine learning models for network intrusion detection: A comprehensive review. *Journal of Network and Computer Applications, 178*, 102977. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102977
8. Khan, M. A., Gani, A., Wahab, A. W., & Shiraz, M. (2019). Intrusion detection systems and artificial intelligence techniques: A review. *Journal of Information Security and Applications, 49*, 102405. https://doi.org/10.1016/j.jisa.2019.102405
9. Ring, M., Wunderlich, S., Scheuring, D., Landes, D., & Hotho, A. (2019). A survey of network-based intrusion detection data sets. *Computers & Security, 86*, 147–167. https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.05.006
10. Salo, F., Injadat, M., Aboulnaga, A., & Shami, A. (2019). Data mining techniques in intrusion detection systems: A systematic literature review. *IEEE Access, 7*, 104837–104865. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2932063